



آثار حاد فعالیت مقاومتی با محدودیت جریان خون و تنفس بر غلظت لاکتات خون و هورمون رشد در کشتی گیران دانشگاهی

ابوالفضل رحمانی^۱، بهمن میرزایی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۴

چکیده

هدف: فعالیت مقاومتی با شیوه‌های نوین تمرینی همچون محدودیت جریان خون و تنفس که بیشتر با شدت پایین انجام می‌شود پاسخ‌ها و تأثیرات فیزیولوژیکی مختلفی را به دنبال دارد. از این رو، هدف اصلی این پژوهش مطالعه تأثیر محدودیت جریان خون و تنفس بر غلظت لاکتات خون و هورمون رشد در پاسخ حاد فعالیت ورزشی مقاومتی در کشتی گیران دانشگاهی بود.

روش‌شناسی: در این مطالعه از روش مقاطع استفاده شد. ۸ کشتی گیر دانشگاهی با سابقه تمرینی بیش از دو سال (با میانگین سنی $26/87 \pm 4/7$ سال و شاخص توده بدنی $25/26 \pm 2/49$ کیلوگرم بر مترمربع) به صورت تصادفی و در سه شرایط کنترل ($1RM/80\%$)، فعالیت مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون و تنفس ($1RM/30\%$) قرار گرفتند. فعالیت مقاومتی شامل اجرای ۴ نوبت ۱۵ تکراری از حرکت اسکوات بود. نمونه‌های خونی قبل و بلافاصله بعد از فعالیت جمع‌آوری شد.

یافته‌ها: هر سه نوع تمرین موجب افزایش معنی‌دار لاکتات و هورمون رشد بلافاصله پس از فعالیت شد ($p < 0/05$) اما تفاوت معنی‌داری بین شرایط مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: یک جلسه تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون و تنفس مانند تمرین مقاومتی روتین می‌تواند باعث افزایش پاسخ‌های متابولیتی و هورمونی شود. این تحقیق تا حدودی اثربخشی این‌گونه از تمرینات را تأیید می‌کند و می‌تواند اهدافی همچون افزایش لاکتات و هورمون رشد را که از تمرینات با شدت بالا انتظار می‌رود، برآورده کند.

واژگان کلیدی: کاتسو، محدودیت جریان خون، ماسک تمرینی، لاکتات، هورمون رشد

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، ۲. استاد دانشگاه گیلان

*نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: Mirzaei@united-world-wrestling.org

مقدمه

تمرین مقاومتی، به‌عنوان یک روش تمرینی مؤثر محرکی قوی برای افزایش متابولیسم و ترشح هورمون‌های آنابولیک هستند. این امر می‌تواند باعث بهبود در رشد عضله اسکلتی شود. تمرین مقاومتی واکنش هورمونی را تحریک و سیستم اندوکراین بدن را در طولانی‌مدت و کوتاه‌مدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. این واکنش هورمونی حاد، مهم‌ترین عنصر برای رشد توده عضلانی است (۱۲). همچنین، سازگاری‌های سلولی زیادی در اثر تمرین قدرتی به وجود می‌آید که شامل افزایش غلظت آنزیم‌های غیرهوازی، محصولات فرعی ذخیره انرژی (مثل فسفاژن و گلیکوژن)، افزایش محتوای پروتئینی میوفیبریلی (افزایش فعالیت پروتئین‌های آکتین و میوزین) و افزایش پروتئین‌های عضله‌ای غیرانقباضی می‌شود. به علاوه، تغییرات در سیستم عصبی مرکزی و محیطی رخ می‌دهد تا به فعال‌سازی واحدهای حرکتی برای تولید نیروی ویژه و نیازهای توانی کمک کند (۲۹). شواهد نشان می‌دهد که تمرینات با شدت بالا برسطح غلظت عوامل متابولیکی و هورمون‌های آنابولیکی نظیر هورمون رشد اثر گذاشته و تنظیم ترشح آن‌ها با شدت تمرین ارتباط دارد (۴۱). تمرین مقاومتی نقش مهمی در سلامت عمومی، پیشگیری و حتی درمان خیلی از بیماری‌ها در سنین بزرگسالی (سالمندی) دارد و اغلب از این نوع تمرینات برای افزایش توانایی عملکرد فرد برای کاهش و جلوگیری از آسیب‌های مرتبط با افزایش سن (مثل: پوکی استخوان) تجویز می‌گردد (۱). بنابراین، نیاز به طراحی تمریناتی به همراه روش‌های ایمن و مؤثر برای افراد مسن، ورزشکاران آسیب‌دیده و دیگر گروه‌هایی که به

افزایش قدرت عضلانی نیاز داشته، اما تمایل و تحمل اینگونه تمرینات سخت (شدت بالا) را ندارند ضرورت می‌یابد. مطالعات نشان می‌دهند چنانچه یک برنامه تمرینی با شدتی کمتر از شدت بیشینه (به عنوان مثال کمتر از ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه)، اما همراه با محدودیت جریان خون انجام شود، فشار کمتری بر مفاصل و لیگامنت‌ها وارد شده و منجر به بروز آسیب کمتری خواهد شد، اما در همان حالت نیز از تحریک کافی برای افزایش حجم و قدرت عضلانی نیز برخوردار خواهد بود (۷، ۱۹). به منظور دستیابی به اهدافی همچون افزایش هورمون رشد و سنتز پروتئین، کالج پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM) شدت تمرینی بین ۷۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه (IRM) را توصیه می‌کند (۲، ۳۶). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که فشارهای مکانیکی ناشی از تمرینات مقاومتی با شدت زیاد (بیش از ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه)، غلظت شاخص‌های فشار مکانیکی متابولیکی مثل لاکتات و هورمونی مثل هورمون رشد ناشی از تمرین مقاومتی را افزایش می‌دهند که خود دلیلی بر افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی می‌باشد (۸، ۳۷). تمرین انسداد خون شامل کاهش جریان خون عضله با به کار بردن وسیله‌ای مانند کاف فشار خون است. البته باید توجه کرد که بستن کاف در ناحیه پرگزیمال بافت هدف صورت می‌گیرد تا جریان خون از بالاترین نقطه محدود شود. براساس شواهد، این روش تمرینی با وجود انجام فعالیت‌های بدنی با شدت کم (۱۰ تا ۳۰ درصد حداکثر ظرفیت کاری) سازگاری مثبت تمرینی ایجاد می‌کند و می‌تواند روش منحصربه‌فرد و سودمندی در زمینه پزشکی باشد (۳۳). حتی نشان داده شده است که اندازه و قدرت

ذخیره‌سازی گلیکوژن عضلانی می‌شود (۳۸، ۵). همچنین، کن^۲ و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی با انجام یک جلسه تمرین مقاومتی در شرایط هایپوکسی، افزایش متابولیت‌هایی مثل لاکتات و هورمون‌هایی مثل تستوسترون^۳ و هورمون رشد^۴ را گزارش دادند (۱۶). تاکارادا^۵ و همکاران (۲۰۰۲) و لارنتینو^۶ و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات مشابهی حاصل از نتایج هایپوکسی موضعی و سیستمیک را گزارش دادند (۳۹، ۲۰)؛ اما مانیم‌ماناکورن^۷ و همکاران (۲۰۱۳) اثرات محدودیت جریان خون را بیشتر از هایپوکسی سیستمیک نشان دادند (۲۶)؛ اما به تازگی نشان داده شده است که انجام تمرینات در شرایط هایپوکسی سیستمیک پاسخی مشابه محدودیت جریان خون دارد اما بهتر است تمرینات مربوط به محدودیت جریان خون را برای افراد سالمند و هایپوکسی سیستمیک را برای افراد ورزشکار به کار گیریم (۳۴). شایان ذکر است که اهمیت مطالعه روش‌های تمرینی (محدودیت جریان خون و هایپوکسی سیستمیک) زمانی مشخص می‌شود که از آن‌ها به عنوان یک روش تمرینی مکمل برای بهبود آمادگی جسمانی و همچنین، به عنوان یک جایگزین، به‌ویژه برای افرادی که در استفاده از برخی بخش‌های بدن دارای محدودیت یا آسیب دیدگی هستند و یا دارای معلولیت جسمانی و آسیب نخاعی می‌باشند، استفاده شود تا از مزایای فعالیت مقاومتی به منظور دستیابی به سلامتی برخوردار شوند.

عضله در پی پیاده‌روی ساده همراه با محدودیت جریان خون عضلات پا افزایش می‌یابد (۲۳). انجام تمرین مقاومتی تحت شرایط هایپوکسی سیستمیک هم تا حدودی باعث افزایش لاکتات و ترشح هورمون‌هایی همچون هورمون رشد، فاکتور رشد شبه انسولین و تستوسترون می‌شود (۳۴، ۲۸). همچنین، تحقیقات انجام شده حاکی از آن است که این نوع تمرینات سیستم هورمونی بی‌هورمونی را بهبود می‌دهد و خود عاملی بر افزایش توان است (۲۳، ۱۱). برخلاف هایپوکسی موضعی که قسمت خاصی از بدن (اندام فوقانی و اندام تحتانی) را بیشتر تحت تاثیر خود قرار می‌دهد، هایپوکسی سیستمیک اجازه می‌دهد تا گروه‌های بزرگ عضلانی یا کل بدن تحت تاثیر قرار بگیرند (۲۸، ۳۴). این در حالی است که تمرینات هایپوکسی (موضعی و سیستمیک) به‌خصوص هایپوکسی سیستمیک اثربخشی و سودمندی تمرینات مقاومتی را با وجود بار کم دوچندان می‌کند و موجب حفظ و بهبود سلامت و تمرین ایمن می‌شود که همین امر این شیوه از تمرینات را بیشتر مورد توجه قرار داده است (۲۴، ۲۵). فوجیتا^۱ و همکاران (۲۰۰۷) در پی یک جلسه تمرین مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون مشاهده کردند که هورمون رشد پس از ده دقیقه به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی در گروه بدون محدودیت تغییری در هورمون رشد مشاهده نشد (۹). این در حالی است که هایپوکسی سیستمیک بیشتر موجب افزایش غلظت میوگلوبین، چگالی میتوکندری و در نتیجه

3. Growth hormone
4. Takarda
5. Laurentio
6. Manimmanakorn

1. Fujita
2. Kon
3. Testosterone

پروتکل، برای تعیین IRM کلیه آزمودنی‌ها در حرکت اسکوات از فرمول واتن استفاده شد:

$$IRM = (100 \times W) / (48.8 + (53.8 \times e - 0.075 \times R))$$

W: Weight Lifted
R: Repetitions Completed
e: Euler's Number

از آزمودنی‌ها خواسته شد که حداقل تا ۲۴ ساعت قبل از فعالیت اصلی کافئین (چای و قهوه) مصرف نکنند. علاوه بر این، از مصرف غذاهای پرچرب نیز خودداری شده بود و از افراد شرکت کننده خواسته شده بود که دوساعت قبل از شروع جلسه آزمون غذا یا مایعاتی به غیر از آب مصرف نکنند.

در این تحقیق از روش متقاطع استفاده شد بدین ترتیب که آزمودنی‌ها به مدت سه هفته متوالی به صورت کاملاً تصادفی در سه حالت ورزش مقاومتی بدون محدودیت، ورزش مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون، ورزش مقاومتی به همراه محدودیت تنفس قرار گرفتند و هر هفته جای شرایط عوض شد تا همه آزمودنی‌ها هر سه حالت را تجربه نمایند. بین سه روش تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون، با هایپوکسی سیستمیک و کنترل، یک هفته فاصله بود تا آثار متابولیکی و هورمونی ناشی از وهله اول تمرین از بین برود. در بیشتر پروتکل‌های تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون از حرکاتی همچون، جلوپا با دستگاه، پرس پا و هاگ پا استفاده شده است. با توجه به این روش‌ها پروتکل اصلی فعالیت ورزشی که ما برای هر سه گروه در نظر گرفته بودیم، اجرای ۴ نوبت حرکت اسکوات است که به صورت، یک نوبت ۲۰ تکرار با ۳۰ ثانیه استراحت بین نوبت‌ها با ۱۰ تا ۳۰ درصد حداکثر قدرت بیشینه اجرا شد و در ادامه ۳ نوبت با ۱۵ تکرار و ۳۰ ثانیه استراحت بین ست‌ها که در مجموع ۶۵ تکرار بود، انجام گرفت (۳، ۱۳). علاوه بر این، همه آزمودنی‌ها زمانی را

علاوه بر این، این‌گونه از تمرینات با توجه به اینکه با بار کم اعمال می‌شوند می‌توانند حداکثر سازگاری‌های مثبت را با حداقل آسیب‌های احتمالی نسبت به بارهای سنگین برای کشتی‌گیران ایجاد کنند. همچنین، با توجه به این‌که سیستم گلیکولیز بی‌هوازی تامین‌کننده اصلی انرژی در کشتی‌گیران می‌باشد، این‌گونه از تمرینات می‌تواند تأثیرات مثبت، از جمله افزایش ظرفیت بی‌هوازی و تحمل لاکتات را به همراه داشته باشد. بنابراین، این پژوهش با هدف مطالعه تأثیر محدودیت جریان خون و تنفس بر غلظت لاکتات خون و هورمون رشد در پاسخ حاد فعالیت ورزشی مقاومتی در کشتی‌گیران دانشگاهی انجام گرفت.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. برای این منظور، ۸ کشتی‌گیر دانشگاهی با سابقه تمرینی بیش از دو سال که از لحاظ سلامت عمومی در وضعیت طبیعی بودند (گرفتن شرح حال توسط پزشک از لحاظ سوابق بیماری و ناراحتی‌های جسمانی) انتخاب شدند و پس از تایید نهایی و پرکردن پرسشنامه ویژه تعیین سطح فعالیت بدنی و ثبت سوابق بیماری و اخذ رضایت‌نامه، به عنوان نمونه انتخاب شدند و تحت مداخله قرار گرفتند. پس از اطمینان از سلامت عمومی و توانایی عمومی انجام پروتکل ورزشی، آزمودنی‌ها یک هفته قبل از انجام آزمایشات اصلی برای آشنایی با مراحل انجام در آزمایشگاه کلینیک فرهنگیان یزد حضور یافتند. به‌علاوه، ویژگی‌های اولیه آزمودنی‌ها مانند سن، قد، وزن، ترکیب بدن (توده عضلانی، درصد چربی، شاخص توده بدنی)، ضربان قلب و فشارخون اندازه‌گیری شد. همچنین، پس از جلسات آشنایی از روند اجرای

بر این، برای آگاهی بیشتر از شدت تمرین از درک فشار تمرین مقیاس بورگ استفاده شد. با توجه به اهداف پژوهش، خون‌گیری در دو مرحله اجرا شد. در هر بار حدود ۵ میلی‌متر خون از ورید بازویی آزمودنی‌ها در حالت نشست در زمان قبل از تمرین (استراحت) و بلافاصله پس از اتمام تمرین گرفته شد. به منظور جلوگیری از لخته شدن خون، نمونه‌ها بلافاصله به درون لوله‌های FL ساخت ایتالیا انتقال داده شدند. سپس، برای جداسازی پلاسما، نمونه به مدت ۵ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ (Orom Tajhiz) قرار داده شد و تا پایان پژوهش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. اندازه‌گیری لاکتات با استفاده از دستگاه Mindray BS_380 و توسط کیت Greiner ساخت آلمان، با درجه حساسیت ۱/ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر اندازه‌گیری شد. همچنین، هورمون رشد با استفاده از کیت Roche ساخت آلمان و روش الکتروکمیومینسانس (ECL) ^۱ اندازه‌گیری شد. همچنین، وزن بدن با حداقل پوشش و بدون کفش با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی (مدل CAMRY 9015) و قد به صورت ایستاده، بدون کفش با قد سنج به شکل دیواری اندازه‌گیری شد. نمایه توده بدن (BMI) با استفاده از فرمول (وزن بر حسب کیلوگرم) تقسیم بر (قد بر حسب متر به توان ۲) محاسبه شد. برای محاسبه نسبت دور کمر به دور باسن (WHR) محیط دور کمر در باریک‌ترین نقطه کمر و نیز دور باسن در پهن‌ترین قسمت آن اندازه‌گیری شد و سپس از تقسیم دور کمر به دور باسن، داده‌های مربوط به ^۲WHR به دست آمد.

به گرم کردن و سرد کردن (۱۰ دقیقه گرم کردن و ۱۰ دقیقه سرد کردن) اختصاص دادند. برای جلسات تمرینی همراه با محدودیت جریان خون، نخست فشار سیستولی بازوی آزمودنی‌ها را با استفاده از فشارسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری کردیم. سپس بر اساس آن فشار سیستولی پاها را تخمین زدیم (گفته می‌شود فشار پاها ۱۲۰ درصد فشار بازوست) (۱۴). از آنجا که فشار وارد شده روی ناحیه باید از فشار سیستولی همان ناحیه بیشتر باشد، فشار ۱/۳ برابر فشار سیستولی برای پاها در نظر گرفته شد که حدود ۱۶۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر جیوه بود که به فشار سیستولی هر فرد بستگی داشت. با وجود این، در تمام مدت تمرین جریان خون با محدودیت همراه بود، حتی در فاصله‌ی استراحتی بین ست‌ها. شدت فعالیت مقاومتی به کار گرفته شده با توجه به آمادگی آزمودنی‌ها ۳۰ درصد IRM در نظر گرفته شد. البته برای این‌که مدت زمان تمرین مقاومتی برای تمام آزمودنی‌ها یکسان باشد، مدت هر انقباض در تمام اجرای تمرین با زمان سنج کنترل شد، که به طور میانگین برای هر انقباض ۴ ثانیه، شامل ۲ ثانیه رفت و ۲ ثانیه برگشت، در نظر گرفته شد (۴، ۳۱). همچنین، شرایط هیپوکسی سیستمیک را به وسیله ماسک تمرینی به ارتفاع تنظیم شده ۴۹۰۰ متری (درجه ۴) ایجاد کردیم که در کل مرحله تمرینی (گرم کردن، تمرین اصلی) روی صورت آزمونگر قرار داشت (۶). تمام جلسات تمرینی در بعدظهر (۱۷ تا ۱۹ یا ۱۶ تا ۱۸) بود و حداقل ۴ ساعت از صرف ناهار آزمودنی‌ها گذشته بود (۳۱). در هر جلسه، آزمودنی‌ها ۱۰ دقیقه را به گرم کردن اختصاص دادند که شامل حرکات نرمشی و کششی بود. علاوه

2. Waistto-hip ratio

1. Electrogen erated chemiluminescence

رشد، تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر (۳×۲) به کار گرفته شد. مقدار α در تمامی آنالیزهای آماری معادل ($P < 0.05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول شماره یک آورده شده است.

به علاوه، درصد چربی و توده بدون چربی بدن شرکت‌کنندگان با دستگاه ترکیب‌سنج بدن (Inbody 270) ساخت کره) اندازه‌گیری شد. برای آگاهی از فشارخون استراحتی آزمودنی‌ها از دستگاه فشارسنج جیوه‌ای (آلیکادو مدل V-300) استفاده شد. شایان ذکر است که داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار spss نسخه ۱۹ تجزیه و تحلیل شدند. به‌منظور تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد و برای بررسی پاسخ لاکتات و هورمون

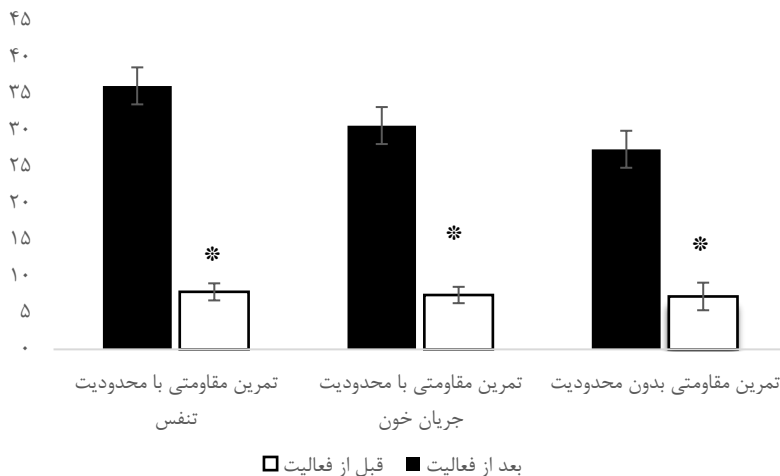
جدول ۱، میانگین \pm انحراف معیار ویژگی‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

۲۶/۴±۸۷/۷	سن (سال)
۱۷۴/۹±۵	قد (سانتی‌متر)
۷۷/۱±۵۰/۴۰	وزن (کیلوگرم)
۲۵/۲±۲۶/۴۹	شاخص توده بدنی (متر مربع/کیلوگرم)
۱۹/۳±۸۴/۱۷	چربی بدن (درصد)
۶۲/۷±۵۲/۷۶	توده بدون چربی (کیلوگرم)
۱۱۸/۷±۱/۵۲	فشارخون سیستولیک در حالت استراحت (میلی‌مترجیوه)
۷۱/۶±۲۵/۴	فشارخون دیاستولیک در حالت استراحت (میلی‌مترجیوه)
۱۸۰	فشار اعمال شده کاف بر روی پا آزمودنی‌ها (میلی‌مترجیوه)

پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های کنترل ($F=۹۳/۵۲۶, p=۰/۰۰۱$)، محدودیت جریان خون ($F=۲۲/۵۸۴, p=۰/۰۰۲$) و محدودیت تنفس ($F=۸۵/۰۷۱, p=۰/۰۰۱$) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (نمودار ۱).

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس (۳×۲) برای مقایسه تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی لاکتات نشان از عدم تفاوت معنی‌دار بین گروهی ($F=۲/۲۷۴, p=۰/۱۴۰$) و وجود تفاوت معنی‌دار درون‌گروهی داشت ($F=۵۹/۵۱۴, p=۰/۰۰۱$). همچنین، نتایج نشان داد که بین میانگین لاکتات

غلظت لاکتات خون (میلی گرم در دسی لیتر)

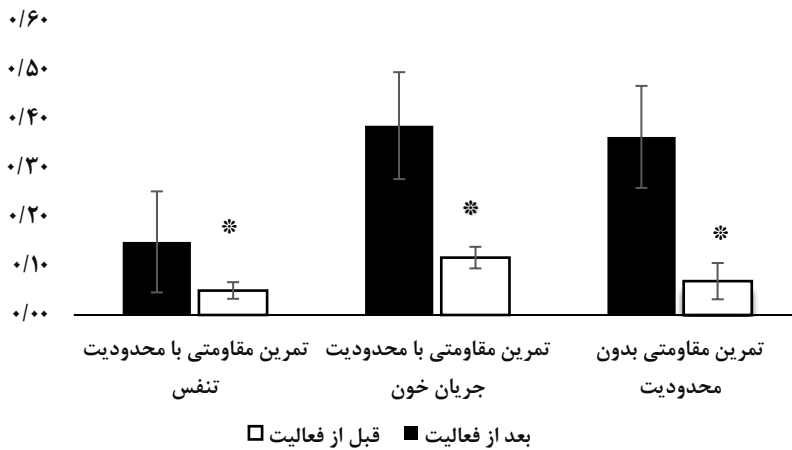


نمودار ۱. تغییرات بین گروهی و درون گروهی میانگین‌های سطوح لاکتات در سه روش تمرینی طی پیش و پس آزمون * نشان دهنده تفاوت معنی دار با قبل از آزمون ($P < 0.05$)

میانگین هورمون رشد پیش آزمون و پس آزمون در گروه‌های کنترل ($F=8/209$, $p=0/024$)، محدودیت جریان خون ($F=5/805$, $p=0/047$) و محدودیت تنفس ($F=6/155$, $p=0/042$) تفاوت معنی داری وجود دارد (نمودار ۲).

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس (3×2) برای مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی هورمون رشد نشان از عدم تفاوت معنی دار بین گروهی ($F=2/751$, $p=0/098$) و وجود تفاوت معنی دار درون گروهی داشت ($p=0/005$ ، $F=15/897$). همچنین، نتایج نشان داد که بین

غلظت هورمون رشد (نانوگرم بر میلی لیتر)



نمودار ۲. تغییرات بین گروهی و درون گروهی میانگین‌های سطوح هورمون رشد در سه روش تمرینی طی پیش و پس‌آزمون
* نشان دهنده تفاوت معنی دار با قبل از آزمون ($P < 0.05$)

بحث و نتیجه‌گیری

بیان دیگر، میزان لاکتات خون و هورمون رشد آزمودنی‌ها طی فعالیت مقاومتی با محدودیت جریان خون و تنفس در مقایسه با شرایط دیگر (کنترل) افزایش معنی‌دار را نشان نداد؛ این یعنی این‌که هر سه شیوه تمرینی به یک میزان می‌توانند منجر به پاسخ‌های متابولیکی و هورمونی شوند. شاید اگر مدت جلسه فعالیت با اضافه کردن دو حرکت دیگر افزایش می‌یافت یا تمرین با شدت بیشتری انجام می‌گرفت، تفاوت بین گروهی به معنی‌داری نزدیک‌تر می‌شد. چرا که در مطالعات نشان داده شده است که GH به محرک‌های بالاتری برای آزادسازی نیاز دارد؛ بدان معنی که، برای داشتن فعالیتی مؤثر بر GH به شدت‌های بالاتر تمرینی نیاز است (۱۳، ۲۷). علاوه بر آن،

تحقیق انجام شده، بیانگر کاهش در مقادیر بیان ژن PTP-1B در گروه تمرین HIIT نسبت به گروه کنترل بود اما این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، همچنین مقادیر مقاومت به انسولین و گلوکز ناشتا در رت‌های دیابتی گروه تمرین نسبت به گروه کنترل با کاهش معنی‌داری یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که اجرای فعالیت مقاومتی با شیوه‌های مختلف تمرینی باعث افزایش معنی‌دار میزان لاکتات و هورمون-رشد کشتی‌گیران دانشگاهی نسبت به میزان پیش از تمرین می‌شود؛ علاوه بر آن بعد از یک جلسه فعالیت، تفاوتی بین سطوح لاکتات و هورمون‌رشد در شرایط مختلف مشاهده نشد. به

همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی با انجام تمرین مقاومتی با شدت کم در گروه با محدودیت جریان خون افزایش معنی داری را بلافاصله بعد از فعالیت در GH مشاهده نکردند؛ ولی در دقایق ۱۰ و ۳۰ بعد از فعالیت با محدودیت جریان خون و تنها در ۱۰ دقیقه بعد از فعالیت بدون محدودیت افزایش معنی داری را ملاحظه کردند (۳۶). یافته این تحقیق با نتایج بررسی حاضر همخوانی نداشت. اما این که چرا GH در گروه با محدودیت جریان خون افزایش نیافته است، شاید به خاطر شدت کم فعالیت بوده است. فوجیتا و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون با ایجاد فشاری حدود ۲۰۰ میلی متر جیوه غلظت لاکتات پلاسما در گروه تجربی (محدودیت جریان خون) بلافاصله بعد از فعالیت افزایش معنی داری داشت و تا ۴۰ دقیقه بعد از آن میزان آن بالا بود ولی در گروه کنترل (مشابه شدت و شرایط تمرینی ولی بدون محدودیت جریان خون) افزایش معنی دار لاکتات مشاهده شد. اما لاکتات در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری بیشتر بود. GH به طور معنی داری در گروه تجربی افزایش یافت و تا ۴۰ دقیقه بعد از تمرین میزان آن نسبت به مقدار پایه و گروه کنترل به طور معنادری بیشتر بود. اما در گروه کنترل تغییری مشاهده نشد (۹) که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت. اما دلیل عدم تغییر GH در گروه بدون محدودیت در بررسی فوجیتا به علت شدت تمرین پایین تر و تفاوت در آزمودنی ها نسبت به تحقیق ما می تواند باشد. چرا که باتوجه به نتایج لورنتینو و همکاران (۲۰۰۸) تمرین با شدت بیشتر در هر

افزایش قابل توجه لاکتات در شرایط تمرینی مختلف بلافاصله بعد از فعالیت از نتایج طبیعی این تحقیق بود. تحقیقات نشان می دهند که فعالیت مقاومتی به طور چشمگیری به متابولیسم غیرهوازی وابسته است تا متابولیسم هوازی که می تواند بدون محدودیت با شدت بالا باشد یا با محدودیت با شدت پایین اجرا شود؛ در نتیجه، لاکتات در محل بافت عضلانی مورد نظر تجمع پیدا کرده و منجر به افزایش آزادسازی GH از غده هیپوفیز می شود (۱، ۱۰). افزایش موارد مذکور (لاکتات و هورمون رشد) در اثر فعالیت مقاومتی با شدت بالا و یا با شدت پایین با محدودیت جریان خون و تنفس مشاهده شده است. بنابراین، با بیشتر نتایج پژوهش های گذشته هم سو می باشد (۱۷، ۳۰، ۳۱، ۴۰).

در ارتباط با این تحقیق، افزایش سطوح لاکتات و GH با نتایج بررسی های فوجیتا و همکاران (۲۰۰۷)، تاکارادا و همکاران (۲۰۰۰)، تاکانو^۱ و همکاران (۲۰۰۵)، ریوز^۲ و همکاران (۲۰۰۶)، اسکوت^۳ و همکاران (۲۰۱۴) و سلرز^۴ و همکاران (۲۰۱۶) جزء در مواردی همخوانی داشت؛ به عنوان نمونه در تحقیقی که تاکارادا و همکاران (۲۰۰۰) روی ۱۲ آزمودنی مرد انجام دادند لاکتات در گروه کنترل (حرکت اکستنشن زانو با ۲۰٪ IRM) در مقایسه با گروه دیگر (حرکت اکستنشن زانو با شدت برابر با بستن کاف) بعد از فعالیت تغییر معنی داری را نشان نداد. دلیل عدم افزایش لاکتات در گروه بدون محدودیت جریان خون در تحقیق تاکارادا را می توان به ورزشکار بودن آزمودنی ها و شدت کم فعالیت و تعداد ست های بیشتر نسبت داد (۳۷). همچنین، تاکانو و

افزایش معنی‌داری داشت و نکته جالب توجه در این تحقیق این بود که GH در گروه بدون محدودیت نه تنها افزایش نداشت بلکه از میزان آن نیز کاسته شد (۲۲). تا حدودی ناهمخوانی یافته‌های لیت با نتایج حاضر را می‌توان به نحوه اجرای حرکت، ترکیب بدنی آزمودنی‌ها و میزان شدت تمرین نسبت داد. تعداد کم نوبت‌ها (نسبت ۲ به ۴)، تعداد زیاد حرکات در هر نوبت (نسبت ۳۰ به ۱۵) و آزمودنی‌های متفاوت (پسران فوتبالیست) می‌توانند از جمله عوامل تفاوت تحقیق حاضر و لیت به حساب آیند.

اسکوت و همکاران (۲۰۱۴) اثر تمرین مقاومتی در شرایط هایپوکسی سیستمیک را بر استرس-های متابولیکی و پاسخ‌های هورمونی مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که تمرین مقاومتی در شرایط هایپوکسی سیستمیک میزان لاکتات و GH را نسبت به شرایط طبیعی (نورموکسی) افزایش می‌دهد. که با نتایج ما نیز همسو بود (۳۴). در شرایط هایپوکسی میزان دسترسی بدن به اکسیژن کاهش پیدا می‌کند که در این صورت نیاز بدن به متابولیسم غیرهوازی افزایش و موجب تجمع لاکتات در عضله و خون می‌شود؛ که این می‌تواند عاملی محرک بر هیپوفیز قدامی برای ترشح GH باشد. این موضوع نتایج استفاده از ماسک تمرینی در تحقیق حاضر را توجیه می‌کند.

نوبت ممکن است منجر به محدودیت جریان خون شود که مشابه تمرین قدرتی با محدودیت جریان خون خواهد بود (۲۱) که می‌توان گفت در تحقیق فوجیتا به این موضوع توجه مناسبی نشده بود.

در تحقیقی سوگا و همکاران (۲۰۰۹) متابولیسم داخلی سلولی را طی تمرین با شدت کم و با محدودیت جریان خون مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاکی از بیشتر بودن کاهش PH در گروه با محدودیت نسبت به گروه بدون محدودیت بود. همچنین، این تغییرات در گروه با شدت ۶۵٪ IRM به طور معنی‌داری بیشتر از گروه با محدودیت بود. با این مطالعه مشخص شد که با انجام تمرین قدرتی با شدت کم و با محدودیت، استرس متابولیکی در عضله اسکلتی به‌طور معنی‌داری افزایش خواهد داشت ولی به طور کلی اندازه آن کمتر از تمرین قدرتی با شدت زیاد است (۳۵). نتیجه تحقیق مذکور با بخشی از یافته‌های تحقیق حاضر همسو است. ولی افزایش بیشتر استرس متابولیکی گروه سوم (۶۵٪ IRM) نسبت به گروه دیگر (بامحدودیت) در تحقیق سوگا احتمالاً به دلیل شدت تمرینی کمتر و نوع حرکت انتخابی نسبت به بررسی حاضر است.

در مطالعه‌ای که خواجه‌لندی و همکاران (۲۰۱۷) بر روی دختران جوان انجام دادند، افزایش معنی‌دار سطوح استراحتی GH دو گروه تجربی (تمرین مقاومتی سنتی با شدت بالا و تمرین مقاومتی با شدت کم همراه با محدودیت جریان خون) نسبت به گروه کنترل را مشاهده کردند. نتایج این بررسی با یافته‌های ما نزدیک بود چرا که GH به‌طور معنی‌داری افزایش داشت (۱۵).

در مطالعه‌ای دیگر که توسط لیت و همکاران (۲۰۱۵) مورد بررسی قرار گرفت، بر مبنای تغییرات درون‌گروهی، GH در گروه محدودیت

در تحقیق حاضر شرایط هایپوکسی به صورت حاد اعمال شده بود.

در تحقیقی دیگر کن و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که لاکتات و GH به طور قابل توجهی در تمرین با شدت بالا و در شرایط هایپوکسی می-تواند افزایش پیدا کند. به طور کلی، این یافته‌ها بیانگر این مطلب است که هایپوکسی شدید می-تواند عامل مهمی برای افزایش GH در پاسخ به تمرینات با حداکثر سرعت باشد (۴۱). نتایج این تحقیق در مقایسه با مطالعه حاضر بیشتر از جهت هایپوکسی همخوانی دارد تا با شدت تمرین؛ چرا که یافته‌های ما نشان داد که فعالیت با شدت کم در شرایط هایپوکسی (موضعی و سیستمیک) منجر به افزایش معنی‌دار لاکتات و GH می‌شود. با انجام تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون و تنفس، استرس‌های متابولیکی و پاسخ هورمونی افزایش می‌یابد. همچنین، در بیشتر مطالعات اثر تمرینات با BFR بیشتر از هایپوکسی سیستمیک گزارش شده است. برخی از مطالعاتی هم نشان داده‌اند که شرایط هایپوکسی سیستمیک پاسخی مشابه محدودیت جریان خون را در ورزشکاران جوان به همراه دارد. اما، نتایج تحقیق حاضر تأثیرگذاری نسبتاً برابری از این شیوه‌های تمرینی را نشان داد. با وجود این، هنوز به قطعیت نمی‌توان گفت کدام یک از روش‌های تمرینی مذکور در پیشبرد اهداف ورزشی می‌تواند مؤثرتر واقع شود. بنابراین، پیشنهاد می-گردد در مطالعات آینده، مقایسه‌ای بین تمرینات مقاومتی، سرعتی و استقامتی با و بدون محدودیت جریان خون و تنفس انجام شود و تغییرات متابولیکی و هورمونی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد. همچنین، براساس نتایج تحقیق حاضر

در مطالعه‌ای دیگر اثر تمرین مقاومتی کم‌شدت تحت شرایط هایپوکسی حاد بر پاسخ‌های هورمونی توسط کن و همکاران مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به آن‌که مطالعات گذشته نشان داده‌اند که تمرین مقاومتی با شدت کم باعث افزایش حجم عضلانی و قدرت می‌شود. محققان نشان دادند که هایپوکسی باعث سازگاری و ترشحات هورمون‌های آنابولیک در بدنسازان می-شود. در این تحقیق ۸ مرد در دو گروه تجربی (تمرین مقاومتی با شدت کم در شرایط نورموکسی و تمرین مقاومتی با شدت کم در شرایط هایپوکسی) شرکت کردند. لاکتات و GH در هر دو گروه افزایش داشت ولی در گروه دوم (تمرین مقاومتی با شدت کم در شرایط هایپوکسی) به طور معنی‌داری بیشتر از گروه اول بود. این نتایج حاکی از این می‌باشد که فعالیت مقاومتی کم‌شدت در شرایط هایپوکسی باعث افزایش پاسخ‌های متابولیکی و هورمونی نسبت به شرایط نورموباریک می‌شود (۳۵)؛ که با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد.

ریچالت^۱ و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای با عنوان اثر هایپوکسی در ارتفاع بر پاسخ هورمونی به فاکتورهای هیپوتالاموس نشان دادند. قرار گرفتن در معرض ارتفاع یا شرایط شبیه‌سازی ارتفاع موجب تغییرات فیزیولوژیکی مختلف و فعال یا مهار شدن سیستم‌های مختلف هورمونی می‌شود. هورمون‌های استرسی (کورتیزول و نوراپی‌نفرین) افزایش معنی‌داری را نشان دادند در حالی که در میزان دوپامین، GH و IGF-1 تغییری مشاهده نشد (۴۰). از جمله دلایل ناهمخوانی این نتایج می‌تواند قرار گرفتن طولانی-مدت در ارتفاع یا شرایط هایپوکسی باشد چرا که

ورزشی دانشگاه گیلان می‌باشد. محققان از همکاری صمیمانه آزمایشگاه کلینیک فرهنگیان استان یزد، از آقای دکتر جوربنیان و خانم سهیلی و تمامی عزیزانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نموده‌اند، تشکر می‌کنند.

توصیه می‌شود که فعالیت مقاومتی با شدت‌های پایین همراه با محدودیت جریان خون و تنفس جایگزین فعالیت‌های مقاومتی با شدت بالا شود یا به صورت ترکیبی در کنار فعالیت‌های مقاومتی شدت بالا مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر

تحقیق حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم

منابع

1. Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, Inoue K, Koizumi K, et al. (2005). Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily "KAATSU" resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*.1(1):6-12.
2. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. (2005). Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*.19(3):572.
3. Abe T, Kearns CF, Sato Y. (2006). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of Applied Physiology*.100(5):1460-6.
4. Abe T, Hinata S, Koizumi K, Sato Y. (2005). Day-to-day change in muscle strength and MRI-measured skeletal muscle size during 7 days KAATSU resistance training: A case study. *International Journal of KAATSU Training Research*.1(2):71-6.
5. Burgomaster KA, Moore DR, Schofield LM, Phillips SM, Sale DG, Gibala MJ. (2003). Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.35(7):1203-8.
6. Etheridge T, Atherton PJ, Wilkinson D, Selby A, Rankin D, Webborn N, et al. (2011). Effects of hypoxia on muscle protein synthesis and anabolic signaling at rest and in response to acute resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*.301(4):E697-702.
7. Fujita T, Kurita K, Sato Y, Abe T. (2008). Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *International Journal of KAATSU Training Research*.4(1):1-8.
8. Fujita T, Brechue WF, Kurita K, Sato Y, Abe T. (2008). Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *International Journal of KAATSU Training Research*.4(1):1-8.
9. Fujita S, Abe T, Drummond MJ, Cadenas JG, Dreyer HC, Sato Y, et al. (2007). Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases

- S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of applied physiology*.103(3):903-10.
10. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. (2005).The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.37(6):955-63.
 11. Hamlin M, Marshall H, Hellemans J, Ainslie P, Anglem N. (2010).Effect of intermittent hypoxic training on 20 km time trial and 30 s anaerobic performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*.20(4):651-61.
 12. Kawamori N, Haff GG. (2004).The optimal training load for the development of muscular power. *Journal of Strength and Conditioning research*.18(3):675-84.
 13. Kraemer WJ, Ratamess NA. (2005).Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports medicine*.35(4):339-61.
 14. Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R, et al. (1990).Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology*.69(4):1442-50.
 15. Khajelandi M, Nikbakht M, Janbozorgi M. (2017).Comparing the effect of 6 weeks of resistance training with and without vascular occlusion on growth hormone levels in female physical education students. *Majallah-i Dānishgāh-i Ulūm-i Pizishki-i Qum*.11(8):29-36.
 16. Kon M, Ikeda T, Homma T, Akimoto T, Suzuki Y, Kawahara T. (2010).Effects of acute hypoxia on metabolic and hormonal responses to resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*.42(7):1279-85.
 17. Kon M, Ikeda T, Homma T, Suzuki Y. (2012).Effects of low-intensity resistance exercise under acute systemic hypoxia on hormonal responses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.26(3):611-7.
 18. Kon M, Nakagaki K, Ebi Y, Nishiyama T, Russell AP. (2015).Hormonal and metabolic responses to repeated cycling sprints under different hypoxic conditions. *Growth Hormone & IGF Research*.25(3):121-6.
 19. Loenneke JP, Fabs CA, Wilson JM, Bemben MG. (2011).Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory. *Med Hypotheses*.77(5):748-52.
 20. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves Jr M, et al. (2012).Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc*.44(3):406-12.
 21. Laurentino G, Ugrinowitsch C, Aihara A, Fernandes A, Parcell A, Ricard M, et al. (2008).Effects of strength training and vascular occlusion. *International journal of sports medicine*.29(08):664-7.
 22. Leite S, Reis A, Colnezi G, Souza F, Ferracini H. (2015).Influence of Vascular Occlusion in Concentration of Growth Hormone and Lactate in Athletes during Strengthening Quadriceps Exercise. *Occup Med Health Aff*.3(195):2.
 23. Meeuwssen T, Hendriksen IJ, Holewijn M. (2001).Training-induced increases in sea-level performance are enhanced by acute intermittent hypobaric hypoxia. *European journal of applied physiology*.84(4):283-90.
 24. Marx JO, Ratamess NA, Nindl BC, Gotshalk LA, Volek JS, Dohi K, et al. (2001).Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.33(4):635-43.
 25. Moore DR, Burgomaster KA, Schofield LM, Gibala MJ, Sale DG, Phillips SM. (2004).Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity

- resistance training with vascular occlusion. *European journal of applied physiology*.92(4-5):399-406.
26. Manimmanakorn A, Hamlin MJ, Ross JJ, Taylor R, Manimmanakorn N. (2013).Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. *Journal of science and medicine in sport*.16(4):337-42.
 27. Manini TM, Clark BC. (2009).Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exercise and sport sciences reviews*.37(2):78-85.
 28. Nishimura A, Sugita M, Kato K, Fukuda A, Sudo A, Uchida A. (2010).Hypoxia increases muscle hypertrophy induced by resistance training. *International journal of sports physiology and performance*.5(4):497-508.
 29. Pearson D, Faigenbaum A, Conley M, Kraemer WJ. (2000).The National Strength and Conditioning Association's basic guidelines for the resistance training of athletes. *Strength & Conditioning Journal*.22(4):14.
 30. Patterson SD, Leggate M, Nimmo MA, Ferguson RA. (2013).Circulating hormone and cytokine response to low-load resistance training with blood flow restriction in older men. *European journal of applied physiology*.113(3):713-9.
 31. Reeves GV, Kraemer RR, Hollander DB, Clavier J, Thomas C, Francois M, et al. (2006).Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *Journal of applied physiology*.101(6):1616-22.
 32. Richalet J-P, Letournel M, Souberbielle J-C. (2010).Effects of high-altitude hypoxia on the hormonal response to hypothalamic factors. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*.299(6):R1685-R92.
 33. STAND P. (2009).Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*.41(3):687-708.
 34. Scott BR, Slattery KM, Sculley DV, Dascombe BJ. (2014).Hypoxia and resistance exercise: a comparison of localized and systemic methods. *Sports Med*.44(8):1037-54.
 35. Suga T, Okita K, Morita N, Yokota T, Hirabayashi K, Horiuchi M, et al. (2009).Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Journal of Applied Physiology*.106(4):1119-24.
 36. Takano H, Morita T, Iida H, Asada K, Kato M, Uno K, et al. (2005).Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *Eur J Appl Physiol*.95(1):65-73.
 37. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. (2000).Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of applied physiology*.88(1):61-5.
 38. Terrados N, Jansson E, Sylven C, Kaijser L(1990).Is hypoxia a stimulus for synthesis of oxidative enzymes and myoglobin? *Journal of Applied Physiology*.68(6):2369-72.
 39. Takarada Y, Sato Y, Ishii N. (2002).Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *European journal of applied physiology*.86(4):308-14.
 40. Takano H, Morita T, Iida H, Asada K-i, Kato M, Uno K, et al. (2005).Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity

resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European journal of applied physiology*.95(1):65-73.

41. West D. The Impact of Exercise-Induced Hormonal Changes on Human Skeletal Muscle Anabolic Responses to Resistance Exercise 2012.



The acute effects of resistance exercise with blood flow and respiratory restriction on blood lactate and growth hormone in collegiate wrestlers

Rahmani A¹, Mirzaei B^{2*}

Received: 16/8/2018

Accepted: 3/2/2019

Abstract

Aim: Resistance training with new methods of exercise such as blood flow and respiration restriction that is more performed at a lower intensity is pursued various physiological responses. Therefore, the main purpose of this study was to determine the effect of blood flow and respiratory restriction on blood lactate concentration and growth hormone in the acute response to resistance exercise in collegiate wrestlers.

Method: In this study, a cross-sectional was used in which 8 collegiate wrestlers with more than two years' experience (mean age 26.87 ± 4.7 years and body mass index 25.26 ± 2.49 kg/m²) were randomly assigned in three conditions including: control (%801RM) and resistance exercise with blood flow and respiratory restriction (%301RM). Four sets with 15 repetitions squat were considered as resistance exercise. Blood samples were collected before and immediately after exercise.

Results: all three types of exercise caused a significant increase in lactate and growth hormone immediately after the exercise ($p < 0.05$), but no significant difference was observed between the groups ($p < 0.05$).

Conclusion: The results of this study indicate that resistance exercise with restriction of blood flow and respiration such as routine resistance training can lead to increased metabolic and hormonal responses. This research also rather confirms the effectiveness of this type of exercise and satisfies the goals such as increased lactate and growth hormone expected from high intensity exercises.

Keywords: KAATSU, Blood flow restricted, Training Mask, Lactate, Growth hormone.

1. MSc student in Exercise Physiology, 2. Professor, University of Guilan

*Email: Mirzaei@united-world-wrestling.org