علوم زیستی ورزشی – بهار ۱۴۰۱
دورهٔ ۱۴، شمارهٔ ۱، ص: ۴۸ –۳۳
نوع مقاله : علمی – پژوهشی
تاریخ دریافت :۱۶ / ۰۲ / ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش : ۰۵/ ۰۶ / ۱۴۰۰

تأثیر چهار هفته تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر عوامل هورمونی آنابولیک، نیتریک اکساید و لاکتات مردان سنگ‌نورد

جواد وکیلی [۱] – امین امیرساسان [۲] – پروانه صانعی*[۳]

۱. دانشیار، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران۲. دانشیار، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

تمرینات مقاومتی (RT) از مهم‌ترین برنامه‌های تمرینی در بیشتر ورزش‌ها از جمله ورزش سنگ‌نوردی است. این تمرینات از طریق افزایش قدرت و استقامت عضله نقش مهمی در بهبود عملکرد ورزشی دارد. به‌تازگی استفاده از محدودیت جریان خون (BFR) به‌عنوان روشی برای بهبود کارایی RT پیشنهاد شده است. ازاین‌رو هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ۴ هفته تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر عوامل هورمونی آنابولیک، نیتریک اکساید و لاکتات مردان سنگ‌نورد بود. در این تحقیق نیمه‌تجربی، به‌صورت هدفمند ۲۰ سنگ‌نورد مرد نخبه با میانگین سنی ۳/۴۲±۲۳/۱ سال و درصد چربی ۲/۲۵±۱۳/۱درصد و حداقل ۲ سال سابقهٔ تمرینی با تخصیص تصادفی در دو گروه تمرین با BFR و تمرین بدون BFR قرار گرفتند. برنامهٔ تمرین مقاومتی ۳ جلسه در هفته و به مدت ۴ هفته و هر جلسه به مدت ۸۰ دقیقه با شدت تمرین ۳۰ درصد حداکثر قدرت بیشینه با یا بدون BFR بود. خون‌گیری در چهار مرحله حالت پایه، پس از آزمون ورزشی اولیه، پس از ۴ هفته تمرین در حالت پایه و بلافاصله پس از قرارداد سنگ‌نوردی پس‌آزمون به‌منظور تعیین سطوح سرمی IGF-1، NO، هورمون رشد و لاکتات خون اخذ شد. در نهایت، داده‌های حاصله با آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ تجزیه‌وتحلیل شدند. در مرحلهٔ پیش‌آزمون، افزایش غلظت IGF-1، NO، هورمون رشد و لاکتات در گروه BFR بیشتر از بدون BFR بود (P<۰/۰۵). علاوه‌بر این، افزایش مقادیر استراحتی NO تنها در گروه BFR معنادار بود (P<۰/۰۵)، اما مقادیر استراحتی IGF-1، GH و لاکتات خون در گروه بدون BFR تغییر معناداری نداشت (P>۰/۰۵). همچنین، پاسخ ورزشی IGF-1، NO و GH صرفاً در گروه BFR به‌طور معناداری افزایش یافت (P<۰/۰۵). به‌نظر می‌رسد تمرین با BFR احتمالاً روشی مناسب برای دستیابی کارامدتر و موثر به سازگاری‌های تمرینی است، لیکن تا زمان انجام مطالعات بیشتر نتایج تحقیق حاضر باید بااحتیاط استفاده شود.

واژگان کلیدی

سنگ‌نوردی، محدودیت جریان خون، نیتریک اکساید، هورمون رشد،IGF-1 .

---

* نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۴۲۳۴۸۵۲۶ **Email:** parvane.sanei@gmail.com

مقدمه

در سال‌های اخیر علاقه‌مندی به رشتهٔ سنگ‌نوردی در ایران به‌نحو چشمگیری افزایش یافته است؛ به‌نحوی که ورزشکاران ایرانی به موفقیت‌های بسیاری در مسابقات آسیایی و جهانی دست یافته‌اند (۱). به‌دلیل اینکه رشتهٔ سنگ‌نوردی برای اولین بار در المپیک ۲۰۲۰ توکیو حضور دارد، بسیاری از کشورها در این زمینه سرمایه‌گذاری کرده‌اند (۲). به‌طور کلی، سنگ‌نوردی داخل سالن دارای ۳ رشتهٔ سرطناب[1]، بولدرینگ[2] و سرعت[3] می باشد و هر کدام از این رشته‌ها ویژگی‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی خاصی را می‌طلبد (۳). ازاین‌رو تلاش مربیان و ورزشکاران بر بهینه کردن روش‌های تمرینی برای نیل به بهبود توان و جلوگیری از آسیب‌های احتمالی متمرکز بوده است (۴). همچنین این رشتهٔ ورزشی اغلب با تکیه بر انقباضات ساعد و بالاتنه انجام می‌گیرد که هم انقباضات ایستا و هم انقباضات پویا را شامل می‌شود که انجام این نوع تمرینات سنگ‌نوردی نسبتاً شدید موجب برهم خوردن تعادل اسیدی- بازی (انباشت اسید لاکتیک تا ۱۱ میلی‌مول بر لیتر) و افت برخی از ظرفیت‌های فیزیولوژیکی، بروز خستگی و افت عملکرد می‌شود (۱). در این خصوص یکی از جالب‌ترین پیشرفت‌های تمرینی که در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته، دستکاری تمرینات مقاومتی بوده است. به‌طور کلی عقیده بر آن است که تمرینات مقاومتی با شدت زیاد (۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) برای افزایش قدرت عضله مورد نیاز است و تمرین با شدت کم، تنش کافی برای نیل به هدف افزایش قدرت را نخواهد داشت (۵). همچنین برخی هورمون‌های آنابولیکی مانند هورمون رشد و عامل رشد شبه‌انسولینی–۱ فقط به تمرینات با شدت زیاد و مقاومتی سنگین پاسخ می‌دهند (۶، ۷). بر این اساس محققان نوعی از تمرینات به نام تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون را پیشنهاد داده‌اند (۸). در این روش تمرینی که با شدت ۱۰-۴۰ درصد حداکثر قدرت بیشینه انجام می‌گیرد، جریان خون ورودی به عضلهٔ فعال از طریق بستن کاف یا کش (تورنیکت) لاستیکی انعطاف‌پذیر به دور قسمت پروگزیمال بازو یا ران، محدود یا متوقف می‌شود (۹). این عمل سبب ایجاد حوضچهٔ خونی موقت در عضو دارای محدودیت جریان خون شده و در پی آن تجمع مواد متابولیکی به‌ویژه اسیدلاکتیک به‌طور موضعی در عضو افزایش می‌یابد که این سبب افزایش غلظت متابولیت‌ها، اسیدی شدن محیط داخلی عضله و کاهش دسترسی به اکسیژن خون موجب آزادسازی هورمون‌های

1. Lead
2. Bouldering
3. Speed

آنابولیکی از محور هیپوتالاموس هیپوفیزی و افزایش سطوح نیتریک اکساید[1] می‌شود (۱۰). شرایط ایسکمی ایجادشده بر اثر تمرینات محدودیت جریان خون که مشابه هیپوکسی است، به افزایش اسید لاکتیک، فعال‌سازی فرایندهای آنژیوژنیک و پاسخ‌های هورمونی منجر می‌شود (۱۱). در حقیقت، محور هورمون رشد-عامل رشد شبه‌انسولین-۱ نقش بسیار مهمی در تولید عوامل رگ‌زایی دارد. این محور از طریق فعال‌سازی فسفاتیدیل اینوزیتول ۳ کیناز[2] (PI3K) و پروتئین کیناز B[3] (PKB) موجب افزایش عامل محور هایپوکسیو احتمالاً افزایش بیان ژن عوامل درگیر در رگ‌زایی می‌شود (۱۲). از مهم‌ترین عوامل آزادشونده از اندوتلیوم NO است که به‌وسیلهٔ آنزیم نیتریک اکساید سنتاز از ال- آرژینین ساخته می‌شود و در فرایندهای گوناگون همچون انتقال عصبی، اعمال عروقی، دفاع و التهاب درگیر است (۱۳). NO سبب گشاد شدن رگ‌ها، ممانعت از تجمع پلاکت‌ها و همچنین ممانعت از چسبندگی لوکوسیت‌ها می‌شود. نشان داده شده است که NO عاملی مهم در ایجاد آنژیوژنز است (۱۴). همچنین تمرینات با محدودیت جریان خون تمریناتی کارامد برای بهبود عوامل جسمانی مختلف است و موجب افزایش قدرت عضلانی و بهبود عملکرد ورزشی می‌شود و بر این اساس، مطالعات بیانگر این هستند که چنانچه یک برنامهٔ تمرینی با شدت کمتر (برای مثال کمتر از ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه)، اما همراه با محدودیت جریان خون انجام گیرد، سبب فشار کمتر بر مفاصل و لیگامنت‌ها و بروز آسیب کمتری خواهد شد، اما در همان حالت نیز از تحریک کافی برای افزایش قدرت عضلانی برخوردار خواهد بود (۱۵). ازاین‌رو تمرینات با شدت ۲۰ تا ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه همراه با محدودیت جریان خون در عضلات، به‌عنوان روش تمرینی جدید جهت جایگزینی تمرینات سنتی معرفی شده است (۱۶). در واقع، ارتباط قوی بین هیپوکسی، مقادیر لاکتات، افزایش هورمون رشد، آنژیوژنز و افزایش عملکرد ورزشی در پی تمرینات با محدودیت جریان خون مشاهده شده است (۱۴، ۱۷). به‌طور مثال، آقائی و همکاران (۲۰۱۹) با مطالعه ۱۰ مرد و ۱۰ زن سنگ‌نورد نخبه اعلام کردند که ۴ هفته تمرین سنگ‌نوردی با BFR موجب افزایش عوامل آنژیوژنز، هورمون رشد و عملکرد ورزشی شده بود (۱۸). همچنین فرگوسن[4] و همکاران (۲۰۱۸) با مطالعهٔ شش مرد در دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون در یک جلسه تمرین باز کردن زانو با ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه و تعداد تکرار (۳۰-۱۵-۱۵-۱۵) و فشار کاف ۱۱۰ میلی‌متر جیوه نشان دادند که بیان ژن

1 . Nitric Oxide
2. Phosphoinositide 3-kinase
3 . Protein Kinase B
4 . Ferguson

عامل رشد اندوتلیال عروقی و eNOS در گروه با محدودیت نسبت به گروه بدون محدودیت افزایش بیشتری داشته است (۱۲). همچنین جنسن[1] و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تأثیر تمرینات ورزشی منظم و تمرینات مقاومتی (۲۰ روز تمرین) بر شاخص‌های آمادگی عضلانی، غلظت لاکتات و IGF-I در مردان میانسال نظامی نیروی دریایی دریافتند که میزان یک تکرار بیشینه در حرکات پرس سینه و اسکات به‌طور معناداری افزایش یافته است (۶). براساس گزارش پترسون[2] و همکاران (۲۰۱۳)، IGF-1 پلاسما پس از وهلهٔ حاد تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت در مردان مسن تغییری نشان نداد (۱۹). ازاین‌رو با آنکه محققان و دانشمندان ورزشی در پی دستیابی به راهکارهای کارامدتر و جدیدتر برای بهبود عملکرد ورزشی هستند و عدم انجام پژوهش‌های جامع در مورد اثربخشی و سودمندی تمرینات محدودیت جریان خون و نیز با توجه به اینکه بخش بزرگی از مطالعات انجام‌گرفته بر شاخص‌های مرتبط با هایپرتروفی عضلانی و نیز ایمنی و سلامت این نوع تمرینات متمرکز شده است، تاکنون تأثیر ترکیب تمرین مقاومتی با وزنه همراه با محدودیت جریان خون اندام‌های فوقانی بر هورمون‌های آنابولیکی ورزشکاران (به‌طور خاص در رشتهٔ سنگ‌نوردی) به‌طور جامع بررسی نشده است. همچنین با بررسی پیشینهٔ تحقیق در زمینهٔ محدودیت جریان خون و تمرینات مقاومتی با وزنهٔ تمرینی و ارزیابی هورمون رشد، IGF-1، نیتریک اکساید و لاکتات ورزشکاران سنگ‌نورد تحقیقی یافت نشده است. بنابراین تحقیق در این زمینه و بررسی سازگاری‌های احتمالی ناشی ار تمرینات محدودیت جریان خون ضروری به‌نظر می‌رسد تا به این پرسش پاسخ داده شود که آیا ۴ هفته تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر سطوح هورمونی سنگ‌نوردان تأثیر دارد یا نه؟

روش تحقیق

تحقیق حاضر در قالب طرح نیمه‌تجربی دوگروهی (گروه تمرینی با محدودیت جریان خون و گروه تمرینی بدون محدودیت جریان خون) با چهار مرحله اندازه‌گیری انجام گرفت. در پژوهش حاضر از میان تمامی مردان داوطلب سنگ‌نورد ۲۰-۳۰ ساله که حداقل دو سال سابقهٔ فعالیت در رشتهٔ سنگ‌نوردی داشتند و درجهٔ سختی صعود آنها بین ۵/۱۰b و ۵/۱۳a بود، دارای آسیب (به‌ویژه در اندام فوقانی) نبودند و طی شش ماه گذشته مکمل یا داروی خاصی را مصرف نکرده بودند، ۲۰ نفر انتخاب شدند. باید خاطرنشان

1. Jensen
2. Patterson

شود که شرکت‌کنندگان در تحقیق اغلب دارای عناوین استانی و ملی بودند که به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. دو هفته پیش از شروع طرح تحقیق، سنگ‌نوردان دارای آسیب ورزشی و خارج از محدودهٔ درجهٔ سختی مسیر ذکر شده بودند، از تحقیق کنار گذاشته شدند. یک هفته پیش از شروع طرح تحقیق، آزمودنی‌ها پس از اندازه‌گیری شاخص‌های مربوط به درجهٔ سختی مسیر، اکسیژن مصرفی بیشینه (آزمون بروس روی نوار گردان) و درصد چربی بدن (با استفاده از ضخامت‌سنج پوستی[1] و فرمول هفت‌نقطه‌ای دانشکدهٔ پزشکی ورزشی آمریکا[2] به‌صورت تخصیص تصادفی در یکی از دو گروه تمرین سنگ‌نوردی با و بدون BFR قرار گرفتند. سه روز پیش از شروع و اجرای طرح تحقیق، همهٔ افراد انتخاب‌شده با حضور در جلسهٔ هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری توسط محقق، با تکمیل رضایت‌نامه و پرسشنامهٔ سلامتی تحت معاینات پزشکی قرار گرفتند. پرسشنامه‌های وضعیت سلامت و ثبت سه‌روزهٔ دریافت غذایی بین افراد توزیع شد و رژیم غذایی افراد توسط کارشناس تغذیه آنالیز شد و پیش از شروع تمرین، طی جلسه‌ای به هریک از افراد شرکت‌کننده مشاورهٔ غذایی به‌منظور اصلاح عادات غذایی و پیروی از رژیم غذایی استاندارد در نظر گرفته‌شده برای تمام آزمودنی‌ها داده شد تا تأثیر عامل مداخله‌گر محتوای رژیم غذایی به حداقل برسد. پیش از شروع تحقیق مجوز اخلاق پزشکی برای اجرای طرح از کمیتهٔ منطقه‌ای اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تبریز اخذ شد. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزارهای MedCalc و براساس مطالعات قبلی با احتساب سهم اثر پنج صدم درصد و در نظر گرفتن خطای نوع اول ۰/۰۵ تعداد ۲۰ نفر تعیین شد (۲۰).

برنامهٔ تمرینی و قرارداد سنگ‌نوردی

برنامهٔ تمرینی مقاومتی شامل ۴ هفته تمرین مقاومتی و هر هفته ۳ جلسهٔ ۸۰ دقیقه‌ای بود. شدت تمرین براساس درصدی از یک تکرار بیشینه (1RM) (حداکثر وزنه‌ای که برای یک حرکت می‌توان بلند کرد) تعیین شد. یک تکرار بیشینه در حرکت‌های موردنظر با استفاده از فرمول برزیسکی برای هر فرد مطابق معادلهٔ زیر محاسبه شد:

یک تکرار بیشینه (Kg) = (وزنهٔ جابه‌جاشده) / {(۱/۰۲۷۸)-(۰/۰۲۷۸×تکرار)}

برای جلسات تمرینی همراه با محدودیت جریان خون، فشار واردشده روی موضع از فشار سیستولی همان موضع فرد بیشتر بود و پس از هر هفته حدود ۲۰ میلی‌متر جیوه افزایش پیدا کرد. حرکات تمرینی

1. Caliper
2. American College of Sports Medicine *(*ACSM*)*

شامل شش حرکت به‌ترتیب زیر بغل با دستگاه لت، جلو بازو لاری، سرشانه اسمیت، پرس سینه، بارفیکس و ساعد به‌صورت محقق‌ساخته بود. دلیل انتخاب این حرکات درگیری بیشتر این عضلات در رشتهٔ سنگ‌نوردی است (۲۱). تمرینات شامل ۳ ست با ۱۰ تکرار و شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد 1RM همراه با دو دقیقه استراحت بین ست‌ها و حرکات بود. شایان ذکر است که دو برنامهٔ تمرینی به لحاظ هزینهٔ انرژی ایزوکالریک بودند.

آزمودنی‌های هر دو گروه به مدت ۴ هفته، هر هفته ۳جلسه تمرین بدنسازی و در مجموع ۱۲ جلسه تمرین داشتند. شایان ذکر است که علاوه‌بر تمرین بدنسازی تمامی نفرات برنامهٔ سنگ‌نوردی خود را در برنامهٔ کاری خود داشتند. برخی تحقیقات انجام‌گرفته در خصوص مدت زمان تمرین حاکی از آن است که ۱۲ جلسه تمرین مقاومتی برای اثربخش بودن عوامل تحت بررسی کافی است (۲۴-۲۲). روایی کاف با استفاده از روش سونوگرافی ارزیابی ۰/۹۱ محاسبه شد. یک هفته پیش از شروع تحقیق، دو جلسهٔ آشنایی با تمرینات و نحوهٔ تمرین برای آزمودنی‌ها گذاشته شده بود. در گروه با محدودیت جریان خون، هنگام اجرای تمرینات مقاومتی از کاف‌ها برای بستن قسمت پروگزیمال بازو استفاده شد و در زمان استراحت باز شد. درحالی‌که گروه بدون محدودیت جریان خون بدون استفاده از کاف‌ها تمرینات خود را انجام دادند.

جدول ۱. مشخصات برنامهٔ تمرینی مقاومتی

شاخص‌های برنامهٔ تمرین مقاومتی	تمرین مقاومتی کم شدت با محدودیت جریان خون	تمرین مقاومتی با شدت بالا و بدون محدودیت جریان خون
شدت تمرین	**۳۰ درصد1RM**	**۷۰-۸۰درصد1RM**
تعداد حرکات	**۶**	**۶**
تعداد ست‌ها	**۴**	**۳**
تعداد تکرارها	**۳۰-۱۵-۱۵-۱۵**	**۱۰**
فاصلهٔ استراحت بین ست‌ها	**۳۰ ثانیه**	**۶۰ ثانیه**
فاصلهٔ استراحت بین حرکات	**دو دقیقه**	**دو دقیقه**

شایان ذکر است که سنگ‌نوردان برای دانستن سختی مسیر و مقدار توان و مهارت لازم برای صعود از یک زبان مشترک برای مشخص کردن سختی مسیرهای سنگ‌نوردی تحت عنوان درجه‌بندی سختی مسیرها (سامانهٔ اعشاری یوسه‌میتی[1]) استفاده کردند. این سامانه از ۵/۱ شروع می‌شود و تا ۵/۱۵ ادامه

1 . Yosemite

می‌یابد و سطوح متوسط بین ۵/۱۰ تا ۵/۱۵ با حروف a،b،c و d تقسیم شده است. به‌طور نمونه، درجهٔ سختی مسیر ۵/۱۱d سنگین‌تر و سخت‌تر از درجهٔ سختی مسیر ۵/۱۱ b است. درجهٔ سختی بانوان در تحقیق حاضر بین ۵/۱۰b تا ۵/۱۱d و برای آقایان بین ۵/۱۱b تا ۵/۱۳a بود. برای افزایش شدت تمرین در ۴ هفته علاوه‌بر افزایش تکرار حرکات، نوع حرکات و شیب دیواره نیز تغییر پیدا کرد. تمرینات در هفته‌های اول از سطوح متوسط شروع شد و به‌تدریج به سطوح بالاتر ارتقا یافت.

روش اعمال محدودیت جریان خون

برای نیل به هدف محدود کردن جریان خون و افزایش فشار وارده بر عضله در گروه تمرینی با BFR، از کاف برزنتی محقق‌ساخته با طول ۸۵ سانتی‌متر و عرض ۶ سانتی‌متر استفاده شد که درون آن یک تیوپ لاستیکی با قطر ۳ سانتی‌متر و طول ۱۵ سانتی‌متر قرار داشت که دارای دو مجرا بود؛ یکی برای ورود هوا و دیگری برای نصب بارومتر که فشار داخل آن تا ۳۰۰ میلی‌متر جیوه قابل افزایش بود. شایان توجه است که در این پژوهش، فشار کاف از ۴۰ میلی‌متر جیوه شروع و در انتها به فشار ۱۰۰ میلی‌متر جیوه رسید که به‌صورت افزایش هفتگی ۲۰ میلی‌متر جیوه بود (۲۵). نمونهٔ خون گرفته‌شده از ورید بازویی آزمودنی‌ها در لوله‌های حاوی ضدانعقاد اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA)، قرار داده شد تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌ها در دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد. به‌منظور جداسازی سرم و اندازه‌گیری شاخص‌های خونی در داخل دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد استفاده شد. غلظت IGF-I سرمی با استفاده از کیت الایزای Elabscience ساخت آلمان (حساسیت ۱۸/۷۵ پیکوگرم بر میلی‌لیتر و CV ۴/۲ درصد) و غلظت GH با استفاده از کیت الایزای کیت Diasorin ساخت ایتالیا (حساسیت ۰/۰۲ نانوگرم بر میلی‌لیتر و CV ۴/۸ درصد) اندازه‌گیری شد. ابتدا برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و از آزمون تحلیل واریانس ۲×۲ و تی مستقل برای بررسی تفاوت بین مراحل و بین‌گروهی استفاده شد. داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ سطح معناداری ۰/۰۵ تجزیه‌وتحلیل شدند.

نتایج و یافته‌های تحقیق

در جدول ۱ مشخصات پیکرشناختی آزمودنی‌ها ارائه شده است.

جدول ۲. مشخصات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

شاخص‌های مورد مطالعه		گروه (میانگین±انحراف استاندارد)	
		با محدودیت جریان خون	بدون محدودیت جریان خون
سن (سال)		۲۳/۹±۱/۳۷	۲۲/۸±۱/۳۱
وزن (کیلوگرم)		۶۴/۳±۳/۷۷	۶۶/۴±۴/۶۶
قد (متر)		۱۷۲/۲±۳/۲۹	۱۷۳/۸±۳/۷۹
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم در متر مربع)		۲۱/۲±۱/۷۵	۲۱/۳±۱/۴۹
درصد چربی(٪)	قبل	۱۲/۷±۲/۳۱	۱۳/۶±۲/۲۲
	بعد	۱۰/۲±۲/۴۸	۱۲/۵±۲/۴۱

در جدول ۲ مقادیر متغیر وابسته در هر دو گروه ذکر شده است.

غلظت IGF-1، NO، هورمون رشد و لاکتات در مرحلهٔ پیش از شروع برنامهٔ چهارهفته‌ای تمرین و پس از یک جلسه قرارداد سنگ‌نوردی با و بدون BFR به‌طور معناداری افزایش یافت، اما این افزایش در گروه BFR نسبت به بدون BFR بیشتر و معنادار است (P<۰/۰۵). علاوه‌بر این، مقادیر استراحتی NO در پاسخ به ۴ هفته تمرین مقاومتی صرفاً در گروه BFR افزایش معناداری داشت (P<۰/۰۵)، اما مقادیر استراحتی IGF-1، GH و لاکتات خون در پاسخ به ۴ هفته تمرین مقاومتی در هیچ‌یک از دو گروه تفاوتی نداشت (P>۰/۰۵).

همچنین، پاسخ ورزشی IGF-1، NO و GH پس از ۴ هفته تمرین صرفاً در گروه BFR به‌طور معناداری افزایش یافت (P<۰/۰۵)، اما در گروه BFR نسبت به NBFR افزایش بیشتری یافت. پاسخ ورزشی مقادیر لاکتات در گروه BFR به‌طور معناداری کاهش یافت، اما این کاهش در گروه BFR نسبت به NBFR کاهش معناداری داشت (P<۰/۰۵). همچنین بهبود عملکرد (درجهٔ صعود) در هر دو گروه معنادار بود (P<۰/۰۵)، اما بهبود عملکرد در گروه تمرین با BFR به‌طور معناداری بیشتر از گروه NBFR بود.

جدول۳. تغییرات هریک از شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده

شاخص‌ها	گروه	مقادیر شاخص‌ها (میانگین ± انحراف استاندارد)			
		حالت پایه قبل از قرارداد تمرین	پس از اولین قرارداد ورزشی	حالت پایه پس از قرارداد تمرین	پس از دومین قرارداد ورزشی
IGF-I (ng/ml)	BFR	۲۲۴/۲۰±۱۶/۵۲	*۳۲۱/۵۰±۳۳/۵۴	۲۲۲/۸۰±۱۴/۶۱	*۳۶۵/۹۰±۳۷/۰۱
	NBFR	۲۱۸/۱۰±۲۹/۲۵	۲۴۱/۸۰±۲۵/۴۸	۲۱۲/۸۰±۱۹/۵۰	۲۵۱/۱۰±۲۱/۰۳
GH (ng/ml)	BFR	۱/۰۴±۰/۲۳	*۱۶/۶۵±۲/۵۷	۱/۲۱±۰/۱۹	*۱۲/۷۹±۱/۷۲
	NBFR	۱/۰۵±۰/۲۹	۵/۵۹±۱/۱۹	۱/۱۹±/۲۰	۵/۶۸±۱/۳۵
NO (میکرومول/ لیتر)	BFR	۲۹/۸۵±۲/۵۳	*۱۶۰/۳۵±۱۱/۸۲	۴۶/۸۹±۵/۴۸	*۱۲۳/۱۳±۱۱/۹۱
	NBFR	۳۱/۰۶±۲/۶۹	۹۷/۶۲±۵/۹۸	۳۱/۷۳±۱/۳۱	۹۷/۰۴±۷/۵۳
لاکتات (میلی‌مول/لیتر)	BFR	۱/۵۳±۰/۲	*۸/۱۲±۱/۰۱	۱/۷۱±۰/۳	۳/۴۷±۰/۶۸
	NBFR	۱/۶۵±۰/۲	۴/۰۲±۰/۹	۱/۸۶±۰/۳	*۵/۴۶±۰/۶۴

BFR، با محدودیت جریان خون؛ NBFR، بدون محدودیت جریان خون، *تفاوت معنادار بین گروه‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ۴ هفته تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر عوامل هورمونی آنابولیک، نیتریک اکساید و لاکتات مردان سنگ‌نورد بود. نتایج نشان داد که غلظت IGF-1، NO، هورمون رشد و لاکتات در مرحلهٔ پیش از شروع برنامهٔ چهارهفته‌ای تمرین و پس از یک جلسه قرارداد سنگ‌نوردی با و بدون BFR به‌طور معناداری افزایش یافت، اما این افزایش در گروه BFR نسبت به NBFR بیشتر و معنادار بود. علاوه‌بر این، مقادیر استراحتی NO در پاسخ به ۴ هفته تمرین مقاومتی صرفاً در گروه BFR افزایش معناداری داشت، اما مقادیر استراحتیIGF-1، GH و لاکتات خون در پاسخ به ۴ هفته تمرین مقاومتی در هیچ‌یک از دو گروه تفاوتی نداشت. همچنین پاسخ ورزشی IGF-1، NO و GH پس از ۴ هفته تمرین صرفاً در گروه BFR به‌طور معناداری افزایش یافت، اما در گروه BFR نسبت به NBFR افزایش بیشتری یافت. پاسخ ورزشی مقادیر لاکتات در گروه BFR به‌طور معناداری کاهش یافت، اما این کاهش در گروه BFR نسبت به NBFR کاهش معناداری داشت (P<۰/۰۵). همچنین بهبود عملکرد (درجهٔ صعود) در هر دو گروه معنادار بود (P<۰/۰۵)، اما بهبود عملکرد در گروه تمرین با BFR به‌طور معناداری بیشتر از گروه NBFR بود.

در این زمینه نتیجهٔ تحقیق مبنی بر تأثیر معنادار ۴ هفته تمرین سنگ‌نوردی با محدودیت جریان خون بر افزایش هورمون رشد سرمی با نتایج برخی تحقیقات از جمله پترسون و همکاران (۲۰۱۳) و لارکین[1] و

1. Larkin

همکاران (۲۰۱۲) همسوست (۱۷، ۱۹). این نکته باید خاطرنشان شود که کاهش اکسیژن‌رسانی (سرکوب سوخت‌وساز هوازی) طی تمرینات با BFR باعث افزایش موضعی تجمع لاکتات در سطح عضلهٔ فعال در فعالیت بدنی و از این طریق به افزایش ترشح GH از هیپوفیز قدامی و پاسخ ناشی از ورزش آن منجر می‌شود (۲۶). همچنین افزایش GH در گروه تمرین ورزشی سنگ‌نوردی بدون BFR نشان‌دهندهٔ پاسخ هورمون رشد به فعالیت ورزشی شدید است. براساس نتایج تحقیقات پیشین، افزایش GH زمانی روی می‌دهد که شدت تمرین در حد بالا و فواصل استراحت بین تمرین کوتاه (یک دقیقه) باشد. به‌نظر می‌رسد هنگامی‌که برنامه‌های تمرینی با شدت متوسط و دوره‌های کوتاه استراحت استفاده می‌شود، پاسخ GH نیز افزایش می‌یابد. حجم تمرین نیز محرک قوی در پاسخ GH به‌شمار می‌رود. اسیدوز بیشتر (غلظت لاکتات خون بیشتر) به احتمال زیاد به افزایش پاسخ GH کمک می‌کند. اهمیت حجم تمرینی در پاسخ بیشتر GH در تعدادی از مطالعات دیگر تأیید شده است. به‌طور معمول افزایش غلظت GH با مدت زمان فعالیت و شدت آن رابطهٔ مستقیم دارد. همچنین به‌نظر می‌رسد پاسخ حاد هورمونی و سازش‌پذیری با آن، تا حد زیادی به نوع برنامهٔ تمرینی وابسته است. متغیرهایی چون بار تمرین، تعداد تکرارها ، مقدار استراحت بین نوبت‌ها ، حجم عضلات درگیر و تعداد جلسات در هفته از آن جمله هستند. توضیح دیگر برای افزایش GH پس از تمرینات ورزشی، ممکن است مربوط به افزایش هیپوگلیسمی، اثر تحریکی قشر حرکتی و فعال‌سازی سیستم عصبی سمپاتیک (نور اپی‌نفرین) و تأثیر آن بر هیپوتالاموس باشد. همچنین فعالیت ورزشی سبب کاهش pH شده و به‌عنوان عوامل اصلی مؤثر بر واکنش هورمون‌ها از جمله GH به فعالیت ورزشی نام برده شده است (۷).

پس از تمرینات با شدت بالاتر از آستانهٔ لاکتات ثابت شده است که ترشح ضربانی GH در حالت استراحت تقویت می‌شود (۲۷). اما در برخی مطالعات کاهش (۲۷) یا افزایش (۲۸) یا عدم تأثیر (۲۹) بر GH گزارش شده است. با این حال، این تغییر ممکن است مربوط به کاهش شدت نسبی فعالیت ورزشی طی یک دوره تمرینات ورزشی باشد. هنگامی‌که افراد تمرین‌کرده با همان شدت نسبی فعالیت می‌کنند، برای بهبود عملکرد، یک پاسخ GH بزرگ‌تر به محرک دیده می‌شود (۲۸).

در این زمینه نتایج تحقیق گادفری[1] و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد میزان ترشح هورمون رشد پس از اجرای تمرینات قدرتی با شدت متوسط و تکرار زیاد تا حد زیادی افزایش پیدا می‌کند. این محققان اصلی‌ترین دلیل این مسئله را به افزایش میزان نیتریک اکسید (NO) و لاکتات نسبت دادند. نیتریک اکسید از مهم‌ترین انتقال‌دهنده‌های

1. Godfrey

درون‌سلولی و بین‌سلولی است که نقش مهمی در کنترل رهاسازی هورمون رشد از محور هیپوتالاموس-هیپوفیز دارد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد مسبب تسهیل رهاسازی هورمون رشد از هیپوفیز قدامی به گردش عمومی خون، نیتریک اکسید باشد (۳۰). افزایش فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک به‌عنوان یکی از دلایل افزایش ترشح هورمون رشد پس از تمرینات با شدت متوسط و زیاد عنوان شده است. افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک سبب ترشح اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و تحریک فعالیت نورون‌های آدرنرژیک شده که پس از آن میزان ترشح هورمون رشد افزایش می‌یابد . همچنین، یافتهٔ تحقیق حاضر با نتایج کیم[1] و همکاران (۲۰۱۴) که نشان دادند پس از تمرین قدرتی با انسداد عروقی هورمون رشد، افزایش معناداری داشته است، همخوانی داشت (۳۱). افزایش معنادار هورمون رشد در گروه با محدودیت جریان خون را می‌توان ناشی از شرایط هایپوکسی دانست که موجب تجمع متابولیت‌ها و در نتیجه افزایش غلظت GH به مقدار زیادتری در مقایسه با تمرینات مقاومتی می‌شود (۳۲). با این حال، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج تاکانو[2] و همکاران (۲۰۰۵) (۳۲)، پولینن[3] و همکاران (۲۰۰۲) (۳۳) همسو نبود. براساس نتایج بسیاری از تحقیقات، دلایل این تفاوت به عوامل متعدد مؤثر بر ترشح این هورمون از جمله سطح سن، جنسیت، تمرین و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها نسبت داده می‌شود (۳۴). سیلوا[4] و همکاران (۲۰۰۳) نیز دلایل کاهش هورمون رشد در برخی مطالعات را پیروی سنتز هورمون رشد از یک بازخورد منفی بیان کردند، بدین‌ترتیب که افزایش هورمون رشد موجب کاهش تحریک سنتز خود هورمون یا کاهش اثر متقابل با گیرنده‌ها در بافت‌های مختلف بدن می‌شود (۳۵).

یافته‌های تحقیق حاضر حاکی از آن است که پس از ۴ هفته تمرین مقاومتی با BFR، مقادیر پایهٔ NO افزایش یافته است، ولی تمرین مقاومتی بدون BFR به تغییر معنادار NO منجر نشد. به‌عبارتی اثر طولانی‌مدت تمرین با محدودیت جریان خون روی سطوح استراحتی NO سرمی تأثیر داشته است. از جمله تحقیقات انجام‌گرفته در این زمینه که با نتیجهٔ تحقیق حاضر مبنی بر افزایش NO همخوانی دارد، تحقیقات فرگوسن و همکاران (۲۰۱۸) ولارکین و همکاران (۲۰۱۲) است (۱۲، ۱۷). به‌طور مثال، فرگوسن و همکاران (۲۰۱۸) با تحقیق روی شش مرد در دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون گزارش کردند که یک جلسه تمرین باز کردن زانو با ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه و تعداد تکرار (۳۰-۱۵-۱۵-۱۵) و فشار

1. Kim
2. Takano
3. Pullinen
4. Silva

کاف ۱۱۰ میلی‌متر جیوه، eNos، در گروه با محدودیت نسبت به گروه بدون محدودیت افزایش بیشتری داشته است (۱۲).

همچنین لارکین و همکاران (۲۰۱۲) با تحقیق روی مردان سالمند و جوانان سالم نشان دادند که تمرینات با محدودیت جریان خون موجب افزایش بیان فاکتور رشد اندوتلیال عروقی و NOS در گروه محدودیت جریان خون نسبت به گروه بدون محدودیت جریان خون شده است (۱۷). علت همسو بودن نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات عنوان‌شده، می‌تواند این مسئله باشد که طی تمرین ورزشی با کاهش سطوح گلیکوژن عضلانی، AMPK[1] فسفریله شده و فعال می‌شود و از طریق افزایش PGC1a سبب افزایش بیان ژن عامل رشد اندوتلیال و NO می‌شود (۳۶). افزایش جریان خون سیستمی و موضعی از مهم‌ترین نیازهای بدن طی انواع مختلف فعالیت ورزشی و سازگاری‌های متعاقب تمرینات ورزشی است که به تأمین مواد سوخت‌وسازی اندام‌ها و رفع استرس فیزیولوژیکی در حین ورزش منجر می‌شود که برای رفع این شرایط استرسی هنگام فعالیت ورزشی در ساختار عروقی عضلهٔ اسکلتی فرایندی به نام آنژیوژنز روی می‌دهد (۱۲) که در پاسخ به محرک‌هایی مانند هایپوکسی،[2] تنش‌های برشی، انقباض و کشش عضله، انواع سایتوکین‌ها،[3] هورمون رشد (GH) و فعالیت ورزشی بر مهاجرت و تکثیر سلول‌های اندوتلیال تأثیر می‌گذارد و القا می‌شود (۳۷). با وجود تاثیر همهٔ این عوامل در تنظیم NO ، هیپوکسی مهم‌ترین تنظیم‌کنندهٔ رگ‌زایی است. همچنین تنظیم بیان ژن NO در پاسخ به هیپوکسی تا حدود زیادی از طریق فاکتور القاشونده با هایپوکسی (HIF-1a) تنظیم می‌شود. در تأیید این بحث، افزایش HIF-1a و در ادامه افزایش بیان NO در تمرین مقاومتی کم‌شدت با و بدون محدودیت جریان خون گزارش شده است (۳۸). سه محرک اولیهٔ شناخته‌شده برای تحریک وقایع سلولی و مولکولی که موجب تحریک افزایش مویرگ‌زایی عضلانی می‌شوند عبارت‌اند از: ۱. افزایش تنش عضله در طول انقباض عضله ، ۲. محرک‌های متابولیک مانند فشار کم اکسیژن شریانی و ۳. تغییرات در تنش دیوارهٔ عروق یا تنش برشی (۱۲).

ازاین‌رو، تمرین با BFR ممکن است روش مناسبی برای دستیابی کارامدتر و مؤثر به سازگاری‌های تمرینی است، ازاین‌رو تا زمان انجام مطالعات بیشتر نتایج تحقیق حاضر باید بااحتیاط استفاده شود.

1. Adenosine monophosphate-activated protein kinase
2 . Hypoxia
3. Cytokine

تقدیر و تشکر

تحقیق حاضر حاصل پایان‌نامهٔ دانشجویی کارشناسی ارشد در دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز است. از تمام افرادی که در این تحقیق همکاری کرده‌اند، تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

ملاحظات اخلاقی: پروتکل این مطالعه مورد ندارد.

منافع متقابل: مؤلف اظهار می‌دارد که منافع متقابلی از تألیف یا انتشار این مقاله ندارد.

منابع و مآخذ

1. Li L, Ru A, Liao T, Zou S, Niu XH, Wang YT. Effects of Rock Climbing Exercise on Physical Fitness among College Students: A Review Article and Meta-analysis. Iran J Public Health. 2018;47(10):1440-52
2. Lutter C, El-Sheikh Y, Schöffl I, Schöffl V. Sport climbing: medical considerations for this new Olympic discipline. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine; 2017
3. Espana-Romero V, Jensen RL, Sanchez X, Ostrowski ML, Szekely JE, Watts PB. Physiological responses in rock climbing with repeated ascents over a 10-week period. Eur J Appl Physiol. 2012;112(3):821-8
4. MacKenzie R, Monaghan L, Masson RA, Werner AK, Caprez TS, Johnston L, et al. Physical and Physiologic Determinants of Rock Climbing. Int J Sports Physiol Perform. 2019:1-30
5. Hasani M, Karimi M, Sharifian M. Comparison of the effect of resistance training with blood flow restriction and traditional method on hormonal responses in young male bodybuilders. Asian Exercise and Sport Science Jour nal. 2018;2(1):18-29.
6. Jensen AE, Palombo LJ, Niederberger B, Turcotte LP, Kelly KR. Exercise training with blood flow restriction has little effect on muscular strength and does not change IGF-1 in fit military warfighters. Growth Hormone & IGF Research. 2016;27:33-40.
7. 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 Research. 2010;20(5):380-5
8. Mitchell EA, Martin NRW, Turner MC, Taylor CW, Ferguson RA. The combined effect of sprint interval training and postexercise blood flow restriction on critical power, capillary growth, and mitochondrial proteins in trained cyclists. J Appl Physiol (1985). 2019;126(1):51-9
9. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood Flow Restriction Exercise Position Stand: Considerations of Methodology, Application, and Safety. Front Physiol. 2019;10:533

10. Centner C, Zdzieblik D, Roberts L, Gollhofer A, Konig D.Effects of Blood Flow Restriction Training with Protein Supplementation on Muscle Mass And Strength in Older Men. J Sports Sci Med. 2019;18(3):471-8
11. Montgomery R, Paterson A, Williamson C, Florida-James G, Ross MD. Blood Flow Restriction Exercise Attenuates the Exercise-Induced Endothelial Progenitor Cell Response in Healthy, Young Men. Front Physiol. 2019;10:447
12. Ferguson RA, Hunt JEA, Lewis MP, Martin NRW, Player DJ, Stangier C, et al. The acute angiogenic signalling response to low-load resistance exercise with blood flow restriction. Eur J Sport Sci. 2018;18(3):397-406
13. Bond V, Curry BH, Kumar K, Pemminati S, Gorantla VR, Kadur K, et al. Restricted Blood Flow Exercise in Sedentary, Overweight African-American Females May Increase Muscle Strength and Decrease Endothelial Function and Vascular Autoregulation. J Pharmacopuncture. 2017;20(1):23-8
14. 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. Eur J Appl Physiol. 2016;116(4):749-57
15. Yasuda T, Meguro M, Sato Y, Nakajima T. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey in 2016. International Journal of KAATSU Training Research. 2017;13(1):1-9
16. Valenzuela PL, Sanchez-Martinez G, Torrontegi E, Vazquez-Carrion J, Gonzalez M, Montalvo Z, et al. Acute responses to On-Court Repeated-Sprint Training Performed With Blood Flow Restriction vs Systemic Hypoxia in Elite Badminton Athletes. Int J Sports Physiol Perform. 2019:1-27
17. Larkin KA, Macneil RG, Dirain M, Sandesara B, Manini TM, Buford TW. Blood flow restriction enhances post-resistance exercise angiogenic gene expression. Med Sci Sports Exerc. 2012;44(11):2077-83
18. Aghaei m, Vakili j, Amirsasan R. The Effect Of Rock Climbing With Or Without Blood Flow Restriction On Exercise Induced Responses Of Vascular Endothelial Growth Factor And Growth Hormone In Elite Climbers: An Intervention Trial. Urmia Medical Journal. 2019;30(5):405-14
19. Patterson SD, Leggate M, Nimmo MA, Ferguson RA. Circulating hormone and cytokine response to low-load resistance training with blood flow restriction in older men. Eur J Appl Physiol. 2013;113(3):7.۱۳ ۹
20. Kim J, Seo BS. How to calculate sample size and why. Clinics in orthopedic surgery. 2013;5(3):235-42
21. Deyhle MR, Hsu HS, Fairfield TJ, Cadez-Schmidt TL, Gurney BA, Mermier CM. Relative Importance of Four Muscle Groups for Indoor Rock Climbing Performance. J Strength Cond Res. 2015;29(7):2006-14

22. Buckner SL, Dankel SJ, Counts BR, Jessee MB, Mouser JG, Mattocks KT, et al. Influence of cuff material on blood flow restriction stimulus in the upper body. J Physiol Sci. 2017;67(1):207-15
23. Papini C, Sousa N, Bertucci D, Bertolini N, Acedo L, Gobbi S. Protocols with blood flow restriction during resistance training: a systematic review. Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde. 2014;19(6):667
24. Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ . Exercise and blood flow restriction. J Strength Cond Res. 2013;27(10):2914-26
25. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bemben MG. Low intensity blood flow restriction training: a m eta-analysis. European journal of applied physiology. 2012;112(5):1849-59.
26. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. Medicine and science in sports and exercise. 2005;37(6):955-63
27. 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. Medicine and science in sports and exercise. 1997;29(5):669-76
28. Bunt J, Boileau R, Bahr J, Nelson R. Sex and training differences in human growth hormone levels during prolonged exercise. Journal of Applied Physiology. 1986;61(5):1796-801
29. Kjaer M, Bangsbo J, Lortie G, Galbo H. Hormonal response to exercise in humans: influence of hypoxia and physical training. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 1988;254(2):R197-R203
30. Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. Sports Medicine. 2003;33(8):599-613
31. 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):91-6
32. 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. European journal of applied physiology. 2005;95(1):65-73
33. Pullinen T, Mero A, Huttunen P, Pakarinen A, Komi PV. Resistance exercise-induced hormonal responses in men, women, and pubescent boys. Medicine and science in sports and exercise. 2002;34(5):806-13
34. Kraemer WJ, Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Fry AC, Gordon SE, et al. The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1998;78(1):69-76
35. Correa-Silva SR, Lengyel AMJ. Influência dos glicocorticóides sobre o eixo somatotrófico. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia. 2003
36. Bahreinipour MA, Joukar S, Hovanloo F, Najafipour H, Naderi V, Rajiamirhasani A, et al. Mild aerobic training with blood flow restriction increases the hypertrophy index and

MuSK in both slow and fast muscles of old rats: Role of PGC-1alpha . Life Sci. 2018;202:103-9

37. Wagner PD. The critical role of VEGF in skeletal muscle angiogenesis and blood flow. Portland Press Limited; 2011
38. Ameln H, Gustafsson T, Sundberg CJ, Okamoto K, Jansson E, Poellinger L, et al. Physiological activation of hypoxia inducible factor-1 in human skeletal muscle. FASEB J. 2005;19(8):1009-11

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Effects of 4 weeks resistance training with and without blood flow restriction on GH, IGF-1, NO and Lactate in male rock climbers

Javad vakili[1] - Ramin Amirsasan[2] - Parvaneh sanei*[3]

1.Associated professor, Faculty of physical education and sport sciences. Tabriz University, Tabriz, Iran 2.Associated professor, Faculty of physical education and sport sciences. Tabriz University, Tabriz, Iran3. PhD student of Exercise Physiology, Faculty of physical education and sport sciences. Tabriz University, Tabriz, Iran

(Received: 2021/05/06; Accepted: 2021/05/27)

Abstract

Angiogenesis and increased capillary density of skeletal muscle is one of the potential physiological changes during the flow restriction exercise (BFR). Also, the use of restricted blood flow (BFR) has recently been proposed as a way to improve RT efficiency. Therefore, the aim of this research was to evaluate the Effects of 4 weeks resistance training with and without blood flow restriction on GH, IGF-1, NO and Lactate in male rock climbers. In this semi-experimental study, 20 elite climbers (aged 23±1.43 years; body fat percent 13.1±2.25%; 2 years athletic training history) in a randomized and double-blind design were divided in two equal rock climbing with blood flow restriction (BFR) or rock climbing without blood flow restriction (NBFR) groups Resistance training program was three sessions per week for 4 weeks and each session was 80 minutes with a training intensity of 30% of maximum strength and six movements. Blood samples were obtained in the 4 phases: before and 24 hours after rock climbing protocols in per and post-test. Vascular endothelial growth factor and Growth Hormone were analyzed. Finally, Data were analyzed independent and independent T test. The significance level was set at $p<0.05$. In the pretest, the increase in concentrations of IGF-1, NO, growth hormone and lactate in the BFR group was greater than NBFR ($P <0.05$). In addition, the increase in resting NO values was significant only in the BFR group ($P <0.05$) but the change in resting levels of IGF-1, GH and blood lactate was not significant in the NBFR group ($P <0.05$). Also, the exercise induced response of IGF-1, NO and GH increased significantly in the BFR group ($P <0.05$). Based on the present results, it can be concluded that resistance training with

* Corresponding Author: Email: parvane.sanei@gmail.com ; Tel:+989142348526

BFR by increasing of basal levels and exercise induced response of IGF-1, NO and GH.

Keywords

Blood Flow Restriction, Rock Climbing, Vascular Endothelial Growth Factor, Growth Hormone

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی