دوفصلنامه سوخت و ساز و فعالیت ورزشی
سال هشتم، جلد هشتم، شماره ۲

تأثیر چهار هفته سنگ‌نوردی با محدودیت جریان خون بر عملکرد ورزشی و برخی از شاخص‌های آسیب عضلانی سنگ‌نوردان نخبه

جواد وکیلی [۱*]، فاطمه حلال‌خور [۲]، منصور آقایی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۳

چکیده

هدف: تمرینات‌ورزشی با محدودیت جریان خون شیوه جدید تمرینی است که در دو دهه اخیر توسعه یافته است و برای بهبود عملکرد ورزشکاران مورد استفاده قرار می گیرد. لذا هدف از این مطالعه، تعیین تأثیر چهار هفته سنگ‌نوردی با و بدون محدودیت جریان خون بر عملکرد ورزشی و برخی شاخص‌های آسیب عضلانی در سنگ نوردان نخبه می باشد.

روش‌شناسی: بدین منظور در یک طرح تحقیقی نیمه تجربی ۱۲زن و ۱۲مرد سنگ‌نورد با سابقه حداقل ۴ سال و دامنه سنی ۲۳ تا ۲۷ سال و درصدچربی ۱۰ تا ۲۰ درصد بصورت هدفمند از بین سنگ‌نوردان نخبه انتخاب شده و به صورت تخصیص تصادفی در یکی از دو گروه تمرین با محدودیت جریان خون (BFR) و تمرین بدون محدودیت جریان خون (NBFR) قرار گرفتند. پروتکل تمرین سه جلسه در هفته به مدت ۴ هفته با شدت ۶۰ الی ۸۰ درصد درجه سختی مسیر انجام شد. نمونه خونی در حالت پایه و پس از دوره ۴ هفته‌ای تمرین و متعاقب یک جلسه تمرین رقابتی صخره نوردی جهت تعیین میزان لاکتات دهیدروژناز، کراتین کیناز، لاکتات خون گرفته شد. همچنین، قدرت پنجه دست، توان بی هوازی انفجاری، درصد چربی و قدرت بالاتنه در حرکت اداکشن و درجه سختی صعود اندازه‌گیری شد. برای آنالیز داده‌ها از آزمون تی مستقل برای مقایسه میانگین‌ها در سطح معنی‌داری $\alpha \leq$ ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد شاخص آسیب عضلانی LDH، CK در پاسخ به تمرین سنگ‌نوردی با و بدون محدودیت جریان‌خون بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان نداد. اما میزان لاکتات خون در گروه BFR نسبت به گروه NBFR پایین تر بود. در عملکرد ورزشی در شاخص های قدرت پنجه دست، قدرت اداکشن دست، درصد چربی و توان انفجاری پایین تنه تفاوت معنی داری بین دو گروه مشاهده نشد. هر چند در سختی صعود این تفاوت معنی دار بوده و در گروه BFR عملکرد بهتری گزارش شد ($P <$ ۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج این پژوهش سنگ‌نوردی با BFR نسبت به NBFR باعث افزایش آسیب عضلانی نمی‌شود. اما ممکن است روی عملکرد تاثیر بهتری داشته باشد..

واژگان کلیدی: محدودیت جریان خون، لاکتات دهیدروژناز، کراتین کیناز، لاکتات خون.

۱. استادیار دانشگاه تبریز، ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه ورزشی، ۳. دانشجوی دکتری بیوشیمی و متابولیسم ورزشی،
*نشانی الکترونیک نویسندهٔ مسئول: vakili.tu@gmail.com

مقدمه

سنگ‌نوردی داخل سالن دارای سه رشته سرطناب[1]، بولدرینگ[2] و سرعت[3] می‌باشد و هرکدام از این رشته‌ها ویژگی‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی خاصی را می‌طلبد. به طوری که مطالعات روی سنگ‌نوردان زن و مرد نخبه حاکی از آن است که این ورزشکاران دارای وزن کم، قد متوسط، قدرت پنجه زیاد، درصد چربی و شاخص توده بدنی پایین می‌باشند ()8. به علاوه، این رشته ورزشی عمدتاً با تکیه بر انقباضات ایستا و پویای ساعد و بالاتنه انجام می‌شود که انجام این نوع تمرینات سنگ‌نوردی نسبتاً شدید باعث برهم خوردن تعادل اسیدی- بازی (انباشت اسید لاکتیک تا ۱۱ میلی مول بر لیتر) و افزایش غلظت شاخص‌های فشار مکانیکی و متابولیکی مانند لاکتات، لاکتات دهیدروژناز (LDH)[4]و کراتین کیناز (CK)[5] در پلاسما می‌شود (۵). اگرچه، برخی از این شاخص‌ها مانند LDH و CK نشان-دهنده تغییرات ابتدایی در افزایش توده عضلانی می‌باشد، اما بیانگر اعمال فشارهای مکانیکی متابولیکی و اختلال در بازیافت مکانیکی و متابولیکی عضله نیز هستند و سبب کاهش حجم تمرین می‌شوند؛ بنابراین، نیاز به طراحی روش-های ایمن و مؤثر برای افراد ورزشکار که به افزایش قدرت عضلانی نیاز داشته، اما تمایل و تحمل این گونه آسیب‌های عضلانی را ندارند ضرورت می‌یابد (۱۲). از این رو محققین گزارش کردند که برای نیل به آستانه لاکتات و ظرفیت تحمل لاکتات بیشتر به تمرینات مقاومتی سنگین و انفجاری در سیستم بی‌هوازی نیاز است. یکی از شیوه‌های تمرینی جدید که باعث بهبود این سیستم می‌شود تمرینات محدودکردن جریان خون[6](BFR) معروف به تمرینات کاتسو[7] است (۶). در این روش تمرینی که با شدت ۱۰ الی ۴۰ درصد حداکثر قدرت بیشینه انجام می‌شود، جریان خون ورودی به عضله فعال از طریق بستن کاف یا کش (تورنیکت) لاستیکی انعطاف‌پذیر به دور قسمت پروگزیمال بازو یا ران، محدود یا متوقف می‌شود (۲۶). این عمل سبب ایجاد حوضچه خونی موقت در عضو شده و در پی آن تجمع مواد متابولیکی به ویژه اسیدلاکتیک به طور موضعی در عضو افزایش می‌یابد (۲۳). کاتسو تمرینی مفید و مؤثر برای بهبود فاکتورهای جسمانی مختلف بوده و باعث افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی و متعاقباً بهبود عملکرد ورزشی می‌شود و بر این اساس، مطالعات نشان می‌دهند چنان چه یک برنامهٔ تمرینی با شدت پایین‌تر (به عنوان مثال کمتر از ۳۰ درصد ۱RM)، اما همراه با انسداد عروق انجام شود، فشار کمتری بر مفاصل و لیگامنت‌ها وارد شده و به بروز آسیب کمتری منجر خواهد شد، اما در همان حالت نیز از تحریک کافی برای افزایش حجم و قدرت عضلانی نیز برخوردار خواهد بود (۱۸). لذا تمرینات با شدت ۲۰ تا ۳۰ درصد ۱RM همراه با BFR در عضلات، به عنوان یک روش تمرینی جدید جهت جایگزینی تمرینات سنتی معرفی گردیده است (۳). برخی مطالعات حاکی از آن است که این نوع تمرینات با آسیب عضلانی کمتری همراه است در حالی که برخی دیگر به یافته‌های متفاوتی دست یافتند. در همین راستا

1. Lead
2. Bouldering
3. Speed
4. Lactate dehydrogenase
5. Creatine kinase
6. Blood flow restriction
7. Kaatsu

ویلسون[1] و همکاران (۲۰۱۳) (۳۰) و همچنین تیباید[2] و همکاران (۲۰۱۳) (۲۷) با مطالعه روی افراد غیرفعال و اجرای تمرینات مقاومتی با ۳۰٪ ۱RM اعلام کردند تمرینات مقاومتی با BFR باعث افزایش CK و LDH می‌شود. در حالی که، مدرام[3] و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه بر روی ۵۷ نفر و اجرای تمرینات مقاومتی با شدت ۲۰٪ ۱RM هیچ تغییر معنی داری در میزان شاخص CRP افراد با محدودیت جریان خون یافت نکردند (۱۷). همچنین تاکاردا و همکاران (۲۰۰۰) با مطالعه روی افراد تمرین کرده ۲۰ تا ۲۲ سال و اجرای تمرینات مقاومتی با شدت ۲۰ درصد ۱RM اعلام کردند که تمرینات با BFR تغییر معنی‌داری در میزان CK سرمی و پراکسیداسیون لیپیدی[4] ایجاد نمی‌کند (۲۵).

در سال‌های اخیر علاقمندی به سنگ‌نوردی داخل سالن به شکل تفریحی و حرفه‌ای در ایران به نحو چشمگیری افزایش یافته است؛ به نحوی که در سال‌های اخیر ورزشکاران ایرانی به موفقیت‌های بسیاری در مسابقات آسیایی و جهانی دست یافته‌اند. همچنین، از آنجا که رشته سنگ‌نوردی برای اولین مرتبه در المپیک ۲۰۲۰ توکیو حضور دارد، بسیاری از کشورها در این زمینه سرمایه‌گذاری کرده‌اند (۱۰). از اینرو، با توجه به تلاش محققان و دانشمندان علوم ورزشی برای دستیابی به راهکارهای کارآمدتر برای بهبود عملکرد ورززشی و اینکه بخش اعظم پژوهش‌های انجام شده بر شاخص‌های مرتبط با هایپرتروفی عضلانی و نیز ایمنی و سلامت این نوع تمرینات معطوف شده است و تاکنون در خصوص تاثیر ترکیب تمرین مقاومتی همراه با انسداد عروقی اندام‌های فوقانی بر شاخص‌های آسیب عضلانی و عملکردی ورزشکاران حرفه‌ای (به طور خاص در رشته سنگنوردی) تحقیقی یافت نشده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین تأثیر چهار هفته سنگ‌نوردی با و بدون محدودیت جریان خون بر میزان شاخص‌های آسیب سلولی و عملکرد ورزشی سنگ‌نوردان نخبه انجام گرفت.

روش پژوهش

تحقیق حاضر در قالب طرح نیمه تجربی دو گروهی (گروه تمرینی با BFR و گروه تمرینی NonBFR با اندازه‌گیری‌های دو مرحله‌ای انجام شد. جامعه آماری تحقیق حاضر زنان و مردان سنگ‌نورد حاضر در اردوهای استانی تیم های سنگنوردی داخل سالن بودند که در شهرستان مرند استان آذربایجان شرقی تشکیل شده بود. افرادی واجد شرایط شرکت در این تحقیق حداقل ۴ سال سابقه فعالیت در رشته سنگ نوردی داشتند و درجه سختی صعود آنها بین 5/10b و 5/13a قرار داشتند و در دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال بودند که برای مسابقات کشوری و انتخابی تیم ملی در سالن‌های سنگ‌نوردی مشغول به تمرین بودند. سنگ‌نوردانی که دارای آسیب ورزشی و خارج از محدوده درجه سختی مسیر ذکر شده بودند از مطالعه کنار گذاشته شدند. روش نمونه‌گیری بصورت هدفمند از بین سنگ نوردان نخبه انتخاب شد. حجم نمونه با استفاده از نرم افزارهای MedCal نسخه ۱۰,۰,۲,۰ و بر اساس مطالعات قبلی با احتساب سهم اثر ۰/۵ و در نظر گرفتن خطای نوع اول ۰/۰۵ و توان آزمون ۸۰ صدم ۲۰ نفر تعیین شد.

1. Wilson
2. Thiebaud
3. Madarame
4. Lipid peroxide

البته به منظور جلوگیری از افت احتمالی آزمودنی‌ها در طی مراحل تحقیق، ۳۰ نفر برای شرکت در تحقیق انتخاب شدند که در ادامه مسیر ۲۴ نفر تا انتهای تحقیق محققین را همراهی کردند. همگن‌سازی آزمودنی‌ها با استفاده از ویژگی‌های فردی از جمله جنس، وزن، درجه سختی مسیر و درصد چربی بدن (با استفاده از ضخامت سنج پوستی[1] و فرمول هفت نقطه‌ای دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا[2] انجام شد و سپس آزمودنی ها با تخصیص تصادفی با برابری جنسیتی در یکی از دو گروه BFR و NonBFR قرار گرفتند. همه افراد انتخاب شده با حضور در جلسه هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و پروتکل تمرینی توسط محقق، بعد از تکمیل فرم رضایت نامه و پرسشنامه سلامتی تحت معاینات پزشکی قرار گرفتند. پرسشنامه-های وضعیت سلامت و ثبت سه روزه دریافت غذایی بین افراد توزیع شد. رژیم غذایی افراد توسط کارشناس تغذیه و با استفاده از نرم‌افزار Nutrition 4 آنالیز شد و پیش از شروع تک پروتکل تمرینی، طی جلسه‌ای به تک آزمودنی های شرکت کننده در مطالعه مشاوره غذایی جهت پیروی از عادات غذایی مشابه و یکسان داده شد قبل از شروع تحقیق مجوز اخلاق پزشکی برای اجرای طرح از دانشگاه علوم پزشکی تبریز با کد IR.TABRIZ.REC.1397.523 اخذ شد.

برنامه تمرینی سنگ نوردی شامل ۱۲ جلسه تمرین ۹۰ دقیقه‌ای، سه جلسه در هفته به مدت چهار هفته بود. هر جلسه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و ۱۰ دقیقه گرم کردن اختصاصی روی دیواره که شامل تراورس[3] (حرکت افقی و مورب در دیواره) در شیب ۹۰ درجه و برنامه تمرین اصلی با توجه به درجه سختی مسیر سنگنوردان ارائه شد. با توجه به اینکه در این زمینه تحقیقی یافت نشده بود و تمرینات مقاومتی بکار رفته در این تحقیق براساس اصل ویژگی تمرینی روی دیوار سنگنوردی طراحی شده بود برای تعیین شدت تمرینات مقاومتی برای گروه محدودیت جریان خون در یک مطالعه مقدماتی آزمودنی‌ها در چندین مرحله روی دیواره سنگ نوردان با شدت سختی مسیرهای مختلف تمرین کرده و نتایج نشان داد که هر آزمودنی با سختی مسیر دو درجه پایین تر از رکورد خود تمرینات با محدودیت جریان خون را می‌توانست با موفقیت اجرا کند که این شدت معادل ۶۰ تا ۸۰ درصد درجه سختی مسیر برای آزمودنی‌ها هدف‌گذاری شد.

یک هفته قبل از شروع آزمون، جلسه آشنایی با برنامه تمرینی و شیوه تمرین برای آزمودنی‌ها گذاشته شد. در گروه BFR، حین صعود مسیرهای سرطناب (صعود با استفاده از تجهیزات خاص سنگنوردی و طناب صعود) و بولدرینگ (صعود بدون استفاده از طناب مسیرهای سنگنوردی با تعداد حرکت متوسط ۸ تا ۱۲ تایی و تشک ایمن) از کاف‌ها برای بستن قسمت پروگزیمال بازو استفاده گردید علت انتخاب اندام فوقانی برای بستن کاف این است که بیشترین انقباضات در سنگنوردی بصورت ایزومتریک در قسمت بالا تنه و اندام فوقانی صورت می‌گیرد و در زمان استراحت بین مسیرها باز شد. در حالی که گروه NonBFR بدون استفاده از کاف‌ها برنامه تمرینی خود را انجام دادند. لازم به توضیح است که سنگ‌نوردان برای درک بهتر سختی مسیر و مقدار توان لازم برای صعود از یک زبان مشترک برای

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

3. Traverse

مشخص نمودن سختی مسیرهای سنگ‌نوردی تحت عنوان درجه بندی سختی مسیرها استفاده می‌کنند که در ایران معمولا از سامانه اعشاری یوسه‌میتی[1] استفاده می‌گردد.که از ۵/۱ شروع شده و تا ۵/۱۵ ادامه می یابد و سطوح متوسط بین ۵/۱۰ تا ۵/۱۵ با حروف a،b،c وd طبقه بندی شده است به طور مثال درجه سختی مسیر ۵/۱۲c سنگین‌تر و سخت‌تر از درجه سختی مسیر ۵/۱۲a است. درجه سختی بانوان در مطالعه حاضر بین ۵/۱۰b تا ۵/۱۱d و برای آقایان بین ۵/۱۱b تا ۵/۱۲d قرار داشتند. قرارداد سنگ‌نوردی که پس از ۴ هفته تمرین سنگ نوردی انجام شد شامل ۵ مسیر بولدرینگ با درجه سختی مسیر ۵/۱۰b تا ۵/۱۱c برای بانوان و برای مردان با درجه سختی مسیر ۵/۱۱c تا ۵/۱۲c توسط تیم طراحی در نظر گرفته شد. برای افزایش شدت تمرین در ۴ هفته علاوه بر افزایش تکرار حرکات، نوع حرکات، شیب دیواره نیز تغییر پیدا کرد. تمرینات در هفته‌های اول از سطوح متوسط شروع شده و به تدریج به سطوح بالاتر ارتقاء یافت. درنهایت تمامی تمرین‌ها و قراردادهای سنگ‌نوردی توسط مدرس، طراح، مربی و داور رسمی دارای گواهینامه از فدراسیون کوهنوردی و صعودهای وزشی انجام گردید.

روش محدودیت جریان خون:

جهت محدودکردن جریان خون و افزایش فشار وارده بر عضله در گروه تمرینی با محدودیت جریان خون از یک کاف برزنتی (پژوهشگرساخته) با ابعاد ۸۵ سانتیمتر طول و شش سانتیمتر عرض استفاده شد که درون آن یک تیوپ لاستیکی با قطر سه سانتیمتر و طول ۱۵ سانتیمتر قرار داشت که دارای دو مجرا بوده یکی برای ورود هوا و دیگری برای نصب بارومتر فشار داخل آن که تا ۳۰۰ میلیمتر جیوه فشار کاف‌ها قابل افزایش بود. شایان ذکر است که در این پژوهش، فشار کاف از ۴۰ میلی‌متر جیوه شروع شده بود(۲۳, ۲۴) و هر هفته ۲۰ میلی‌متر جیوه به آن اضافه شده تا در انتها به فشار ۱۰۰ میلی متر جیوه برسد. به دلیل هزینه بسیاری بالای تهیه و استفاده از کاف‌های موجود، از یک کاف محقق ساخته فوق الذکر استفاده شد و پیش از شروع مطالعه میزان فشار کاف ها قبل و بعد از یک جلسه تمرینی بررسی شده تا از ثابت ماندن فشار اعمال شده بر بازو در طی جلسات تمرینی اطمینان حاصل شود. نمونه های خونی به مقدار ۵ میلی لیتر خون در دو مرحله از همه آزمودنی ها گرفته شد. مرحله اول در شرایط استراحتی و پایه نیم ساعت قبل از شروع پروتکل تمرینات ورزشی و مرحله دوم بعد از پروتکل تمرینی سنگ نوردی و بلافاصله بعد از آزمون ورزشی جهت اندازه‌گیری میزان CK، LDH و لاکتات گرفته شد. نمونه‌های خونی با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیق سانتریفیوژ و بعد از جدا کردن سرم تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ۲۰- در فریزر نگهداری شد. در پژوهش حاضر سطح LDH به روش فتومتری با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران با ضریب تغییرات کمتر از ۲/۳ ٪اندازه‌گیری شد. لاکتات با استفاده از کیت Greinerساخت آلمان، با درجهٔ حساسیت ۰/۱ میلی‌گرم بر دسی لیتر و با دستگاه اتوآنالایزر اندازه-گیری شد. CK سرم به روش رنگ‌سنجی شیمیایی بر اساس واکنش ژافه و با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ایران و ضریب تغییر ۱/۶ درصد اندازه‌گیری شد. در ارزیابی عملکرد ورزشی نیز از دینامومتر مکانیکی برای سنجش قدرت پنجه دست با دقت ۱۰۰ گرم، از پرش عمودی سارجنت برای ارزیابی توان انفجاری پایین تنه، از حرکت سیم کش از پهلو با دستگاه برای سنجش قدرت اداکشن بالاتنه، از فرمول هفت نقطه ای چین زیر پوستی دانشکده طب ورزش

1. Yosemite

امریکا (ACSM) برای سنجش درصد چربی بدن و از مدت زمان صعود ۴ مسیر صخره نوردی با توجه به درجه سختی صعود آزمودنی ها در پیش آزمون برای تعیین سطح سختی صعود از دیواره استفاده شد.

تحلیل آماری

از آزمون شاپیرو- ویلک برای تعیین نرمال بودن داده-ها، آزمون T مستقل برای بررسی تغییرات بین گروهی و از آزمون T همبسته برای بررسی تغییرات درون گروهی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد و سطح معناداری داده‌ها $\alpha<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک مشخص شد که توزیع همه متغیرهای موجود در پژوهش طبیعی می‌باشد، بنابراین از آزمون‌های پارامتریک برای انجام محاسبات آماری استفاده شد .مشخصات آزمودنی‌ها و نتایج عملیات آماری بر روی شاخص‌های تحقیق در جدول شماره‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. انجام آزمون T مستقل برای برررسی نتایج بین گروهی نشان داد که دو گروه از نظر سن، قد، وزن، شاخص توده بدن تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند. نتایج تحقیق حاضر با توجه به عدم وجود تفاوت معنی دار در پیش آزمون، با مقایسه میانگین های پس آزمون با استفاده از آزمون T مستقل نشان داد که بین دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون در هیچ یک از شاخص‌های التهاب و آسیب سلولی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). هرچند در میزان لاکتات سلولی گروه با محدودیت جریان خون نسبت به گروه بدون محدویت جریان خون تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$).

جدول۱. نتایج آمار توصیفی متغیرهای آنتروپومتریکی آزمودنی ها

شاخص‌ها	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	شاخص‌توده‌ی بدن (کیلوگرم/مترمربع)	درصد چربی
محدودیت جریان خون	۱/۹۵±۲۵/۴۰	۵/۴۵±۶۲/۹۰	۴/۸۵±۱۷۳	۱/۲۵±۲۱/۳۵	۶/۵±۱۶/۴۹
بدون محدودیت جریان خون	۲/۳۵±۲۵/۳۰	۵/۰۶±۶۳/۸۰	۶/۷۳±۱۷۵	۱/۳۲±۲۱/۸۰	۹/۰۰±۱۶/۲۰

جدول ۲. نتایج آزمون آماری شاخص های بیوشیمیایی آزمودنی‌ها

	با محدودیت جریان خون		بدون محدودیت جریان خون	
	قبل از تمرین	بعد از تمرین	قبل از تمرین	بعد از تمرین
لاکتات دهیدروژناز (نانوگرم/ میلی لیتر)	۱۸۴/۸۵ ± ۲/۳۵	۱۹۷/۱۴ ± ۴/۳۶	۱۸۹/۴۹ ± ۳/۷۸	۱۹۸/۵۵ ± ۳/۷۷
کراتین کیناز (واحد بین المللی/ لیتر)	۱۳۳/۳۱ ± ۱۱/۴۲	۱۵۲/۱۶ ± ۸/۳۵	۱۳۶/۷۸ ± ۱۳/۵۸	۱۴۶/۵۷ ± ۹/۲۴
لاکتات خون (میلی مول/ لیتر)	۱/۸۵ ± ۰/۴۴	۳/۶۲ ± ۰/۶۸*	۱/۹۲ ± ۰/۱۵	۶/۳۲ ± ۰/۲۵ *†
قدرت پنجه دست (کیلوگرم)	۴۶ ۱۰±/۸	۴۸/۹ ۱۴±/۴	۴۱/۲۶ ۱۳±/۳	۴۰/۷۶ ۱۲±/۱
قدرت اداکشن دست (کیلوگرم)	۳۵/۰۷ ۱۳±/۷	۴۰/۷۷ ۱۰±/۴	۳۴/۰ ± ۱۵/۷	۳۶/۲ ± ۱۶/۷
میزان پرش عمودی (سانتی متر)	۳۵/۴۶ ± ۷/۱۰	۳۸/۲۳ ± ۸/۸	۳۵/۵۴ ± ۱۱/۵	۳۷/۷ ± ۱۳/۷
درجه سختی صعود (دقیقه)	۲۰/۳۵ ± ۲/۳۰	۱۶/۳۲ ± ۱/۵۰ *†	۱۹/۴۵ ± ۳/۲۸	۱۸/۳۳ ± ۲/۴۵

علامت* نشانگر معنی‌داری نتایج آزمون تی وابسته

علامت † نشانگر معنی‌دار نتایج آزمون تی مستقل (بین دو گروه با محدودیت و بدون محدودیت جریان خون بعد از تمرین) است.

همچنین، پس از دوره تمرینی تغییر معنی‌داری در قدرت پنجه دست در هر دو گروه مشاهده نشد و تفاوت معنی‌داری بین قدرت پنجه دست در دو گروه مشاهده نشد (P>۰/۰۵). با این حال، دور ساعد و درجه صعود ورزشکاران گروه تمرین با BFR به طور معنی‌داری نسبت به گروه NonBFR بهبود یافت (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که در پی تمرین سنگ-نوردی با و بدون BFR مقدار لاکتات خون افراد افزایش می‌یابد، اما آنچه مشهود است، افزایش لاکتات خون در گروه تمرین سنگ‌نوردی بدون BFR نسبت به گروه سنگ‌نوردی با BFR بیشتر بود. در مطالعه حاضر نشان داده شد که لاکتات خون طی تمرین سنگ‌نوردی همراه با محدودیت جریان خون (تمرین کاتسو) کمتر از تمرین سنگ‌نوردی بدون محدودیت جریان خون افزایش یافت. از آنجا که تمرینات با BFR نسبت به تمرینات معمول با شدت کمتری انجام می‌شوند احتمالاً یکی از دلایل کمتر بودن غلظت لاکتات در گروه تمرین با محدودیت جریان خون در مرحله پیش آزمون احتمالاً ناشی از تولید کمتر لاکتات بر اثر پایین‌تر بودن شدت فعالیت ورزشی انجام شده بوده است (۵). با این حال، کرامر و همکاران (۲۰۰۰) (۱۵)، نتو و همکاران (۲۰۱۷) اعلام کردند تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون باعث افزایش لاکتات خون می‌شود

(۲۰) همچنین شیموزو[1] و همکاران (۲۰۱۶) با مطالعه ۴۰ داوطلب پیر سالم در دو گروه ۲۰ نفری تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و بدون محدودیت جریان خون گزارش کردند که چهار هفته تمرین با ۲۰ درصد 1RM باعث افزایش لاکتات به نسبت گروه بدون محدودیت جریان خون شد (۲۳). ازطرفی، تیلور[2] و همکاران (۲۰۱۶)، رحمتی و همکاران (۲۰۱۴) و باسره[3] و همکاران (۲۰۱۶) گزاش کردند که تأثیر تمرین کاتسو بر لاکتات معنی‌دار نبوده است (۲۶, ۲, ۱). دلیل ناهمسو بودن این مطالعات با مطالعه حاضر ممکن است به علت شدت تمرینات پایین‌تر نسبت به تحقیق ما باشد، چرا که مطالعات نشان دادند هنگامی که شدت، حجم و استراحت بین ست‌ها در تمرین همراه با محدودیت تغییر کند، پاسخ‌های ورزشی به صورت حاد نیز متفاوت خواهد بود.

همچنین، نتایج مطالعه حاضر بهبود عملکرد را نشان داد هر چند نتایج داده ها به لحاظ آماری معنی دار نبوده است و دلیل آن بواسطه انتخاب آزمودنی ها از هر دو گروه مردان و زنان بوده است که باعث افزایش انحراف استاندارد در هرکدام از گروه ها و درنتیجه عدم معنی داری آماری بوده است اما با توجه به حرفه ای بودن ورزشکاران این رشته و رسیدن بعد به سقف عملکردی، بهبود اندک قابلیتهای عملکردی بویژه در گروه BFR می‌تواند حائز اهمیت باشد. نتایج تحقیقات در این زمینه نشان داده است که افزایش عملکرد عضلانی در این نوع تمرینات ناشی از افزایش متابولیسم اکسایشی و ظرفیت بافری – اسیدی و افزایش در مقاومت به خستگی سیستم عصبی است؛ از آنجا که در این نوع تمرینات هردوی جریان خون وریدی که از عضله خارج می شود و شریانی که به عضله تمرینی وارد می‌شود به طورنسبتاً زیادی محدود می شود، در نتیجه هیپوکسی و اسیدوز در فضای درون عضله‌ای ممکن است باعث به کارگیری تارهای عضلانی بیشتر به منظور حفظ سطح نیرو شود. همچنین هیپوکسی و تجمع متابولیت‌ها در درون عضله ممکن است به رگزایی در عضله منجر شود که به نوبه خود به بهبود استقامت عضلانی طی فعالیت ورزشی کمک می‌کند (۱،۲).

نتایج این مطالعه نشان داد که بعد از چهار هفته تمرین سنگ‌نوردی با و بدون BFR مقدار CK سرمی افراد تغییر معنی‌داری نیافت. CK یکی از آنزیم‌های مهم سوخت‌وساز انرژی در بیشتر سلول‌های بدن است و در اثر بروز آسیب وارده به غشای سلول به درون مایعات خارج سلولی رها می‌گردد. از این رو، با تعیین مقادیر و فعالیت این آنزیم در مایعات خارج سلولی به ویژه سرم می-توان به بروز آسیب سلولی پی برد. به علاوه CK آنزیم کلیدی جهت سوخت‌وساز سلول عضلانی است و در افراد سالم در سراسر سلول به ویژه اطراف الیاف‌های انقباضی وجود دارد و مقدار آن در داخل خون بسیار پایین است (۱۳). میزان انتشار آنزیم CK به نوع، شدت و زمان فعالیت ورزشی بستگی دارد. با افزایش شدت تمرین، غلظت CK سرمی نیز زیاد می‌شود(۱۳). در این راستا سوگا[4]و همکاران (۲۰۱۲) در پروتکل تمرینی همراه با BFR، عدم تغییرات سطوح CK، LDH را گزارش کردند و اعلام کردند استرس اکسایشی در تمرینات شدید و مداوم نسبت به

1. Shimizu
2. Taylor
3. Basereh
4. Suga

تمرینات متناوب افزایش بیشتری می‌باید علاوه بر این مشاهده شده که ورزش شدید و مداوم با تولید رادیکال‌های آزاد همراه است که به تغییرات غشای سلولی منجر می‌شود. این امر به آسیب فیبرعضلانی منجر می‌شود که همراه با فرآیند التهابی است و منجر به کاهش عملکرد عضلانی می‌شود (۲۴). تاکارادا و همکاران (۲۰۰۰) با مطالعه مقطعی روی شش ورزشکار که حرکت جلو پا را با BFR انجام دادند نشان دادند که در گروه با BFR مقادیر هورمون رشد، نوراپی نفرین و اسید لاکتیک به نسبت گروه BFR بیشتر بوده است و این در حالی است که شاخص های آسیب عضلانی مانند CK و آسیب اکسایشی در بین دو گروه معنی‌دار نبود و از طرفی پاسخ التهابی (اینترلوکین-۶) در گروه با محدودیت جریان خون در مقایسه با گروه بدون محدودیت بیشتر بود (۲۵). بعلاوه واکر[1] و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه بر روی ۶ نفر و اجرای تمرینات مقاومتی با ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه و با ۱۴ تکرار در ۵ ست تمرینات دوطرفه پا در موقعیت نشسته که قسمت پروگزیمال پا با کاتسو تحت فشار ۷/۷ ± ۲۱۴ میلی متر جیوه بسته شده بود دریافتند که میزان CK و لاکتات خون تغییر معنی‌داری نداشت (۲۹). همچنین ابی و همکاران (۲۰۰۶) در پی یک جلسه تمرین مقاومتی کاتسو مشاهده کردند که شاخص‌های آسیب عضلانی (CK و میوگلوبین) و هورمون های آنابولیک در هر دو گروه تغییر نکردند، آن‌ها دلیل این عدم تغییر را در افزایش VO_{2max} و افزایش ذخیره سازی گلیکوژن عضلانی و کاهش غلظت خالص ATP عضله ساخته شده در حالت استراحت دانستند که نتایج آن با تحقیق حاضر همسو بود (۴). ولی افزایش لاکتات در مطالعه ساتو و همکاران (۲۰۰۵) احتمالاً به دلیل تعداد ست‌های بیشتر آن بوده است، چراکه مطالعات نشان دادند هنگامی که شدت، حجم و استراحت بین ستها در تمرین همراه با محدودیت تغییر کند، پاسخ‌های ورزشی به صورت حاد نیز متفاوت خواهد بود (۲۲) همچنین امبل[2] و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه روی دو گروه ۹ نفری کنترل و با فشار خون ۳۰ درصد بیشتر از فشار سیستولی پروگزیمال در پاسخ به چهار هفته تمرین مقاومتی پایین تنه با فشار ۲۰ تا ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه، شاخص های درد عضلانی تأخیری از جمله CK افزایش معنی‌داری یافت. آن‌ها هیپوکسی ناشی از محدودیت جریان خون که باعث افزایش سطوح NADH و FADH2 و تولید گونه های فعال اکسیژن می‌شود را دلیل این افزایش دانستند (۲۸).

نتایج نشان داد که چهار هفته تمرین سنگ‌نوردی با و بدون محدودیت جریان خون بر مقدار LDH آزمودنی‌ها تأثیر ندارد. LDH آنزیمی است که هیدروژن را منتقل می‌کند و اکسایش لاکتات به پیروات را در مجاورت NAD کاتالیز می‌کند در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی نقش دارد. آنزیم LDH در سیتوپلاسم سلولی تمام بافت‌های بدن با غلظت‌های مختلف وجود دارد. فعالیت LDH بافت‌های بدن در مقایسه با سرم در سطح بسیار بالایی است. در بسیاری از ناهنجاری‌ها و ضایعات بافتی فعالیت LDH در پلاسما افزایش می‌یابد. در بیماران مبتلا به آنفارکتوس، افزایش مقدار LDH مشاهده می‌گردد (۲۹).

1. Walker

2. Umbel

طبق نتایج برخی از مطالعات گذشته تمرین به عنوان یک عامل فشار آفرین جسمانی به علت دارا بودن انقباضات برونگرا ممکن است با اعمال فشار مکانیکی (پارگی نسوج همبند)، تجمع کلسیم درون سلولی و حتی با افزایش فشار اکسایشی ناشی از انفجار نوتروفیلی و باعث ایجاد آسیب و پیامدهای بعدی آن یعنی بروز التهاب (آغاز آبشار واسطه‌های التهابی) شود (۲۱). همچنین افزایش آنزیم LDH می‌تواند ناشی از فشار مکانیکی یا متابولیکی باشد .در حقیقت، مقاومت غشای تارهای عضلانی وامانده، کاهش یافته و به دنبال آن، غلظت کلسیم درون تارها افزایش می‌یابد که خود این مساله باعث باز شدن کانال‌های پتاسیمی خواهد شد (۱۱). در پژوهش حاضر تفاوت معناداری در میزان پاسخ LDH سرم بین گروه‌های BFR و NonBFR مشاهده نشد. شایان ذکر است که میزان LDH در گروه انسداد در پاسخ در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش داشت که نشان‌دهندۀ تأثیرگذاری بیشتر تمرین انسدادی بر میزان LDH سرم است، هرچند این اثر در مقایسه با گروه بدون انسداد معنادار نبود. شدت و میزان فشار اعمال‌شده در حین تمرین می‌تواند یکی از علل عدم تفاوت معناداری بین گروه‌ها باشد. در این راستا نتو[1] و همکاران (۲۰۱۷) با مطالعه بر روی ۱۰ مرد ارتشی و اجرای سه برنامه تمرینی به صورت متقاطع شامل: تمرینات مقاومتی با ۲۰٪ ۱RM با BFR مداوم؛ تمرینات مقاومتی با ۲۰٪ ۱ RM با BFR متناوب؛ تمرینات مقاومتی با ۸۰٪ ۱RM و با اندازه گیری نمونه های خونی بلافاصله بعد از تمرین، ۲۴ ساعت بعد و ۴۸ ساعت بعد، بین پروتکل های تمرینی هیچ تغییر معنی‌داری در میزان LDH مشاهده نکردند. آن‌ها این مسئله را به افزایش استرس متابولیسم با تمرین BFR مداوم و تمرین خیلی شدید در مقایسه با تمرینات متناوب مرتبط دانستند که تمرینات شدید و مداوم همراه با تولید رادیکال‌های آزاد باعث تغییرات غشای سلولی و آسیب عضلانی می‌شوند که همراه با فرآیند التهابی است و منجر به کاهش عملکرد عضلانی، آزاد شدن آنزیم های عضلانی، تغییرات هیستولوژیکی و درد عضلانی می‌شود (۱۹). نتایج پژوهش حاضر با پژوهش های قبلی که در آن ها گزارش شده است آنزیم LDH پس از فعالیت ورزشی افزایش پیدا می‌کند در تضاد است. دمینایس و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که فعالیت مقاومتی باعث ایجاد آسیب عضلانی با افزایش شاخص آسیب عضلانی LDH می‌شود (۷). علت اختلاف نتیجه پژوهش حاضر با پژوهش دمینایس و همکاران (۲۰۱۱) می‌تواند به تفاوت در نوع و مدت تمرین و همچنین تفاوت در انقباضات و عضلات درگیر در فعالیت به کار رفته مربوط باشد چرا که در پژوهش حاضر به جای تمرین مقاومتی پایین تنه از تمرین سنگنوردی همراه با انسداد عروق در بالا تنه استفاده گردید (۷).

درمجموع، براساس نتایج این پژوهش می‌توان گفت که به‌نظر نمی‌رسد حداقل در کوتاه مدت، آسیب جدی عضلانی در اثر تمرینات سنگنوردی همراه با انسداد عروق در زنان و مردان نخبه به وجود آید، اما این بدان معنا نیست که این تمرینات کاملاً ایمن و بدون خطر باشند؛ لذا، لازم است پژوهش‌های بیشتری در این زمینه به‌لحاظ زمان اندازه‌گیری شاخص‌ها، نوع شاخص‌ها (مانند

1 Neto

میوگلوبین) و شدت تمرین یا شدت فشار وارده از سوی کاف انجام شود.

پیام مقاله: تمرینات سنگنوردی با انسداد عروق می‌تواند به طور ایمن توسط سنگ نوردان زن و مرد مورد استفاده قرار گیرد و نسبت به تمرینات بدون محدودیت جریان بهبود بیشتری در عملکرد ورزشکاران ایجاد نماید.

منابع

1. A. Basereh, Kh. Ebrahim, F. Hovanloo, P. Dehghan, K. Khoramipour. (2016). Effect of Blood Flow Restriction Deal During Isometric Exercise on Growth Hormone and Testosterone Active Males. Sport Physiology. Spring; 9(33): 51-68. (In Persian).
2. .Rahmati S; Rajabi H; Karimzadeh L. (2016). The Chronic and Acute Effect of Submaximal Pedaling Activity along with Blood Flow Restriction on Serum BDNF and TNF-α in Active Men. 8: 247-262.
3. 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.
4. 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. J of Appl. Physiol. 100(5):1460-6.
5. Barari A. shirali S. Daneghian S. (2015). Plyometric training and consumption of supplement on Changes of Cytokines Levels and Performance in Basketball Players. J. AYER.
6. Buckner SL, Dankel SJ, Counts BR, Jessee MB, Mouser JG, Mattocks KT. (2017). Influence of cuff material on blood flow restriction stimulus in the upper body. J Physiol Sci, 67(1):207-15.
7. Deminice R, Sicchieri T, Mialich MS, Milani F, Ovidio PP, Jordao AA. (2011). Oxidative stress biomarker responses to an acute session of hypertrophy-resistance traditional interval training and circuit training. J Strength Cond Res.25(3):798-804.
8. Deyhle MR, Hsu HS, Fairfield TJ, Cadez-Schmidt TL, Gurney BA, Mermier CM. (2015). Relative Importance of Four Muscle Groups for Indoor Rock Climbing Performance. J Strength Cond Res. 29(7):2006-14.
9. Dickson T, Fryer S, Draper N, Winter D ,Ellis G, Hamlin M. (2012). Comparison of plasma cortisol sampling sites for rock climbing. J Sports Med Phys Fitness. 52(6):688-95.
10. Draper N, Dickson T, Blackwell G, Priestley S, Fryer S, Marshall H, (2011). Sport-specific power assessment for rock climbing. J Sports Med Phys Fitness. 51(3):417-25.
11. Fink R, Hase S, Lüttgau HC, Wettwer E. (1983). The effect of cellular energy reserves and internal calcium ions on the potassium conductance in skeletal muscle of the frog. J phys 336(1):211-28.
12. 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. Inter J of KAATSU Training Res. 4(1):1-8.
13. Henry PD, Roberts R, Sobel BE. (1975). Rapid separation of plasma creatine kinase isoenzymes by batch adsorption on glass beads. Clin. Chem. 21(7):844-9.

14. Jessee MB, Buckner SL, Dankel SJ, Counts BR, Abe T, Loenneke JP. (2016). The Influence of Cuff Width, Sex, and Race on Arterial Occlusion: Implications for Blood Flow Restriction Research. Sports Med. 46(6):913-21.
15. Kraemer WJ, Harman FS, Vos NH, Gordon SE, Nindl BC, Marx JO, (2000). Effects of exercise and alkalosis on serum insulin-like growth factor I and IGF-binding protein-3. Can j appl physi. 25(2):127-38.
16. Lutter C, El-Sheikh Y, Schöffl I, Schöffl V. (2017). Sport climbing: medical considerations for this new Olympic discipline. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine;
17. Madarame H, Kurano M, Fukumura K, Fukuda T, Nakajima T. (2013). Haemostatic and inflammatory responses to blood flow-restricted exercise in patients with ischaemic heart disease: a pilot study. Clinical physiology and functional imaging. 33(1):11-7.
18. 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. Eur j of appli physi.92(4-5):399-406.
19. Neto GR, Novaes JS, Salerno VP, Gonçalves MM, Batista GR, Cirilo-Sousa MS. (2017). Does a resistance exercise session with continuous or intermittent blood flow restriction promote muscle damage and increase oxidative stress? J of Spor Sci.1-7.
20. Neto GR, Novaes JS, Salerno VP, Gonçalves MM, Piazera BK, Rodrigues-Rodrigues T, (2017). Acute effects of resistance exercise with continuous and intermittent blood flow restriction on hemodynamic measurements and perceived exertion. Perceptual and motor skills. 124(1):277-92.
21. Ohta A, Lukashev D, Jackson EK, Fredholm BB, Sitkovsky M.(2007). 1, 3, 7-trimethylxanthine (caffeine) may exacerbate acute inflammatory liver injury by weakening the physiological immunosuppressive mechanism. J of Immun. 179(11):7431-8.
22. Sato Y, Yoshitomi A, Abe T. (2005). Acute growth hormone response to low-intensity KAATSU resistance exercise: comparison between arm and leg. Inter. Journal of KAATSU Trai. Res. 1(2):45-50.
23. Shimizu R, Hotta K, Yamamoto S, Matsumoto T, Kamiya K, Kato M, (2016). Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. Eur J Appl Physiol. 116(4):749-57.
24. Suga T, Okita K, Takada S, Omokawa M, Kadoguchi T, Yokota T, (2012). Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. Eur. j. of appli. physi.112(11):3915-20.
25. 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. J. appl. phys, 88(1):61-5.
26. Taylor CW, Ingham SA, Ferguson RA. (2016). Acute and chronic effect of sprint interval training combined with postexercise blood-flow restriction in trained individuals. Exp Physiol. 101(1):143-54.
27. Thiebaud RS, Yasuda T, Loenneke JP, Abe T. (2013). Effects of low-intensity concentric and eccentric exercise combined with blood flow restriction on indices of exercise-induced muscle damage. Inter. Med. and Appli. Sci.5(2):53-9.

28. Umbel JD, Hoffman RL, Dearth DJ, Chleboun GS, Manini TM, Clark BC. (2009). Delayed-onset muscle soreness induced by low-load blood flow-restricted exercise. Eur. j. of appl. phys. 107(6):687.
29. Walker DB. (2006). Serum chemical biomarkers of cardiac injury for nonclinical safety testing. Toxico. path. 34(1):94-104.
30. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, Naimo MA. (2013). Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. J. of Stre. & Con. Res. 27(11):3068-75.

Metabolism and Exercise
A biannual journal
Vol 8, Number 2, 2018-2019

University Of Guilan

Effect of 4 weeks rock climbing with blood flow restriction on athletic performance and some muscle damage indictors in elite rock climbers

Vakili J[1*], Halalkhor F[2], Aghaei M [3]

Received: 29/6/2018 Accepted: 13/1/2019

Abstract

Aim: *:* Exercise training with blood flow restriction (BFR) is a modern method of training that has been developed in two recent decades and has been used for improvement of performance. Therefore, this study was conducted to identify the effect of 4 weeks rock climbing with blood flow restriction on athletic performance and some muscle damage indictors in elite rock climbers**.**

Method: : In a semi experimental research method, 12 male and 12 female elite rock climbers with at least 4 years rock climbing experience and age range of 23 to 27 years and a fat percentage of 10 to 20 percent purposefully selected among the climbers, and allocated in two equal BFR and none-BFR groups. Both groups performed 4-week rock climbing training program consisting three sessions per week and each session was 90 minutes, severity of each session was 60 to 80% of climbing grades. Blood samples were obtained in baseline and after four weeks of climbing training to determine the amount of lactate dehydrogenase (LDH), creatine kinase (CK) and lactate. Also, hand grip, explosive anaerobic power, body fat percent, adduction strength in upper body and degree of climbing was measured. For data analysis, independent T test was used at $\alpha \leq 0.05$.

Results: After 4 weeks of climbing with and without limitation of blood flow, the index of muscular damage of LDH, CK did not show significant difference in response to climbing exercise. But lactate level was lower in BFR rather than NBFR. There are not any difference in Hand Crip strength, explosive anaerobic power, body fat percent, adduction strength in upper body between BFR and NBFR groups. But in degree of climbing, the result showed the better performance in BFR than NBFR ($P < 0.05$).

Conclusion: According to the results of this study, rock climbing training with or without BFR, do not increase muscular damage. and it could influence on performance.

Keywords: Restriction of blood flow, Lactate dehydrogenase, Creatine kinase, Blood lactate.

1. Assistant Professor, University of Tabriz, 2. MSc. Student in Sport Nutrition, 3. Ph.D Student in Biochemistry and Sport Metabolism,
*****Email: vakili.tu@gmail.com