پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی **مقاله پژوهشی**
سال شانزدهم/ شماره سی و یکم/بهار و تابستان ۱۳۹۹

دریافت: ۹۹/۴/۱۴ پذیرش: ۹۹/۵/۲۳ ص ص: ۱۶۶-۱۵۵

تأثیر تمرینات ویژه با محدودیت جریان خون برسطح سرمی پایه هورمون رشد، فاکتور رشد شبه انسولین-۱ و نیتریک اکساید پلاسمایی درسنگ نوردان نخبه ورزشی

کریم عبادی فر[۱]، حسن متین همایی[۲]، عبدالعلی بنائی فر[۳]

چکیده

سابقه و هدف: اخیرا تکنیک محدودیت جریان خون (BFR) به دلیل اثرات آنابولیکی محبوبیت بیشتری بین محققان و پزشکان، فیزیوتراپیست ها و مربیان ورزشی پیدا کرده است. نظر به اهمیت پاسخ تطبیقی هورمونها و عملکرد عروقی به تمرین BFR این مطالعه به بررسی اثر ترکیب BFR و فعالیت سنگ نوردی بر پاسخ هورمونی هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولینی –I و نیتریک اکساید پلاسمایی سنگ نوردان نخبه می پردازد.

مواد و روشها: در این تحقیق نیمه آزمایشی با طرح پیش آزمون و پس آزمون ۲۰نفر از سنگنوردان (۸/۶۹kg ± ۶۱/۵۵ :وزن ۸/۰۵ ± ۱۵/۲۹:درصدچربی و ۲/۶ ± ۲۶/۶:سن) به طور تصادفی به دو گروه تمرین (هر کدام ۵مرد+۵ زن) با BFR و بدون BFR تقسیم شدند. پروتکل تمرین ۴ هفته و هر هفته ۳ جلسه تمرین سنگنوردی بود. فشار بر عروق حدود ۴۰ الی ۱۰۰میلی مترجیوه بود. خونگیری در حالت پایه قبل و بعد از دوره تمرین جهت تعیین میزان هورمون رشد و هورمون IGF-I و نیتریک اکساید انجام شد. همچنین قدرت پنجه دست برتر قبل و بعد از دوره تمرین سنجیده شد. داده ها با استفاده از آزمون t در سطح معناداری $p<۰/۰۵$ ارزیابی شد.

یافته‌ها: بعد از تمرین سنگنوردی سطوح هورمون رشد و نیتریک اکساید در گروه BFR افزایش معناداری ($p<۰/۰۵$) مشاهده شد اما میزان هورمون IGF-I افزایش غیرمعنادار یافته بود. میزان قدرت پنجه دست در هر دو گروه افزایش معناداری ($p<۰/۰۵$) یافته بود.

نتیجه‌گیری: به نظر می رسد تمرین سنگنوردی با محدودیت جریان خون باعث بهبود فرآیندهای آنابولیکی، قدرت عضلات و عملکرد عروقی می شود.

واژه‌های کلیدی: سنگ نوردی، محدودیت جریان خون، هورمون آنابولیک، عملکرد عروقی

۱ دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. نویسنده مسئول:
hasanmatinhomaee@gmail.com

۳ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مقدمه

تمرینات ورزشی با استفاده از BFR در بین محققان، پزشکان، فیزیوتراپیست ها، مربیان ورزشی و توانبخشان به لحاظ کاربردی محبوبیت بیشتری پیدا کرده است (۱). کاربرد فشار خارجی کاف بر روی موضع نزدیک اندامها با انسداد خروج جریان خون وریدی دیستال، پروتکل روش شناسی محدودیت جریان خون یا BFR(Blood Flow Restriction) نامیده می شود (۲). اخیراً تحقیقات گسترده نشان می دهد ترکیب BFR و تمرین مقاومتی کم شدت می تواند دستاوردهایی در قدرت عضلات و سازگاری هایپرتروفیک ایجاد کند(۲). در تعدادی از بررسی های سیستماتیک و متاآنالیزها نشان داده اند که تمرین مقاومتی BFR در قدرت و هایپرتروفی عضلانی افراد جوان (۳–۵) و میانسال تأثیر دارد (۵، ۶). همچنین تمرین در معدودی از رشته های ورزشی در شرایط BFR هم علاوه برتأثیر افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی منجر به بهبود عملکرد رشته های ورزشی مختلف(به عنوان مثال در ورزشکاران فوتسال، شنا و دوچرخه سواری) می شود (۷–۱۰).

اگرچه افزایش در اندازه عضلات در روش BFR ممکن است تا حدودی نتیجه ادم حاد در حین و بعد از تمرین مقاومتی همراه BFR (BFR-RE) باشد (۱۱, ۱۲)، اما پیشرفت ها بین ۲ تا ۱۰ روز پس از تمرین مشاهده می شود (۱۳, ۱۴). بطور کلی گزارش شده است که مکانیسم های مختلفی وجود دارد که از طریق آنها تمرین BFR ممکن است باعث تحریک هایپرتروفی در عضلات اسکلتی و افزایش قدرت شود (۲). اینها شامل افزایش غلظت هورمونی، افزایش در اجزای مسیر سیگنالینگ داخل سلولی برای سنتز پروتئین ماهیچه ای از جمله مسیر mTOR، افزایش در نشانگرهای زیستی مبنی بر فعالیت سلولهای ماهواره ای و همچنین تغییر در الگوهای فراخوانی نوع فیبر می باشد (۲). براین اساس در یک تحقیق در مورد مکانیسمهای BFR-RE در ایجاد هایپرتروفی عضلانی و افزایش قدرت گزارش داده اند که تنش مکانیکی و استرس متابولیکی در شرایط تمرین ورزشی BFR از طریق تعدادی از مکانیسمها از جمله افزایش تولید هورمون سیستمیک و موضعی، افزایش در فراخوانی تارهای تندانقباض، تولید گونه های اکسیژن واکنشی ازجمله اکسیدنیتریک و پروتئینهای شوک حرارتی باعث القاء رشد عضلات می شود (۱۲). نتایج تحقیقات قبلی در راستای افزایش قدرت توسط مکانیسم هورمونی، افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلات را با افزایش فعالیت هورمونی محور هورمون رشدـفاکتور رشد شبه انسولین ـ۱پیوند داده اند (۱۵). اما در مورد اثر ورزش بر ترشح دو هورمون مذکور میتوان گفت فعالیت ورزشی یک محرک فیزیولوژیکی قوی برای ترشح هورمون رشد (GH) از هیپوفیز است و در حدود ۱۵ دقیقه پس از شروع ورزش، GH پلاسما افزایش می یابد. GH و واسطه پایین دست آن، فاکتور رشد شبه انسولین– ۱ (IGF-I)، نقش مهمی در شکل گیری و بازسازی ماهیچه ها ایفا می کنند (۱۵). در اکثر موارد (برای عضله، استخوان، تاندون، ترکیب بدن و عملکرد شناختی)، غلظت بالای IGF-I مفید می باشد(۱۶).

از دیگر مزایای GH تأثیر بر تولید نیتریک اکساید اندوتلیومی و کاهش مقاومت شریانی در بیماران کاردیومیوپاتی دارای کمبود هورمون رشد است (۱۷). نیتریک اکساید (NO) یکی از مهمترین فاکتورهای آزاد شده از اندوتلیوم بعنوان یک رادیکال آزاد ساخته شده بوسیله ال–آرژینین بوده که در فرایندهای انتقال عصبی، عملکرد عروقی، دفاعی و التهاب درگیر است، NO باعث گشادی عروق (در نتیجه کاهش فشار خون) و ممانعت از تجمع پلاکتها (۱۸) و همچنین بعنوان یک فاکتور آنژیوژنز عمل می کند (۱۹). بسیاری از مطالعات نشان داده اند که فعالیت هوازی باعث افزایش NO و کاهش فشار خون و پیشگیری از بیماریها می شود (۲۰). دریک تحقیق سیستماتیک

در تأیید بهبود عملکرد عروقی از طریق تمرین ورزشی همراه BFR شواهد کافی برای بدست آوردن اجماع وجود ندارد(۲۱). اما در مورد ترکیب BFR با فعالیتهای ورزشی و اثر آن بر پاسخ هورمونی، عملکرد و هایپرتروفی عضلانی تحقیقات اندکی انجام شده است. در همین راستا نتایج تحقیق پس از ۸ هفته دوچرخه سواری با BFR نشان داد که تمرین BFR قدرت عضلانی و پاسخ هایپرتروفی را افزایش می دهد (۱۰). بر همین اساس در مطالعه دیگری با ایجاد BFR در طول تمرینات فوتسال گزارش دادند که این روش تمرینی، افزایش قدرت عضلات، پاسخ هورمونی، مزایای عصبی عضلانی و عملکردی بیشتری را به دنبال دارد (۷, ۹).

از آنجا که سنگ نوردی به عنوان یک فعالیت تفریحی و رقابتی به سرعت در حال افزایش محبوبیت است(۲۲) همچنین بدلیل مدال آور بودن این رشته ورزشی و به خاطر اولین حضور در المپیک، همه کشورها سرمایه گذاری زیادی در آن انجام داده اند (۲۳). سنگ نوردی داخل سالن دارای سه رشته متفاوت می باشد و هر کدام از این رشته ها ویژگیهای فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی خاصی را می طلبد به طوریکه سنگ نوردان زن و مرد نخبه دارای وزن کم، قد متوسط، قدرت پنجه زیاد و درصد چربی پایین هستند (۲۴). در مشاهدات تحقیقی مقایسه سنگنوردان نخبه با آماتور، همگی براهمیت قدرت دست و پنجه و بازوها تاکید دارند بخاطر همین، قدرت دست و پنجه را یکی ازعوامل تاثیرگذار برعملکرد صعود سنگ نوردی قلمداد می کنند (۲۵, ۲۶). لذا لازم هست سنگ نوردان تمریناتی را جهت افزایش قدرت بالا تنه بویژه دست و پنجه خود در برنامه های خود مدنظر گیرند. با توجه به ارتباط تمرین ورزشی BFR در برخی رشته ها با افزایش قدرت و بهبود عملکرد ورزشی از طریق مکانیسمهای هورمونی(۷, ۹, ۱۰) و نظر به رشد فزاینده محبوبیت سنگ نوردی و ورود آن به مجموعه رشته های المپیکی و لزوم بهره گیری از کارآمدترین روشهای علمی برای بهبود قدرت دست و پنجه بعنوان یکی از عوامل تاثیرگذار بر موفقیت در صعود سنگنوردان و همچنین وجود خلأ تحقیقی در زمینه پاسخ هورمونی ـ آنابولیکی و نیتریک اکساید سرمی نسبت به ترکیب تکنیک BFR و تمرین سنگنوردی، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر بلند مدت تمرین سنگنوردی با BFR بر پاسخ ترشحی پایه GH، IGF-I و NO خون انجام شد.

روش پژوهش

روش پژوهش حاضر به دلیل اعمال میدانی متغیر مستقل و ارزیابی متغیرهای وابسته در آزمایشگاه علوم پزشکی از نوع نیمه تجربی با دو گروه (گروه تمرینی با محدودیت جریان خون و گروه تمرینی بدون محدودیت جریان خون) و با طرح پیش آزمون و پس آزمون انتخاب شد.

در این تحقیق ۲۰ نفر از سنگنوردان نخبه زن و مرد دارای حداقل ۴سال سابقه و در محدوده سنی ۳۰-۲۰ سال که برای مسابقات کشوری مشغول به تمرین بودند، آمادگی خود را بصورت داوطلبانه جهت شرکت در این تحقیق اعلام کردند. این تعداد بطور تصادفی در دو گروه تمرینی؛ گروه تمرین سنگنوردی در حالت BFR (n =۱۰) و گروه دوم گروه تمرین سنگنوردی در حالت معمول یا بدون BFR قرار گرفتند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها و همکاران طی یک جلسه هماهنگی توضیحات کاملی در مورد موضوع تحقیق، اهداف، مراحل و نحوه اجرای آن و شرایط شرکت در آزمون به آنها ارایه شد سپس برای هر کدام از آزمودنی‌ها برگه رضایتنامه و پرسشنامه سلامتی یا تندرستی داده شد. پس از بررسی وضعیت سلامتی بوسیله معاینات پزشکی و رضایت آزمودنی‌ها برای شرکت در تحقیق به منظور همگن سازی بین گروهی و قرار گرفتن تصادفی آزمودنی ها در دو گروه همسان با استفاده از ویژگیهای فردی از جمله جنس، سن، وزن افراد، قد، درجه سختی مسیر سنگنوردی، اکسیژن مصرفی بیشینه (با

آزمون بروس روی نوارگردان) و درصد چربی بدن (با استفاده از فرمول هفت نقطه ای) ودر نهایت فشار خون و ضربان قلب افراد شرکت کننده ثبت شد (جدول ۱). سپس آزمودنی ها با تخصیص تصادفی در یکی از دو گروه تمرینی با محدودیت جریان خون و بدون محدودیت جریان خون قرار گرفتند. پیش از شروع تمرین طی جلسه ای به تمامی شرکت کنندگان توسط کارشناس تغذیه جهت اصلاح عادات غذایی مشاوره غذایی داده شد. قبل از شروع تحقیق کد اخلاق پژوهشی برای اجرای طرح از دانشگاه علوم پزشکی تبریز اخذ شد(کد IR.TBZMED.REC.1397.523).

جدول ۱: مشخصات آنتروپومتریک و فیزیولوژیک آزمودنیها

شاخص‌ها	انحراف استاندارد ± میانگین
سن(سال)	**۲۶/۶ ± ۲/۶۰**
قد(سانتیمتر)	**۱۶۸ ±۱۰/۳۰**
وزن(کیلوگرم)	**۶۱/۵ ± ۸/۶۹**
درصدچربی	**۱۵/۲۹ ± ۸/۰۵**
اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم در دقیقه)	**۴۵/۳۸ ± ۵/۱۶**

برنامه تمرینی

برنامه تمرینی شامل ۴هفته تمرین سه جلسه ای به مدت ۹۰ دقیقه در هفته بود. هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و۱۰ دقیقه گرم کردن اختصاصی روی دیوار شامل تراورس Traverse (سنگنوردی افقی ومورب در دیواره) با شیب ۹۰ درجه و برنامه تمرینی اصلی با شدت معین و یکسان برای هردو گروه BFR و بدون BFR اجرا شد با توجه به اینکه در زمینه پاسخ هورمونی به سنگ نوردی تحت شرایط BFR تحقیقی یافت نشد بعد از انجام مطالعه مقدماتی بر روی دو آزمودنی (Pilot study) برنامه تمرینی با شدت ۶۰ الی ۸۰ درصد درجه سختی مسیر برای آزمودنی ها تعیین شد. و در آخر جلسه تمرین حدود ۱۰ دقیقه سرد کردن عمومی و اختصاصی انجام دادند. آزمودنیهای هردو گروه به مدت ۴ هفته، هر هفته ۳جلسه ودر مجموع ۱۲ جلسه تمرین کردند. بر اساس بعضی از مطالعات درخصوص میزان مدت زمان تمرین ۱۲جلسه تمرین برای اثر بخشی کافی بود (۲۷-۲۹). یک هفته قبل از شروع آزمون جلسه آشنایی با برنامه تمرین و روش اجرای تمرین برای آزمودنی ها گذاشته شد. تمامی ۱۲ جلسه ۹۰ دقیقه ای با بخش گرم کردن: دویدن آرام، حرکات کششی عمومی و اختصاصی، و حرکات اختصاصی روی دیوار سنگ نوردی در مدت ۲۰ دقیقه انجام شد بعد در تمرین اصلی سنگ نوردی که به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد عبارت بود الف: سه بار صعود مسیر سرطناب با درجه سختی متوسط و استراحت ۱به۳ ب: سه بار صعود رفت و برگشت بصورت قرقره روی دیواره عمودی استراحت ۱به ۳ ج: تراورس با تعداد گیره ۲۰ تایی و استراحت ۱به۳. و در نهایت در بخش پایانی جلسه یعنی سرد کردن به مدت ۱۰ دقیقه با دویدن آهسته، بعد حرکات کششی اختصاصی و عمومی و سرد کردن با حرکات استاتیکی انجام گرفت. در گروه تمرین با محدودیت جریان خون حین صعود مسیرهای سرطناب و بولدرینگ بوسیله کافها قسمت پروگزیمال بازو بسته شد

و در زمان استراحت بین مسیرها باز می شد. در حالی که گروه تمرینی بدون محدودیت جریان خون بدون استفاده از کافها برنامه تمرینی را اجرا کردند. لازم است که بدانیم سنگ نوردان برای درک بهتر سختی مسیر و مقدار توان لازم برای صعود از یک زبان مشترک برای مشخص نمودن سختی مسیرهای سنگ نوردی تحت عنوان درجه بندی سختی مسیرها استفاده می کنند. که در ایران معمولا از سامانه یوسه میتی Yosemite استفاده می گردد همچنین در دوره تمرین ۴ هفته ای برای افزایش شدت تمرین در ۴هفته علاوه بر افزایش تکرار حرکات، نوع حرکات وشیب دیواره نیز تغییر پیدا کرد. تمرینات در هفته های اول از سطوح متوسط شروع شد و به تدریج به سطوح بالاتر ارتقا یافت در نهایت تاکید می شود تمامی تمرینها و قرارداد سنگ نوردی توسط مدرس، طراح، مربی و داور رسمی دارای گواهی نامه از فدراسیون کوهنوردی و صعودهای ورزشی انجام شد.

روش ایجاد محدودیت جریان خون

جهت محدودیت جریان خون از یک کاف برزنتی(پژوهشگر ساخته) با ابعاد ۸۵ سانتیمتر طول و ۶ سانتیمتر عرض استفاده شد که درون آن یک تیوپ لاستیکی با قطر سه سانتیمتر وطول ۸۵ سانتیمتر قرارگرفت که دارای دو مجرا بوده یکی برای ورود هوا و دیگری برای نصب بارومتر عقربه ای جهت اندازه گیری فشار داخل آن که تا۳۰۰میلیمتر جیوه فشار کافها قابل افزایش بود شایان ذکر است که فشار کاف از ۴۰میلی متر جیوه شروع شد (۳۰, ۳۱) و هر هفته ۲۰ میلی متر جیوه به آن اضافه شد تا در انتها به فشار ۱۰۰میلی متر جیوه رسید. این میزان فشار، کاهش ومحدودیت جریان خون لازم مورد اطمینان را ایجاد می کند. به علاوه فشار محدود کننده ای که اکثر پژوهشها بکار برده اند برای تمرینات اندام بالاتنه ۴۰تا۱۲۰ میلی متر جیوه بوده درحالی که برای پایین تنه به دلیل درگیری بیشتر توده عضلانی از فشار بین ۱۶۰تا ۲۴۰میلی متر استفاده می شود (۲۸-۳۰).

روشهای اندازه گیری متغیرهای پژوهش

با استفاده از کالیپر لانج ضخامت چین پوستی در هفت ناحیه اندازه گیری شد تا با استفاده از فرمول هفت نقطه‌ای جکسون-پولاک درصد چربی آزمودنی ها محاسبه شود. برای سنجش قدرت گرفتن پنجه دست برتر قبل و بعد از دوره تمرین از دینامومتر هیدرولیک جامار JAMAR (Sammons preston rolyan Nottinghamshire, UK) که اندازه قدرت را با واحد کیلوگرم نیرو نشان می دهد استفاده شد.

در دو مرحله (اول) حالت پایه قبل از دوره تمرینی و (دوم) ۲۴ ساعت بعد از دوره تمرینی در شرایط استراحتی از هر دو گروه به مقدار ۵ سی سی خون از ورید بازویی اخذ شد و در لوله های حاوی ضد انعقاد اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA) ریخته شد. جداسازی پلاسما با دستگاه سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سلسیوس) انجام شد. هورمونهای رشد و IGF1 به ترتیب با کیت GH شرکت Diasorin ایتالیا و کیت IGF-I شرکت Biosource سوئیس به روش الایزا اندازه گیری شد. همچنین جهت اندازه گیری نیتریک اکساید پلاسمایی به روش کالریمتری از کیت Abnova ساخت آلمان استفاده شد.

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنف نرمالیتی داده ا سنجیده شد. سپس از آزمون t وابسته و مستقل برای ارزیابی تفاوت داده های پیش و پس آزمون در هر یک از گروهها استفاده شد. تمامی عملیات آماری توسط نرم افزار SPSS v16 انجام گرفت.

یافته‌ها

بر اساس آزمون آماری تی همبسته میزان هورمون رشد بعد از ۴هفته تمرین در گروه محدودیت جریان خون(BFR) نسبت به قبل از دوره تمرین سنگنوردی افزایش معنی داری داشت (p≤۰/۰۵). اما در گروه بدون محدودیت جریان خون (بدون BFR) این تغییر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). اطلاعات آزمون آماری تی همبسته نشان داد که میزان IGF-I خون بعد اتمام دوره تمرینی در گروه محدودیت جریان خون(BFR) و گروه بدون محدودیت جریان خون (بدون BFR) نسبت به قبل از دوره تمرین سنگنوردی افزایش معنی داری نداشت. هر چند این شاخص از نظر عددی در گروه BFR بیشتر از بدون BFR بود (جدول ۲). همچنین میانگین آماری میزان نیتریک اکساید پس از دوره تمرینی تنها در گروه BFR افزایش معناداری پیدا کرد (p≤۰/۰۵) (جدول ۲). در نهایت بر اساس اطلاعات آماری میزان قدرت پنجه دست برتر بعد ۴هفته تمرین در هر دو گروه نسبت به قبل از دوره تمرین سنگنوردی افزایش معنی داری داشت (p≤۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول۲: تغییرات شاخصهای اندازه گیری شده قبل و بعد از دوره تمرین

متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	p
هورمون رشد (ng/ml)			
BFR	**۰/۹۹ ± ۰/۴۸**	**۱/۹۳ ± ۱**	۰/۰۰۰۵
بدون BFR	**۰/۹۴ ± ۰/۴۸**	**۱/۶۲ ± ۱/۶۰**	۰/۱۶
p	۰/۸۲	۰/۶۰	
هورمون IGF-I (ng/ml)			
BFR	**۲۲۴/۵۰ ± ۵۹/۸۰**	**۲۳۳/۰۰ ± ۷۱/۷۶**	۰/۵۴
بدون BFR	**۲۲۲/۸۱ ± ۵۹/۱۹**	**۲۲۸/۸۱ ± ۵۶/۶۳**	۰/۵۱
p	۰/۹۵	۰/۸۸	
نیتریک اکساید (ng/dl)			
BFR	**۳۲/۷۴ ± ۴/۲۶**	**۵۴/۳۹ ± ۱۳/۹۴**	۰/۰۰۰۵
بدون BFR	**۳۳/۱۶ ± ۶/۳۸**	**۳۴/۰۰ ± ۶/۰۳**	۰/۵۶
p	۰/۸۶	۰/۰۰۰۵	
قدرت پنجه دست برتر (kgF)			
BFR	**۴۱/۹۰ ± ۱۱/۰۸**	**۴۷/۶۵ ± ۱۳/۰۱**	۰/۰۰۰۵
بدون BFR	**۴۱/۸۵ ± ۷/۳۵**	**۴۷/۴۱ ± ۸/۵۹**	۰/۰۰۰۵
p	۰/۹۸	۰/۹۷	

p≤۰/۰۵ بعنوان سطح معنادار در نظر گرفته شده است

بحث و بررسی

هدف این تحقیق بررسی اثر ترکیب روش BFR و تمرین سنگ نوردی بر سطح پایه هورمون رشد(GH)، هورمون فاکتور رشد شبه انسولین-۱(IGF-I) و نیتریک اکساید پلاسمایی و عملکرد قدرت پنجه دست نسبت به

قبل از تمرین بود که حاصل نتایج این مطالعه، اثر افزایشی معنادار قدرت پنجه دست برتر در تمرین سنگ نوردی همراه BFR، افزایش سطح پایه سرمی هورمون رشد و نیتریک اکساید و افزایش جزئی در میزان هورمون پلاسمایی IGF-I در مقایسه با قبل ازدوره تمرین سنگ نوردی بود. درمورد افزایش قدرت پنجه دست برتر بعنوان نتیجه سازگاری عضلانی بعد از یک ماه تمرین، نتایج نشان داد که قدرت پنجه دست افزایش یافته بود که با افزایش قدرت عضلانی طی تمرین فوتسال در شرایط BFR (۷, ۹)، افزایش قدرت با حداکثر گشتاور انقباض ایزوکینتیکی ارادی در باز شدن زانو ودر حرکت یک تکرار بیشینه اسکوات در پاورلیفتکاران سطح ملی(۳۲)، افزایش قدرت عضلات چهارسر ران در حرکت با سرعت بالا(۳۳) و افزایش قدرت در تمرینات ورزشی درون آبی همراه با محدودیت جریان خون(۳۴) همخوانی دارد. بنابراین تمرین ورزشی در شرایط BFR باعث افزایش قدرت می شود و رشد قدرت وتوده عضلانی هم توسط عوامل عصبی و هورمونی تنظیم می شود(۳۵). عوامل غدد درونریز نیز در دستیابی به قدرت نقش مثبتی دارد هورمون رشد و IGF-I ممکن است با فعال کردن مسیر سیگنالیگ رشدی کمپلکس هدف راپامایسن پستانداران(mTOR) در فیبرهای عضلانی موثر بوده وباعث افزایش قدرت عضلات می شود(۳۶).

نتیجه مطالعه حاضر مبنی بر، اثر مثبت ترکیب تکنیک BFR با تمرین سنگ نوردی طی چهار هفته بر GH پایه با یافته های برخی از محققان که نشان داده اند، تمرین BFR به دلیل ارتباط پیشنهادی بین لاکتات و ترشح GH که باعث افزایش GH پلاسما می شود(۳۷–۳۹) همخوانی دارد. در همین راستا در یک تحقیق دیگر همبستگی مثبتی بین تولید هورمون رشد و سازگاری تمرینی نسبت به تمرین BFR مشاهده شد(۴۰) در نتیجه از منظر افزایش هورمون رشد با تحقیق حاضر همسو می باشد. از آنجا که در تمرین BFR، یک وسیله محدودکننده در انتهای نزدیک به تنه اندام قرار می گیرد و میزان جریان خون شریانی را کاهش می دهد و باعث انسداد بازگشت مجدد وریدی می شود(۲۷) و در نتیجه مقدار اکسیژن کمی به عضله فعال وارد می شود. این شرایط هیپوکسیک با افزایش غلظت لاکتات و کاتکول آمین ها، عضله را تحت فشارهای متابولیکی بیشتری قرار می دهد(۴۱) که ممکن است باعث افزایش هورمون های آنابولیک مانند GH (۴۲) و IGF-I (۴۳) شود. طبق بررسی های بعمل آمده بیشتر تحقیقات از اثر افزایشی تمرینات ورزشی همراه BFR بر هورمون رشد حمایت می کند. اما در یک تحقیق با موضوع کاربرد BFR طی دوهفته برای پیشگیری از ضعف عضلانی حاصل از بی حرکتی (بوسیله گچ گیری شکسته بندی) هیچ تغییری در میزان هورمون رشد مشاهده نشد(۴۴) که این نتایج متفاوت بعلت عدم استفاده از ترکیب تکنیک BFR و تمرین ورزشی، با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد که احتمالا عدم حرکت عضو منجر به عدم افزایش هورمون رشد شده است.

یکی از هورمونهای مهم آنابولیک دیگر که در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار گرفت IGF-I بود و مشاهده شد که دوره تمرین سنگ نوردی با محدودیت جریان خون بعد از ۴هفته باعث افزایش جزئی اما غیرمعنی داری این هورمون نسبت به قبل از دوره تمرین شده بود. که با مطالعات پاسخ هورمونی IGF-I گردش خونی به تمرین ۱۰ جلسه بازی فوتسال(۷) و تمرین مقاومتی در شرایط BFR در پیرمردان(۳۸) همسو بود. همینطور در یک تحقیق دیگر مقایسه پاسخ حاد هورمونی گروه جوانان و پیران نسبت به تمرین مقاومتی BFR، سطح IGF-I خون در هیچ کدام از گروه ها افزایش قابل توجهی را نشان ندادند(۴۵) که با تحقیق حاضر همخوانی داشت. اما در یک مطالعه بررسی پاسخ هورمونی مزمن نیز (۳ هفته تمرین پیاده روی در حالت BFR دو بار در روز) در مردان جوان،

افزایشی در سطح پایه IGF-I گردش خونی در مقایسه با پایه مشاهده نشد(۴۳) بنابراین با یافته این تحقیق همخوانی دارد. از آنجا که می دانیم هورمون رشد تولید و ترشح فاکتور رشد شبه انسولینی -۱گردش خونی (تولیدی غدد درون ریز) و همچنین تولید موضعی (محیطی) IGF-I را از طریق مکانیسم های اتوکرین / پاراکرین تحریک می کند(۱۵) بنابراین بر اساس نتیجه این تحقیق با وجود افزایش هورمون رشد بواسطه تمرین سنگ نوردی در حالت BFR، افزایش معناداری در تولید IGF-I در گردش خون مشاهده نمی شود.احتمالا در توجیه علت عدم تغییر سطح پایه پلاسمایی هورمون فاکتور رشد شبه انسولین-۱ بنظر می رسد فعالیت ورزشی حاد و مزمن بطور مداوم، بیشتر بر روی IGF-I موضعی اثر تنظیمی داشته است و حتی در برخی شرایط گزارش شده است که سطح IGF-I در گردش خون ممکن است کاهش یابد البته نقش دقیق و نسبی تولید سیستماتیک در مقابل تولید موضعی IGF-I بواسطه فعالیت بدنی هنوز به روشنی مشخص نشده است(۱۶). بر اساس بررسیهای انجام شده همانطور که در بالا هم گزارش شد اکثر تحقیقات اثربخشی معناداری را بر میزان IGF-I پلاسمایی بواسطه تمرین BFR نشان نداده اند وتنها در یک تحقیق با هدف پاسخ غدد درونریز به تمرین مقاومتی همراه با BFR عضلات اندام بالا تنه وپایین تنه انجام شده بود، افزایش معنی داری را در میزان IGF-I مشاهده شد(۴۶) که با یافته این تحقیق اختلاف دارد که احتمالا این اختلاف ازتفاوت در بررسی تاثیر حاد و مزمن (اثر بر میزان پایه IGF-I) در این دو تحقیق ناشی می شود و نیازمند بررسی و مطالعات بیشتر دارد.

یکی از شاخصهای گشاد کننده عروق و کاهش دهنده فشار خون نیتریک اکساید می باشد که در این تحقیق استفاده از فشار کاف بر روی عروق جهت ایجاد محدودیت جریان خون در حین دوره تمرین سنگنوردی، نه تنها اثر سوئی بر آن نداشت بلکه باعث افزایش معنادار و قابل توجه میزان نیتریک اکساید پلاسمایی پایه شده بود که با نتایج اثر کاهشی فشار خون و افزایش نیتریک اکساید بوسیله تمرینات پیلاتس در مردان سالمند مبتلا به پرفشار خون همخوانی دارد در توجیه اثر تمرینات پیلاتس به تحریک دیواره اندوتلیال عروقی توسط افزایش جریان خون اشاره شده است(۴۷). در حالی که در این تحقیق با ممانعت و ایجاد محدودیت در جریان خون بایست بیشتر علل احتمالی دیگری باعث افزایش نیتریک اکساید پلاسمایی را موجب شود. در تحقیق دیگری علت تولید گونه های اکسیژن واکنشی از جمله نیتریک اکساید را در تمرین BFR تنش مکانیکی و استرس متابولیکی (بخاطر هیپوکسی) معرفی کرده است(۱۲). همچنین در یک تحقیق پاتولوژیکی درمانی با هورمون رشد افزایش NO و اتساع عروق در بیماران را در نتیجه افزایش هورمون رشد و اثر آن بر IGF-I اندوتلیایی وتحریک آنزیم نیتریک اکساید سنتاز بیان شده است (۱۷). با توجه به افزایش هورمون رشد در تحقیق حاضر در گروه BFR احتمالا افزایش هورمون مذکور یکی از عوامل افزایش NO می باشد. به هر حال جهت شناخت علل اصلی تاثیر تمرینات BFR بر نیتریک اکساید نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

نتیجه‌گیری

در مجموع بر اساس نتایج به دست آمده می توان گفت ترکیب تمرین سنگنوردی سبک با محدودیت جریان خون و کاربرد آن بجای تمرین معمول وتمرین مقاومتی بدنسازی شدید اختصاصی، بعنوان یک راهبرد تمرینی پیشگیری کننده از بیماریهای قلبی عروقی و آسیب های مفصلی و عضلانی باعث افزایش بعضی از هورمونهای آنابولیک و افزایش هایپرتروفی و قدرت عضلانی و عملکرد بهتر عروق شده و نهایتا در بهبودی عملکرد ورزشی موثر خواهد بود بنابراین استفاده از این روش تمرینی سالم و ایمن برای ورزشکاران سنگنوردی توصیه می شود.

تشکر وقدردانی

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از همکاری دانشگاه علوم پزشکی تبریز، همچنین از همکار محترم آقای دکتر جواد وکیلی و مربی تیم ملی سنگ نوردی; آقای منصور آقایی و اعضای تیم اعلام می دارند.

منابع

1. Patterson SD, Brandner CR. The role of blood flow restriction training for applied practitioners: A questionnaire-based survey. Journal of sports sciences. 2018;36(2):123-30.
2. Hwang PS, Willoughby DS. Mechanisms Behind Blood Flow–Restricted Training and its Effect Toward Muscle Growth. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2019;33:S167-S79.
3. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bemben MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. European journal of applied physiology. 2012;112(5):1849-59.
4. Slysz J, Stultz J, Burr JF. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. Journal of science and medicine in sport. 2016;19(8):669-75.
5. Lixandrao ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceiçao MS, Damas F, et al. Magnitude of muscle strength and mass adaptations between high-load resistance training versus low-load resistance training associated with blood-flow restriction: a systematic review and meta-analysis. Sports medicine. 2018;48(2):361-78.
6. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine. 2019;49(1):95-108.
7. Amani-Shalamzari S, Farhani F, Rajabi H, Abbasi A, Sarikhani A, Paton C, et al. Blood flow restriction during futsal training increases muscle activation and strength. Frontiers in Physiology. 2019;10:614.
8. Fattah A, Salem H. Effect of Occlusion Swimming Training on Physiological Biomarkers and Swimming Performance. World Journal of Sport Sciences, 4, 1, 70. 2011;75.
9. Amani-Shalamzari S, Sarikhani A, Paton C, Rajabi H, Bayati M, Nikolaidis PT, et al. Occlusion Training During Specific Futsal Training Improves Aspects of Physiological and Physical Performance. Journal of Sports Science & Medicine. 2020;19(2):374.
10. Conceicao MS, Junior EM, Telles GD, Libardi CA, Castro A, Andrade AL, et al. Augmented anabolic responses after 8-wk cycling with blood flow restriction. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2019;51(1):84-93.
11. Loenneke J, Fahs C, Thiebaud R, Rossow L, Abe T, Ye X, et al. The acute muscle swelling effects of blood flow restriction. Acta physiologica Hungarica. 2012;99(4):400-10.
12. Pearson SJ, Hussain SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. Sports medicine. 2015;45(2):187-200.
13. Fujita T, WF B, Kurita K, Sato Y, Abe T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. International Journal of KAATSU Training Research. 2008;4(1):1-8.
14. Nielsen JL, Aagaard P, Bech RD, Nygaard T, Hvid LG, Wernbom M, et al. Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. The Journal of physiology. 2012;590(17):4351-61.
15. Frystyk J. Exercise and the growth hormone-insulin-like growth factor axis. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2010;42(1):58-66.

16. Nindl BC, Pierce JR. Insulin-like growth factor I as a biomarker of health, fitness, and training status. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2010;42(1):39-49.
17. Osterziel KJ, Bode-Böger SM, Strohm O, Ellmer AE, Bit-Avragim N, Hänlein D, et al. Role of nitric oxide in the vasodilator effect of recombinant human growth hormone in patients with dilated cardiomyopathy. Cardiovascular research. 2000;45(2):447-53.
18. Bates D, Hillman N, Pocock T, Neal C. Regulation of microvascular permeability by vascular endothelial growth factors. Journal of anatomy. 2002;200(5):523-34.
19. Cooke JP, Losordo DW. Nitric oxide and angiogenesis. Am Heart Assoc; 2002.
20. Tsukiyama Y, Ito T, Nagaoka K, Eguchi E, Ogino K. Effects of exercise training on nitric oxide, blood pressure, and antioxidant enzymes. Journal of clinical biochemistry and nutrition. 2017:16-108.
21. Horiuchi M, Okita K. Blood flow restricted exercise and vascular function. International journal of vascular medicine. 2012;2012.
22. Sherk V, Sherk K, Kim SJ, Young K, Joaca-Bine A, Bemben D. Hormone Responses to an Acute Bout of Continuous Rock Climbing in Young Men: 936June 4 2: 00 PM-2: 15 PM. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2010;42(5):110.
23. Draper N, Dickson T, Blackwell G, Priestley S, Fryer S, Marshall H, et al. Sport-specific power assessment for rock climbing. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2011;51(3):417-25.
24. Deyhle MR, Hsu HS, Fairfield TJ, Cadez-Schmidt TL, Gurney BA, Mermier CM. Relative Importance of Four Muscle Groups for Indoor Rock Climbing Performance. Journal of strength and conditioning research. 2015 Jul;29(7):2006-14. PubMed PMID: 25574609.
25. Ozimek M, Rokowski R, Draga P, Ljakh V, Ambrozy T, Krawczyk M, et al. The role of physique, strength and endurance in the achievements of elite climbers. PloS one. 2017;12(8):e0182026. PubMed PMID: 28771525. Pubmed Central PMCID: 5542533.
26. J. Baláš OP, A. J. Martin and D. Cochrane. Hand–Arm Strength and Endurance as Predictors of Climbing Performance. European Journal of Sport Science. 2012;12(1):16-25.
27. Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ. Exercise and blood flow restriction. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(10):2914-26.
28. 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.
29. 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. The Journal of Physiological Sciences. 2017;67(1):207-15.
30. Hunt JE, Stodart C, Ferguson RA. The influence of participant characteristics on the relationship between cuff pressure and level of blood flow restriction. European journal of applied physiology. 2016;116(7):1421-32.
31. Jessee MB, Buckner SL, Dankel SJ, Counts BR, Abe T, Loenneke JP. The influence of cuff width, sex, and race on arterial occlusion: implications for blood flow restriction research. Sports Medicine. 2016;46(6):913-21.
32. Bjørnsen T, Wernbom M, Kirketeig A, Paulsen G, Samnøy LE, Bækken LV, et al. Type 1 Muscle Fiber Hypertrophy after Blood Flow–restricted Training in Powerlifter. 2018.
33. Nielsen JL, Frandsen U, Prokhorova T, Bech RD, Nygaard T, Suetta C, et al. Delayed Effect of Blood Flow-restricted Resistance Training on Rapid Force Capacity. Medicine and science in sports and exercise. 2017;49(6):1157-67.

34. Araújo JP, Neto GR, Loenneke JP, Bemben MG, Laurentino GC, Batista G, et al. The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. Age. 2015;37(6):110.
35. Marcotte GR, West DW, Baar K. The molecular basis for load-induced skeletal muscle hypertrophy. Calcified tissue international. 2015;96(3):196-210.
36. Rommel C, Bodine SC, Clarke BA, Rossman R, Nunez L, Stitt TN, et al. Mediation of IGF-1-induced skeletal myotube hypertrophy by PI (3) K/Akt/mTOR and PI (3) K/Akt/GSK3 pathways. Nature cell biology. 2001;3(11):1009-13.
37. Reeves GV, Kraemer RR, Hollander DB, Clavier J, Thomas C, Francois M, et al. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. J Appl Physiol (1985). 2006 Dec;101(6):1616-22. PubMed PMID: 16902061.
38. 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. European journal of applied physiology. 2013;113(3):713-9.
39. Natsume T, Ozaki H, Saito A, Naito H. Neuromuscular electrical stimulation with blood flow restriction increases serum growth hormone concentration. GAZZETTA MEDICA ITALIANA ARCHIVIO PER LE SCIENZE MEDICHE. 2018;177(11):599-605.
40. Morton RW, Sato K, Gallaugher MP, Oikawa SY, McNicholas PD, Fujita S, et al. Muscle androgen receptor content but not systemic hormones is associated with resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy in healthy, young men. Frontiers in physiology. 2018;9:1373.
41. Tanimoto M, Madarame H, Ishii N. Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: Comparison between "KAATSU" and other types of regimen. International Journal of KAATSU Training Research. 2005;1(2):51-6.
42. 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.
43. Sato Y, Abe T. KAATSU-walk training increases serum bone-specific alkaline phosphatase in young men. International Journal of KAATSU Training Research. 2005;1(2):77-81.
44. Kubota A, Sakuraba K, Sawaki K, Sumide T, Tamura Y. Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2008;40(3):529-34.
45. Manini TM, Yarrow JF, Buford TW, Clark BC, Conover CF, Borst SE. Growth hormone responses to acute resistance exercise with vascular restriction in young and old men. Growth Hormone & IGF Research. 2012;22(5):167-72.
46. Madarame H, Sasaki K, Ishii N. Endocrine responses to upper-and lower-limb resistance exercises with blood flow restriction. Acta physiologica Hungarica. 2010;97(2):192-200.
47. Eghbali F, Moradi M. The effect of a course of pilates exercise on hypertension, nitric oxide, and resting heart rate in the eldrly men with hypertension. Arak Med Univ J. 2017;19(11):1-10.

The Effect of Special Training with Blood Flow Restriction on Serum Basal Levels of Growth Hormone, Insulin-Like Growth Factor-1, and Nitric Oxide Levels in Elite Rock Climbers

Karim Ebadifar[1], Hasan Matin Homaee[1*], Abdolali Banaeifar[4].

1 Department of Exercise Physiology، Faculty of Physical Education and Sport Sciences، Central Tehran Branch، Islamic Azad University، Tehran، Iran
2 Department of Exercise Physiology، Faculty of Physical Education and Sport Sciences، South Tehran Branch، Islamic Azad University، Tehran، Iran

***Corresponding author**: Email: hasanmatinhomaee@gmail.com

Abstract

Background Purpose: Recently, the technique of restricting blood flow (BFR) has become more popular among researchers, physicians, physiotherapists, and coaches due to its anabolism effects. Given the importance of adaptive response of hormones and vascular function to exercise with BFR, this study examines the effect of BFR composition and rock climbing activity on the hormonal response of growth hormone and insulin-like growth factor1 and plasma nitric oxide of elite rock climbers.

Methodology: In this quasi-experimental study with pre-test and post-test design, 20 climbers (weight: 61.55±8.69, fat percentage: 15.29±8.05 and age: 26.6±2.6) randomly divided into two training groups (5 men + 5 women each) with limited blood flow and no blood flow restriction. The training protocol was 4 weeks and 3 sessions of climbing training per week. Blood pressure was about 40 to 100 mm Hg. Blood sampling was performed at baseline at rest before and after exercise to determine growth hormone, IGF-I and nitric oxide levels. Also, the strength of the dominant hand grips was measured before and after the training period. Data were evaluated by using t-test.

Results: After climbing training, growth hormone and nitric oxide levels were significantly increased in the BFR group ($p < 0.05$), but the amount of IGF-I was increased no significantly. The strength of the dominant hand grips increased significantly in both groups.

Conclusion: Climbing training with blood flow restriction improve anabolic processes, muscle strength, and vascular function.

Key words: Rock Climbing, Blood Flow Restriction, Anabolic Hormone, Vascular Function