Archive of SID

فیزیولوژی ورزشی دوره ۱۲، شماره ۴۶، تابستان ۱۳۹۹. صص ۹۴-۷۷

مقالهٔ پژوهشی

اثر تمرین کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون بر حجم عضله و عملکرد جسمانی فوتبالیست‌های مرد

علی مصطفی‌لو[1]، سیدعلیرضا حسینی کاخک[2]، امیرحسین حقیقی[3]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری
۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری (نویسندهٔ مسئول)
۳. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۰

چکیده

تمرین مقاومتی، جزء مهم برنامهٔ تمرینی در بیشتر فعالیت‌های ورزشی است. تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون نیز می‌تواند باعث افزایش قدرت عضلانی و استقامت موضعی شود؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف مطالعهٔ اثر تمرین کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون بر حجم عضله و عملکرد جسمانی فوتبالیست‌های مرد انجام شد. بدین‌منظور، ۴۰ فوتبالیست انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی به چهار گروه تمرین مقاومتی سنتی (تعداد = ۱۰)، تمرین مقاومتی کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون (تعداد = ۱۰)، تمرین مقاومتی شدید برونگرا بدون محدودیت جریان خون (تعداد = ۱۰) و کنترل (تعداد = ۱۰) تقسیم شدند. قبل و پس از دورهٔ تمرینی هشت‌هفته‌ای، آزمون‌های قدرت و استقامت عضلانی گرفته شد و هایپرتروفی عضلانی با توجه به روش اولتراسوند اندازه‌گیری شد. برای مقایسهٔ بین گروه‌ها از روش تجزیه‌وتحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد ($P \leq 0.05$). نتایج حاکی از آن بود که گروه‌های تجربی تمرین برونگرا با محدودیت جریان خون و تمرین سنتی در مقایسه با گروه کنترل در آزمون قدرت بالاتنه افزایش معناداری داشتند ($P < 0.001$). همچنین، در قدرت عضلات پا بین گروه‌ها تفاوت معنادار وجود نداشت، اما تغییرات درون‌گروهی در همهٔ گروه‌های تجربی افزایش معناداری را نشان داد. همچنین، استقامت عضلات پا افزایش معناداری را در تمام گروه‌های تجربی نشان داد. نتایج بین گروهی حاکی از وجود افزایش معنادار بین گروه تمرینات مقاومتی سنتی با گروه تمرینات مقاومتی برونگرا بدون محدودیت جریان خون ($P = 0.001$) و بین گروه تمرینات مقاومتی سنتی و گروه تمرینات مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون با گروه کنترل ($P = 0.001$) بود. تفاوت معناداری در استقامت عضلات بالاتنه ($P = 0.18$)، هایپرتروفی عضلات چهارسرران ($P = 0.12$) و همسترینگ ($P = 0.053$) وجود نداشت ($P < 0.05$). هر سه برنامهٔ تمرین مقاومتی برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون و سنتی اثری مشابه بر قدرت، استقامت و هایپرتروفی عضلانی در فوتبالیست‌ها داشتند. به‌دلیل استفاده از بار کمتر در تمرینات مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون و کسب نتیجهٔ مشابه، ورزشکاران و مربیان می‌توانند از این نوع برنامه استفاده کنند.

واژگان کلیدی: انسداد عروق، قدرت عضلانی، استقامت عضلانی، ضخامت عضلانی، انقباض برونگرا.

1. Email: a.mostafaloo@gmail.com
2. Email: hosseini18@yahoo.com
3. Email: ah.haghighi292@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فوتبال، ورزشی ساده با فاکتورهای تشکیل‌دهندۀ پیچیده شامل استقامت، قدرت و توان است که در آن از حرکات گوناگونی مانند دویدن، تکل‌زدن، سرزدن، شوت‌زدن، پریدن و کنترل توپ در برابر فشارهای حریف استفاده می‌شود (۱). علم تمرین در فوتبال نشان داده است که تمرینات مقاومتی برای فوتبالیست‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و تیمی که از تمرینات مقاومتی در مرحلۀ آمادگی جسمانی در ابتدای فصل استفاده نمی‌کند، به احتمال زیاد به اوج اجرا نمی‌رسد. افزون‌براین، مشاهده شده است که تمرینات مقاومتی بر استقامت عضلانی و درنتیجه ارتقای سطح عملکرد ورزشکاران مؤثرند (۲). مربیان تیم‌های فوتبال با توجه به نیازهای مربوط به رشتۀ فوتبال می‌توانند از برنامه‌های متفاوت تمرین مقاومتی برای طراحی تمرین استفاده کنند (۳).

امروزه قدرت عضلانی در ورزش و فعالیت‌های روزمره از اهمیت زیادی برخوردار است. قدرت عضلانی برای طیف وسیعی از ورزشکاران ازجمله فوتبالیست‌ها که تلاش می‌کنند عملکرد ورزشی خود را بهبود دهند، موردنیاز است (۴). تمرینات قدرتی به‌عنوان یک روش مؤثر برای افزایش قدرت، توان، هایپرتروفی، استقامت عضلانی و عملکرد حرکتی بیان می‌شود. براساس هدف برنامۀ تمرین قدرتی، متغیرهای متفاوتی مانند شدت، مدت، تکرار، تناوب و فاصلۀ استراحت دستکاری‌شدنی هستند (۵). همچنین، برای اجرای یک برنامۀ تمرین قدرتی مطلوب استفاده از انقباض‌های عضلانی برونگرا و درونگرا و اجرای حرکات تک‌مفصلی و چندمفصلی توصیه شده است (۴). برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این دو نوع فعالیت موجب تولید تحریک عصبی-عضلانی مجزایی می‌شوند و به پاسخ‌های سازگاری پس از انجام‌دادن فعالیت متفاوت منجر می‌شوند (۶)؛ بااین‌حال، قدرت برونگرا تقریباً ۵۰-۲۰ درصد بیشتر از قدرت درونگراست و شدت‌های زیاد بار، اغلب حین تمرینات برونگرا به‌کار گرفته می‌شوند. ممکن است هنگام مقایسۀ سازگاری‌های مرتبط با دو نوع فعالیت، یک عامل محدودکننده باشد (۷).

تمرین برونگرا این ظرفیت را دارد که با هزینۀ انرژی خیلی کم عملکرد عضلانی را افزایش دهد و نشان داده شده است که بهبودی در قدرت عضله، توسعۀ توان، طول بهینۀ عضله و هماهنگی را هنگام حرکات برونگرا شتاب می‌بخشد و به سطح بهینه‌ای می‌رساند. در پژوهش‌های بسیار زیادی به مقایسۀ اثربخشی برنامه‌های مقاومتی برونگرا و درونگرا در افزایش قدرت و تودۀ عضله پرداخته شده است (۸). هنگام انقباض برونگرا عضله می‌تواند در مقایسه با انقباض درونگرا به نیروهای بیشتری دست پیدا کند؛ زیرا، چنین تصور می‌شود که افزایش قدرت عضله متناسب با اندازۀ نیروی اعمال‌شده هنگام تمرین است؛ بنابراین، می‌توان بیان کرد که برنامه‌های تمرین مقاومتی که فعالیت‌های برونگرا را دربرمی‌گیرند، نسبت به تمرین درونگرا سازگاری بیشتری را ایجاد می‌کنند (۹).

www.SID.ir

Archive of SID

تمرین قدرتی با محدودیت جریان خون[1]، انجام‌دادن تمرین قدرتی با شدت کم همراه با بستن دور بخش فوقانی بازو یا ران به‌منظور محدودیت جریان خون سرخرگی و مسدودشدن جریان خون سیاهرگی است. معمولاً شدت این تمرینات ۳۰-۲۰ درصد یک تکرار بیشینه[2] است که تقریباً معادل فعالیت روزانهٔ افراد است و بنابراین، افراد با ویژگی‌های جسمانی متفاوت می‌توانند آن‌ها را تحمل کنند. براساس برخی مطالعات، محدودیت جریان خون همان فواید تمرینات قدرتی سنتی و حتی بیشتر را دارد (۱۰). به‌تازگی پژوهشگران به تمرینات مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون توجه کرده‌اند (۱۱-۱۳). نتایج مطالعات تجربی در این زمینه مبهم هستند؛ برای مثال، ریگ[3] و همکاران (۱۴) به این نتیجه رسیدند که تمرین برونگرا در مقایسه با تمرین درونگرا موجب بهبودی بیشتری در قدرت عضلانی می‌شود. درمقابل، امبل[4] و همکاران (۱۵) نشان دادند تغییرات زیادی در ناحیهٔ سطح مقطع عضلهٔ[5] پهن خارجی، ۲۴ ساعت بعد از بازشدن زانو با فشار کم در تمرین مقاومتی درونگرا با محدودیت جریان خون نسبت به تمرین مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون است. همچنین، یاسودا[6] و همکاران (۱۱) دریافتند که بعد از بررسی تمرین شش‌هفته‌ای پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین گروه ۳۰ درصد حداکثر انقباض ارادی[7]، تمرین مقاومتی درونگرا با محدودیت جریان خون نسبت به تمرین مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون با سازگاری قدرت و هایپرتروفی بیشتری همراه است. در مطالعهٔ دیگری، یاسودا و همکاران (۱۲) اثرهای بی‌تمرینی بعد از محدودیت جریان خون با تمرین درونگرا و برونگرای با شدت پایین را بر اندازه و قدرت عضله بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیشینهٔ انقباض ارادی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون با افزایش همراه بود؛ درنتیجه، افزایش قدرت عضله بعد از شش هفته تمرین درونگرا با محدودیت جریان خون، در شش هفته بی‌تمرینی حفظ شد و این در وهلهٔ اول، به هایپرتروفی عضله ارتباط پیدا می‌کند (۱۲).

در پژوهش‌های اندکی اثرهای تمرینات مقاومتی کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون در مقایسه با تمرینات مقاومتی درونگرا با محدودیت جریان خون بررسی شده است. فرض بر این است که انقباض‌های برونگرا به‌همراه محدودیت جریان خون به فعالیت عصبی-عضلانی بیشتری در مقایسه با زمانی منجر می‌شوند که جریان خون به‌صورت آزادانه روی می‌دهد. همچنین، انقباض برونگرای عضله باعث افزایش تقاضای خون‌رسانی به آن ناحیه می‌شود، اما با اجرای هم‌زمان محدودیت جریان خون

1. Bood Flow Restriction
2. One-Repetition Maximum
3. Roig
4. Umbel
5. Cross-Sectional Area
6. Yasuda
7. Maximal Voluntary Contraction

www.SID.ir

Archive of SID

در آن ناحیه، اکسیژن‌رسانی در عروق ریز آن بخش کمتر می‌شود؛ براین‌اساس، به‌نظر می‌رسد تغییرات قدرت، استقامت و هایپرتروفی عضله در اثر تمرین‌های مقاومتی کم‌شدت صرفاً برونگرا همراه با محدودیت جریان خون، نسبت به تمرینات مقاومتی سنتی بیشتر باشد. با توجه به برنامهٔ تمرینی بسیار متنوع محدودیت جریان خون استفاده‌شده در پژوهش‌ها، نیاز است مطالعات بیشتری در این حوزه انجام شود تا با اطمینان بیشتری بتوان توصیه‌های تمرینی را به‌خصوص برای ورزشکاران ارائه داد. با بررسی‌ها مشخص شد که در پژوهش‌ها غالباً بر مطالعهٔ تمرینات مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون با شدت‌های کم و زیاد تمرکز شده است (۱۶-۲۰) و مطالعات اندکی در زمینهٔ تمرینات مقاومتی کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون انجام شده است (۱۱-۱۳). در مطالعات اندکی حجم عضله به‌تفکیک عضلات موافق و مخالف بررسی شده که در این پژوهش این موضوع بررسی شده است؛ بنابراین، این امر لزوم انجام‌دادن مطالعات بیشتر در این زمینه و به‌خصوص در زمینهٔ تمرینات مقاومتی برونگرا و درونگرا را مشخص می‌کند. مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی اثر تمرین کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون بر حجم عضله و عملکرد جسمانی فوتبالیست‌های مرد انجام شده است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است که به‌صورت میدانی انجام شد. فوتبالیست‌های لیگ دستهٔ یک شهرستان مینودشت جامعهٔ آماری این پژوهش را تشکیل دادند. بدین‌منظور، ۴۰ فوتبالیست به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و به چهار گروه تمرین مقاومتی سنتی (شش تا هشت تکرار، با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد 1-RM)، تمرین مقاومتی کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون (شش تا هشت تکرار، با شدت ۳۰ تا ۴۰ درصد 1-RM)، تمرین مقاومتی شدید برونگرا بدون محدودیت جریان خون (شش تا هشت تکرار، برابر با ۷۰ تا ۸۰ درصد 1-RM) و کنترل (انجام فعالیت‌های معمول روزانه) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها سابقهٔ هیچ‌گونه بیماری یا هرگونه مصرف دارو و مصرف دخانیات نداشتند و در یک برنامهٔ منظم ورزشی (سه روز در هفته) شرکت داشتند. همچنین، آن‌ها سابقهٔ حداقل یک سال کار با وزنه و تمرینات مقاومتی داشتند. طرح پژوهش به تأیید کمیتهٔ اخلاق علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی‌آبادکتول (IR.IAU.AK.REC.1396.5) رسید.

آزمودنی‌ها پس از پر کردن فرم رضایت‌نامه، اطلاعات فردی و سوابق پزشکی و آشناشدن با طرح پژوهش، آمادگی خود را اعلام کردند. از آن‌ها خواسته شد برای اجرای آزمون‌های موردنظر در باشگاه

www.SID.ir

Archive of SID

بدن‌سازی حاضر شوند. سپس، اندازه‌گیری‌های تن‌سنجی[1] شامل وزن با استفاده از ترازوی دیجیتالی و قد به‌وسیلهٔ قدسنج دیواری انجام گرفت.

برای اجرای پروتکل، ابتدا آزمودنی‌ها با آزمون‌ها آشنا شدند و سپس، نحوهٔ انجام پروتکل به‌دقت توسط پژوهشگر به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. طول دورهٔ تمرینی پژوهش حاضر هشت هفته و هر هفته سه جلسه بود. در ابتدای هر جلسهٔ تمرینی، آزمودنی‌های گروه یک تا سه (تجربی)، گرم‌کردن عمومی شامل دویدن آهسته، نرمش و تمرینات با وزنهٔ سبک را انجام دادند. سپس، هر گروه برنامهٔ تمرینی خود را اجرا کردند. اندازه‌های تن‌سنجی (شامل سن، قد، وزن و نمایهٔ تودهٔ بدن)، ضخامت عضلانی[2] ران، قدرت عضلانی و استقامت عضلانی بدنهٔ اصلی تمرین شامل حرکات عمدتاً چندمفصلهٔ پایین‌تنه (شامل بازکردن و خم‌کردن زانو) و بالاتنه (شامل پرس سینه، کشش جانبی از پهلو[3] و پرس سرشانه) بود؛ البته تعداد حرکات در سرتاسر دورهٔ تمرینی ثابت بود. شاخص‌های تمرینات مقاومتی در جدول شمارهٔ یک ارائه شده است.

روش اجرای تمرینات مقاومتی برونگرا بدین‌صورت بود که آزمودنی وزنه‌ای را انتخاب کرد که توانست بین شش تا هشت تکرار جابه‌جا کند. آزمودنی حرکت موردنظر را (حرکت خم‌کردن و بازکردن ران) در بخش درونگرا (خم‌کردن ران) با سرعت دلخواه (یک ثانیه) خلاف جاذبهٔ زمین جابه‌جا کرد و در بخش برونگرا (بازکردن ران) یعنی موافق با جاذبه، در مدت پنج ثانیه وزنه را پایین آورد (۲۱). شدت تمرین این‌گونه کنترل شد که آزمودنی وزنه‌ای را انتخاب کرد که حداقل شش بار و حداکثر هشت بار بدون کمک جابه‌جا کند. هرگاه تعداد تکرارها به بیشتر از هشت بار افزایش یافت، مقدار وزنه پنج تا ۱۰ درصد افزایش یافت تا تعداد تکرارها در دامنهٔ موردنظر حفظ شود (۲۱، ۱۳)؛ به‌این‌ترتیب، اصل اضافه‌بار نیز رعایت شد.

1. Anthropometric
2. Muscle Thickness
3. Lateral Pull Down

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برنامه تمرینات مقاومتی برونگرا (با و بدون محدودیت جریان خون) و تمرینات مقاومتی سنتی

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
تعداد ست‌ها	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴
تعداد تکرارها	۸-۶	۸-۶	۸-۶	۸-۶	۸-۶	۸-۶	۸-۶	۸-۶
تمرینات مقاومتی کم شدت برونگرا با محدودیت جریان خون با شدت ۳۰ تا ۴۰ ٪ IRM	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵
تمرینات مقاومتی شدید برونگرا بدون محدودیت جریان خون با شدت ۷۰ تا ۸۰ ٪ IRM	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵
تمرینات مقاومتی سنتی ویژه افزایش قدرت با شدت ۷۰ تا ۸۰ ٪ IRM	۱:۱:۱	۱:۱:۱	۱:۱:۱	۱:۱:۱	۱:۱:۱	۱:۱:۱	۱:۱:۱	۱:۱:۱
تعداد ایستگاه‌ها	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
استراحت بین ست‌ها (ثانیه)	۶۰"	۶۰"	۶۰"	۶۰"	۶۰"	۶۰"	۶۰"	۶۰"
استراحت بین ایستگاه‌ها (ثانیه)	۱:۳۰"	۱:۳۰"	۱:۳۰"	۱:۳۰"	۱:۳۰"	۱:۳۰"	۱:۳۰"	۱:۳۰"

www.SID.ir

Archive of SID

در این پژوهش برای ایجاد محدودیت جریان خون از کش الاستیکی کاربردی پژوهشگرساخته (به عرض هفت سانتی‌متر برای پایین‌تنه و عرض پنج سانتی‌متر برای بالاتنه) استفاده شد. برای تعیین میزان اعمال نیرو بر کش الاستیکی، آزمودنی‌ها با حجم ران متفاوت با دستگاه اولتراسونوگرافی (مدل GE-Logic E9; USA-2012) بررسی شدند؛ به‌طوری‌که قبل از شروع تمرینات، بعد از بستن کش‌های الاستیکی با دستگاه اولتراسوند، مقدار انسداد عروق هر آزمودنی و جریان خون شریانی با دستگاه توسط کش بررسی شد و با چند بار آزمون و خطا طول مناسب کش و میزان مناسب کشش با توجه به حجم ران به‌دست آمد. سپس، روی کش‌ها علامت‌گذاری شد و پس از آن تمرینات شروع شد. همچنین، به‌منظور اطمینان بیشتر برای ایجاد محدودیت جریان خون سرخرگی و مسدودشدن جریان خون وریدی (شکل شمارهٔ یک)، میزان فشار احساس‌شده توسط آزمودنی براساس مقیاس بورگ یک تا ۱۰ امتیازی از آزمودنی‌ها پرسیده شد و امتیاز هفت به‌عنوان معیار محدودیت جریان خون سرخرگی در نظر گرفته شد (۲۳، ۲۲). در حرکات خم‌کردن و بازکردن آرنج، بخش پروگزیمال بازو و در حرکات خم‌کردن و بازکردن زانو، بخش پروگزیمال ران توسط کش بسته شد. محدودیت اعمال‌شده در هنگام استراحت بین ست‌ها حفظ و بین حرکات برداشته شد (۲۴).

شکل ۱- نحوه اندازه‌گیری محدودیت جریان خون

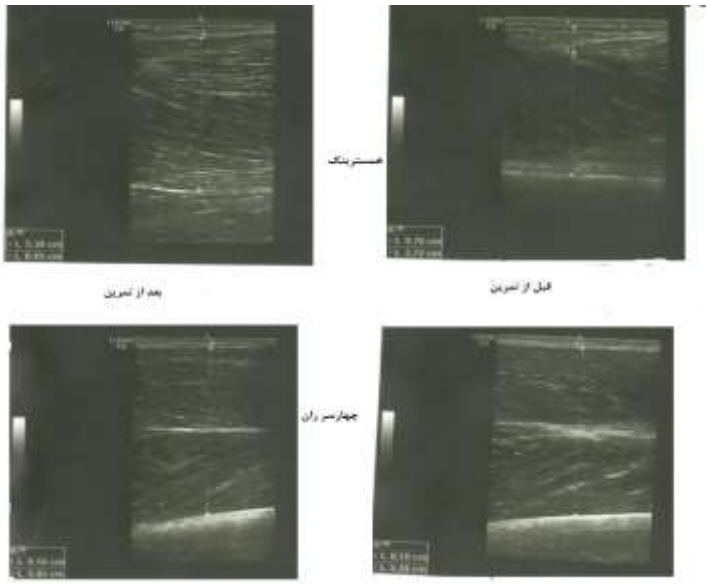
برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی پویا به روش یک تکرار بیشینه، ابتدا وزنه‌ای به‌طور تخمینی حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه با توجه به تمرین‌های جلسهٔ آشنایی برای هر فرد درنظر گرفته شد؛ به‌طوری‌که آزمودنی قادر به انجام چند تکرار بود. بعد از استراحت به‌مدت سه دقیقه، وزنه اضافه شد و درصورتی‌که قادر به انجام چند حرکت بود، تمرین متوقف شد و حدود پنج تا ۱۰ درصد به وزنه‌ها افزوده شد تا اینکه آزمودنی قادر به انجام فقط یک تکرار برای حرکت شد. در این زمان، میزان

www.SID.ir

Archive of SID

وزنهٔ جابه‌جاشده در یک حرکت صحیح به‌عنوان رکود 1RM شخص ثبت شد. برای ارزیابی قدرت عضلانی بالاتنه از آزمون پرس سینه و برای قدرت عضلات پا از آزمون پرس پا به روش 1RM استفاده شد (۴).

برای ارزیابی استقامت عضلانی بالاتنه (پرس سینه) و پایین‌تنه (آزمون پرس پا) با شمارش تعداد تکرارها در ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه استفاده شد (۴).



شکل ۲- تصاویر هایپرتروفی قبل و بعد از تمرین گروه عضلات چهارسرران و همسترینگ چهارسرران و همسترینگ (L_1: چربی زیر پوستی، L_2: ضخامت عضلانی: فاصلهٔ استخوان تا سطح عضله)

ضخامت عضلانی خم‌کننده‌های ران و بازکننده‌های ران پای برتر از طریق استفاده از یک دستگاه اولتراسوند (GE-Logic E9, USA-2012) با پروب خطی و طیف ۱۲ مگاهرتز ۸۰ میلی‌متری بود. همهٔ اندازه‌گیری‌های ضخامت عضلانی در آزمودنی‌ها در حالت استراحت انجام شد. در تمامی تصاویر، ضخامت عضلانی به‌عنوان فاصلهٔ بین سطح بافت عضلانی و چربی زیر پوستی تا استخوان ران تعیین شد. برای اجتناب از اثر حاد و تورم بافت عضلانی به‌دلیل تمرین عضلانی در پس‌آزمون، اندازه‌گیری‌ها دو روز بعد از آخرین جلسهٔ تمرین انجام شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها توسط یک آزمونگر ماهر صورت گرفت (۲۵).

www.SID.ir

Archive of SID

از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) برای توصیف داده‌ها استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد؛ بدین‌صورت‌که اثر زمان، گروه و اثر تعاملی زمان در گروه تحلیل شد. برای بررسی پذیره‌های زیربنایی مدل تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، آزمون باکس[1] (برای بررسی ثابت‌بودن ماتریس کوواریانس خطا)، آزمون لِوین[2] در قبل و بعد از تمرین (برای بررسی برابری واریانس خطای مدل) و آزمون شاپیرو-ویلک[3] و کلوموگروف-اسمیرنوف[4] در قبل و بعد از تمرین (برای بررسی طبیعی‌بودن توزیع خطاهای مدل) اجرا شد. همهٔ عملیات آماری توسط نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. نسخهٔ ۲۲ انجام شد و سطح معناداری آزمون‌ها ($P < 0.05$) درنظر گرفته شد.

نتایج

جدول ۲- شاخص‌های آماری مشخصات فردی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر مترمربع)
تمرین مقاومتی سنتی (تعداد =۱۰)	۲۳/۲±۷/۸	۱۷۸/۷±۳	۷۱/۱۳±۳۵/۵	۲۲/۳±۳۷
تمرین مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون (تعداد =۱۰)	۲۴/۳±۲/۶	۱۷۴/۲±۹/۸	۷۰/۵±۶/۴	۲۳/۱±۱۶/۹
تمرین مقاومتی برونگرا بدون محدودیت جریان خون (تعداد =۱۰)	۲۳/۳±۱/۸	۱۷۱/۳±۳/۱	۶۶/۹±۸/۴	۲۲/۹ ± ۳
کنترل (تعداد =۱۰)	۳۲/۵±۷	۱۷۷/۴±۳	۷۲/۳±۳/۶	۲۴/۳±۱/۱

1. Box's Test
2. Levene's Test
3. Shapiro-Wilk Test
4. Kolmogorov–Smirnov test

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج آزمون RM- ANCOVA در مورد متغیرهای قدرت (کیلوگرم)، استقامت (تکرار) و هایپرتروفی (متر مربع) عضلات: (اثر زمان، اثر گروه و اثر زمان در گروه)

متغیرها		قدرت		استقامت		هایپرتروفی چهار سر ران	هایپرتروفی همسترینگ
		پرس سینه	پرس پا	پرس سینه	پرس پا		
تمرین مقاومتی سنتی	قبل از تمرین	۱۲±۶۲/۱	۵۲±۲۰۲/۸	۳۰/۶±۴/۲	۳۰/۴±۲/۱	۵/۰±۰/۵/۵	۵/۰±۰/۱/۸
	بعد از تمرین	۷۰/۱۲±۹/۹	۲۴۱/۵۱±۵/۴	۳۵/۶±۶/۲	۳۸/۴±۲/۷	۵/۰±۴۱/۶	۵/۰±۶۲/۴
	درصد تغییرات	۱۴/۳۵†	۱۹/۵۵#	۱۷/۱۱	۲۶/۴۹#†	۷/۱۳	۱۲/۳۸
تمرین مقاومتی کم شدت بروتگرا با محدودیت جریان خون	قبل از تمرین	۱۲±۵۶۴۰	۱۷۱/۲۳±۵/۵	۲۶/۳±۶/۴	۲۴/۳±۷/۸	۴/۰±۳۳/۵	۴/۰±۶۳/۹
	بعد از تمرین	۶۲/۱۳±۹/۸	۲۰۹/۲۸±۵/۱	۳۱/۳±۲/۲	۳۲/۴±۹/۴	۴/۰±۷/۵	۵/۰±۱/۸
	درصد تغییرات	۱۲/۳۵†	۲۲/۱۶#	۱۷/۲۹	۳۳/۲#†	۸/۵۵	۱۰/۱۵
تمرین مقاومتی شدید بروتگرا بدون محدودیت جریان خون	قبل از تمرین	۱۵±۷۰/۳	۷۱±۲۱۷	۲۹/۶±۳/۵	۲۴/۴±۸/۵	۴/۰±۸/۶	۵/۰±۱۲/۶
	بعد از تمرین	۱۵±۷۶/۱	۲۴۲/۶۷±۵/۵	۳۱/۶±۲/۹	۵±۲۹/۲	۴/۰±۹۴/۶	۵/۰±۳۵/۶
	درصد تغییرات	۸/۵۷	۱۱/۷۵#	۶/۴۸	۱۶/۹۴#†	۲/۹۲	۴/۴۹
کنترل	قبل از تمرین	۱۱±۶۶/۸	۴۸±۱۹۵/۱	۲۳/۴±۲/۴	۲۴/۳±۸/۱	۴/۰±۷/۴	۴/۰±۲۳/۴
	بعد از تمرین	۶۸/۱۰±۱/۹	۲۰۲/۴۹±۵/۱	۲۵/۳±۴/۹	۲۵/۳±۴/۶	۴/۰±۹۱/۵	۴/۰±۲۸/۴
	درصد تغییرات	۳/۱۸†	۳/۸۵	۹/۰۱	۲/۴۲†	۴/۴۷	۱/۱۸
زمان (مقدار F و درجه آزادی)		P≤۰/۰۰۱ (F=۳۳۹/۵ ,۱/۳۵)	P=۰/۳۴۵ (F=۱/۳۹ ,۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۵۹/۹ ,۱/۳۵)	P=۰/۱۹ (F=۱/۷۱ ,۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۳۱/۸ ,۱/۳۵)	P=۰/۱۶۱ (F=۲/۰۵ ,۱/۳۵)
گروه (مقدار F و درجه آزادی)		P≤۰/۰۰۱ (F=۲۲۸/۸ ,۱/۳۵)	P=۰/۰۹۵ (F=۲/۲۸ ,۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۶۲/۳۷ ,۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱* (F=۷/۹۲ ,۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۸۳/۶۶ ,۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۹ (F=۴/۵۳ ,۱/۳۵)
زمان * گروه (مقدار F و درجه آزادی)		P≤۰/۰۰۱* (F=۱۳/۶۶ ,۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱* (F=۱۳/۸۱ ,۱/۳۵)	P=۰/۱۸ (F=۱/۷ ,۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱* (F=۱۲/۶۴ ,۱/۳۵)	P=۰/۱۲ (F=۲/۰۳ ,۱/۳۵)	P=۰/۰۵۳ (F=۲/۸۱ ,۱/۳۵)

* سطح معناداری ($P<0.05$) می‌باشد.
# تغییرات درون گروهی می‌باشد.
† تغییرات بین گروهی می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تحلیل آماری نشان داد که اثر تعاملی زمان و گروه در قدرت پرس پا و پرس سینه و استقامت پرس پا معنادار بود. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که گروه‌های تجربی تمرین کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون و تمرین سنتی (از قبل به بعد از تمرین) در مقایسه با گروه کنترل در آزمون‌های قدرت بالاتنه (پرس سینه) افزایش معنادار داشت ($P < 0.001$). همچنین، بین سایر گروه‌های تمرینی تفاوت معناداری در قدرت بالاتنه وجود نداشت ($P > 0.05$). نتایج نشان داد که بین گروه‌ها در قدرت عضلات پا اختلاف معناداری وجود نداشت، اما تغییرات درون‌گروهی قدرت عضلات پا در همهٔ گروه‌ها افزایش معناداری را نشان داد.

استقامت عضلات پا افزایش معناداری را در تمام گروه‌های تجربی نشان داد. نتایج بین‌گروهی حاکی از وجود تفاوت معنادار بین گروه تمرینات مقاومتی سنتی و گروه تمرینات مقاومتی شدید برونگرا بدون محدودیت جریان خون ($P = 0.001$)، بین گروه تمرینات مقاومتی سنتی و گروه کنترل ($P =0.001$) و همچنین بین گروه تمرینات مقاومتی کم شدت برونگرا با محدودیت جریان خون ($P =0.001$) و گروه کنترل ($P = 0.001$) بود، اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معنادار وجود نداشت. نتایج تحلیل آماری نشان داد که اثر تعاملی زمان و گروه در استقامت عضلات بالاتنه ($P =0.18$)، هایپرتروفی گروه عضلات چهارسرران ($P = 0.12$) و همسترینگ ($P = 0.053$) معنادار نبود؛ بنابراین، بین گروه‌ها تفاوت معنادار وجود نداشت ($P > 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف مطالعهٔ اثر تمرین کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون بر حجم عضله و عملکرد جسمانی فوتبالیست‌های مرد انجام شد. یافته‌های پژوهش حاضر افزایش هایپرتروفی را در سه گروه تمرینی نشان دادند، اما این افزایش بین گروه‌های تمرینی و کنترل تفاوت معناداری را نشان نداد. افزایش هایپرتروفی عضلات چهارسرران از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه تمرینات سنتی ۷/۱ درصد، گروه تمرینات کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان ۸/۵ درصد و گروه تمرین شدید برونگرا ۲/۹ درصد بود. همچنین، افزایش هایپرتروفی عضلات همسترینگ از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه تمرینات سنتی ۱۲/۳ درصد و گروه تمرین با محدودیت جریان خون ۱۰/۱ درصد بود، اما میزان افزایش در گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون ۴/۴ درصد نزدیک به نصف گروه تمرین با محدودیت جریان خون بود. نتایج پژوهش حاضر درمورد تمرینات مقاومتی کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون، با نتایج پژوهش یاسودا و همکاران (۱۲، ۱۱) همخوانی دارد و با نتایج مطالعهٔ پوپ و همکاران (۱۳) همخوانی ندارد. علت ناهمخوانی را می‌توان در روش اندازه‌گیری هایپرتروفی عضلانی در دو پژوهش دانست که در پژوهش حاضر از دستگاه التراسوند استفاده شد، اما در مطالعهٔ

www.SID.ir

Archive of SID

پوپ[1] و همکاران (۱۳) براساس فرمول ارزیابی شد. شاید دلیل ناهمخوانی دیگر را بتوان مدت زمان پروتکل تمرینی در پژوهش حاضر و مطالعهٔ پوپ و همکاران (چهار هفته) ذکر کرد. علاوه‌بر عوامل عصبی-هورمونی، تولید گونه‌های اکسیژن واکنشی می‌تواند نقش مستقیمی در هایپرتروفی عضلانی و اکتساب قدرت متعاقب آن داشته باشد. گونه‌های اکسیژن واکنشی اغلب باعث آسیب یا حتی مرگ سلول‌های عضلانی و عصبی می‌شوند؛ بااین‌حال، آن‌ها نقش مهمی در انتقال سیگنال‌ها برای رشد عضلات اسکلتی دارند. گفته می‌شود گونه‌های اکسیژن واکنشی شرایط اکسید و احیای پروتئین‌های تنظیمی را تغییر و بهبود می‌دهند و باعث بیان برخی از عوامل تنظیمی نسخه‌برداری می‌شوند؛ بنابراین، احتمالاً بخشی از افزایش اندازهٔ عضله می‌تواند به‌علت افزایش حجم عروق باشد (۲۶)؛ البته با توجه به پروتکل تمرینی و افزایش قدرت عضلانی آزمودنی‌های مطالعهٔ حاضر نیز افزایش سطح مقطع عضلهٔ چهارسرران و همسترینگ قابل‌انتظار بود.

براساس یافته‌های پژوهش حاضر، قدرت عضلات بالاتنه در گروه‌های تمرینی (به‌جز تمرینات شدید برونگرا بدون محدودیت جریان خون) به‌طور معناداری افزایش پیدا کرد که این افزایش در گروه تمرینات سنتی ۱۴/۴ درصد، گروه تمرینات کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون ۱۲/۳ درصد و گروه تمرین شدید برونگرا ۸/۵ درصد بود. قدرت عضلات پا نیز در گروه‌های تمرینی افزایش پیدا کرد، اما این افزایش بین گروه‌های تمرینی و کنترل تفاوت معناداری را نشان نداد؛ بااین‌حال، میزان افزایش در گروه تمرینات سنتی ۱۹/۶ درصد، اندکی کمتر از گروه تمرین کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون ۲۲/۲ درصد بود، اما میزان افزایش در گروه تمرین شدید برونگرا بدون محدودیت جریان خون ۱۱/۸ درصد نزدیک به نصف گروه تمرین کم‌شدت با محدودیت جریان خون بود. نتایج پژوهش حاضر درخصوص تمرینات مقاومتی کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون با نتایج پژوهش‌های یاسودا و همکاران (۱۲، ۱۱) پوپ و همکاران (۱۳) همخوانی ندارد. علت ناهمخوانی بین این پژوهش‌ها با پژوهش حاضر را می‌توان مدت زمان پروتکل تمرینی (به‌ترتیب چهار و شش هفته) و نوع تمرین پژوهشی دانست که در این پژوهش‌ها از تمرین متقاطع استفاده شده بود. واضح است که ایجاد محدودیت جریان خون بر افزایش قدرت اثرگذار بوده است. درهمین‌راستا، از نظر پژوهشگران، محدودیت جریان خون به کاهش اکسیژن‌رسانی و تغییر در شرایط سوخت‌وساز موضعی عضله منجر می‌شود. درواقع، محدودیت جریان خون در حین تمرین، باعث تجمع مواد متابولیتی و سرکوب متابولیسم هوازی می‌شود که این فرایند باعث فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی می‌شود (۲۷). چندین مکانیسم برای سازگاری پس از تمرین با محدودیت جریان خون پیشنهاد شده است، اما مکانیسم دقیقی هنوز شناسایی نشده است. ازجمله مکانیسم‌های مطرح‌شده می‌توان به افزایش تنش متابولیک

1. Pop

www.SID.ir

Archive of SID

ناشی از هیپوکسی (۲۸)، تورم سلولی، افزایش پاسخ‌های هورمونی، افزایش سیگنالینگ درون‌عضلانی برای سنتز پروتئین و فراخوانی تارهای عضلانی نام برد (۲۹). برخلاف تمرینات سنتی که تنش مکانیکی مکانیسم اصلی پیشنهاد شده است، مکانیسم‌های غالب در تمرینات با محدودیت جریان خون، استرس متابولیک ذکر شده است که به افزایش تورم سلولی منجر می‌شود و نقش مهمی در تکثیر سلولی و تسهیل مشارکت آن‌ها در هایپرتروفی عضلانی دارد (۱۳). درواقع، بیان شده است که تغییرات قدرت ناشی از تمرین با محدودیت جریان خون بیشتر به‌علت افزایش هایپرتروفی عضلانی نسبت به سازگاری‌های عصبی است که از این حیث نیز با تمرینات سنتی متفاوت است (۳۰).

هنگام تمرین مقاومتی، تمرین برونگرا در مقایسه با تمرین درونگرا با رشد بیشتر در قدرت و حجم عضله در ارتباط است (۱۴)؛ البته باید شدت تمرین به‌اندازه‌ای باشد که نیروی بیشتری را توجیه کند که ظرفیت انقباض برونگرا را به‌وجود می‌آورد. در حال‌حاضر، پژوهش‌های اندکی وجود دارد که در آن‌ها تأثیر فعالیت‌های عضلانی برونگرا با محدودیت جریان خون بررسی شده باشد؛ به‌عنوان‌مثال، یاسودا و همکاران (۱۲) اثرهای تمرین درونگرا و برونگرا با شدت کم بر محدودیت جریان خون را در اندازه و قدرت عضله بررسی کردند. آزمودنی‌ها به‌مدت شش هفته تمرین جلوبازو را با ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند؛ بدین‌صورت‌که یک بازو تمرین درونگرا با محدودیت جریان خون و بازوی دیگر، تمرین برونگرا با محدودیت جریان خون بود. قدرت عضله در تمرین برونگرا با محدودیت جریان خون با گذر زمان هیچ تغییری نکرد؛ ولی افزایش قدرت عضله بعد از شش هفته تمرین درونگرا با محدودیت جریان خون حفظ شد و این در وهلهٔ اول به هایپرتروفی عضله ارتباط پیدا می‌کند که این یافته‌ها با نتایج مطالعهٔ حاضر متفاوت است. از علت‌های تفاوت می‌توان نوع حرکت تمرینی را ذکر کرد که در پروتکل تمرینی یاسودا و همکاران (۱۲) برای ارزیابی قدرت از حرکت جلوبازو استفاده شده بود، ولی در پژوهش حاضر از پرس سینه استفاده شد؛ بنابراین، پژوهش حاضر نیز در تأیید پژوهش‌های گذشته نشان داد که محدودیت جریان خون اثری مشابه بر قدرت عضلانی در مقایسه با تمرینات سنتی دارد؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت فوتبالیست‌هایی که خواهان افزایش قدرت عضلانی هستند، می‌توانند به‌سادگی از تمرینات مقاومتی با تأکید بر بخش برونگرا با محدودیت جریان خون استفاده کنند و به اهداف تمرینی خود دست یابند.

در پژوهش حاضر، استقامت عضلانی در پاها در همهٔ گروه‌ها به‌طور معناداری افزایش پیدا کرد که این افزایش در گروه تمرینات سنتی ۲۶/۴ درصد، گروه تمرینات کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون ۳۳/۲ درصد و گروه تمرین شدید برونگرا بدون محدودیت جریان خون ۱۶/۹ درصد بود. استقامت عضلات سینه در همهٔ گروه‌ها (حتی گروه کنترل) افزایش داشت، اما معنادار نبود ($P = 0.18$). میزان افزایش در گروه تمرینات سنتی ۱۷/۱ درصد، تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون ۱۷/۳ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

و گروه تمرین مقاومتی بدون محدودیت جریان خون ۶/۴ درصد بود. همچنین، استقامت عضلانی در پاها با افزایش معنادار در همهٔ گروه‌های تمرینی و بدون تغییر معنادار در گروه کنترل همراه بود؛ بااین‌حال، میزان افزایش در گروه تمرینات سنتی ۲۶/۴ درصد کمتر از گروه تمرین کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون ۳۳/۲ درصد بود، اما میزان افزایش در گروه تمرین شدید برونگرا بدون محدودیت جریان خون ۱۶/۹درصد شد. افزایش و معناداری تمرینات استقامت عضلات پایین‌تنه می‌تواند به‌علت عضلات بزرگ‌تر و بیشتر اندام تحتانی باشد (۲۹). افزایش استقامت عضلانی در پژوهش حاضر می‌تواند به تعداد تکرارهای زیاد تا سر حد خستگی وابسته باشد و به‌لحاظ تئوری، استقامت عضلانی به‌طور پیش‌بینی‌شدنی باید در نتیجهٔ افزایش قدرت افزایش یابد. این موضوع در پژوهش حاضر ملاحظه شد و نتیجهٔ مطالعه نشان داد که در اثر افزایش قدرت عضلانی، استقامت عضلانی بهبود یافت (۳۱).

در مطالعه‌ای تاکارادا[1] و همکاران (۲۷) اثر دو نوع برنامهٔ تمرین قدرتی را به‌مدت هشت هفته بر ورزشکاران مرد بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که استقامت عضلانی به‌طور معناداری در گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون از دو گروه دیگر بیشتر بود. همچنین، بین گروه کنترل و تمرین بدون محدودیت جریان خون تفاوت معناداری در استقامت عضلانی مشاهده نشد. مکانیسمی که در این مطالعه می‌توان برای بهبود استقامت ناشی از محدودیت جریان خون ارائه داد، افزایش عروق خونی در عضلات تمرین‌کرده بود. در شرایطی که عضله با محدودیت جریان خون همراه است، هم هایپوکسی و هم تجمع لاکتات نقش مهمی در مویرگ‌زایی عضلات ایفا می‌کنند. درواقع، افزایش در مویرگ‌زایی موجب مبادلهٔ خون در بافت‌ها می‌شود و درنتیجه، سطح انتشار مواد و زمان تبادل آن‌ها افزایش می‌یابد؛ به‌بیان‌دیگر، افزایش جریان خون می‌تواند ظرفیت استقامت عضله و کاهش شاخص خستگی را بهبود بخشد و موجب رهایی خون بیشتر در عضلات شود (۳۲).

پژوهش حاضر نیز همانند سایر پژوهش‌ها محدودیت‌هایی داشت؛ ازجمله اینکه تغذیه و فعالیت‌های بدنی روزانهٔ آزمودنی‌ها به‌صورت دقیق و نیز شرایط روحی و روانی آن‌ها کنترل‌شدنی نبود. از محدودیت‌های دیگر پژوهش حاضر این است که اول اینکه دورهٔ تمرینی تنها هشت هفته بود؛ پس، مطمئن نیستیم که آیا نتایج برای بازه‌های زمانی طولانی‌تر تعمیم‌یافتنی است یا خیر. دوم اینکه آزمودنی‌های پژوهش حاضر سه روز در هفته تمرین می‌کردند؛ بنابراین، مطمئن نیستیم آیا نتایج برای فوتبالیست‌هایی که هر روز هفته تمرین می‌کنند، معتبر است یا خیر؛ براین‌اساس، پیشنهاد می‌شود مطالعات دقیق‌تری با بازهٔ زمانی بیشتر و با ورزشکاران حرفه‌ای‌تر انجام شود.

1. Takarada

www.SID.ir

Archive of SID

پیام مقاله: براساس نتایج پژوهش، سه برنامهٔ تمرینی بررسی‌شده اثر مشابهی بر قدرت و استقامت عضلانی در فوتبالیست‌های مرد دارند؛ بنابراین، فوتبالیست‌ها و مربیانی که در صدد افزایش قدرت و استقامت عضلانی هستند و به انجام‌دادن تمرینات قدرتی شدید و سنتی تمایل ندارند، می‌توانند از تمرینات مقاومتی کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون در برنامه‌های آماده‌سازی فوتبالیست‌ها و برای تسریع در دستیابی به اهداف برنامهٔ تمرینی استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

مقالهٔ حاضر مستخرج از رسالهٔ دکتری در گرایش فیزیولوژی ورزش (عصب و عضله) دانشگاه حکیم سبزواری است. بدین‌وسیله نویسندگان از همهٔ افرادی که به‌عنوان نمونهٔ پژوهش در این مطالعه شرکت کردند، کمال تشکر و قدردانی را می‌کنند. همچنین، تجزیه‌وتحلیل آماری این پژوهش زیرنظر آقای دکتر مهدی جباری نوقابی، استادیار دانشگاه فردوسی مشهد، و اندازه‌گیری ضخامت عضلانی این پژوهش توسط دکتر طاهر آخوندزاده، متخصص رادیولوژی و سونوگرافی، انجام شد.

منابع

1. Zagatto AM, Papoti M, Da Silva ASR, Barbieri RA, Campos EZ, Ferreira EC, Loures JP, Chamari K. The Hoff circuit test is more specific than an incremental treadmill test to assess endurance with the ball in youth soccer players. Biol Sport. 2016; 33(3):263–8.
2. Saez de Villarreal, E, Suarez-Arrones, L, Requena, B, Haff, GG, and Ferrete, C. Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. J Strength Cond Res. 2015; 29(7):1894–903.
3. Mangine GT, Hoffman JR, Gonzalez AM, Townsend JR, Wells AJ, Jajtner AR, et al. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. Physiol Rep. 2015; 3(8):12472- 8.
4. Assumpcao CO, Tibana RA, Viana LC, Willardson J, Prestes J. Influence of exercise order on upper body maximum and submaximal strength gains in trained men. Int J Environ Res Public Health. 2013; 33(5):359-63.
5. Abe T, Beekley M, Hinata S, Koizumi K, Sato Y. Day to day change in muscle strength and MRI-measured skeletal muscle size during 7 days kaatsu resistance training: Acase study. Med Sci Sports Exerc. 2005; 1:71-6.
6. Schoenfeld, BJ. Science and Development of Muscle Hypertrophy. Champaign, IL; Human Kinetics; 2016. p. 12, 36-8.
7. Schoenfeld, BJ. Ogborn, DI. Vigotsky, AD. Franchi, MV. et al. Hypertrophic effects of concentric vs. eccentric muscle actions: A systematic review and meta-analysis. J Strength Cond Res. 2017; 31(9):2599–608.
8. Vogt M, Hoppeler HH. Eccentric exercise: Mechanisms and effects when used as training regime or training adjunct. J Appl Physiol. 2014; 116(11):1446-54.

www.SID.ir

Archive of SID

9. Hather, BM. Tesch, PA. Buchanan, P. Dudley, G. Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. Bull Med Libr Assoc. 1991; 143(2):177-85.
10. Loenneke JP, Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. J Strength Cond Res. 2009; 3:112-8.
11. Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Effects of blood flow restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. Plos One. 2012; 7(12):52843.
12. Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Effects of detraining after blood flow-restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. J Biol Chem. 2014; 65(1):139-44.
13. Pope, Z. Willardson, J. Schoenfeld, B. Emmett, J. et al. Hypertrophic and strength responses to eccentric resistance training with blood flow restriction: A pilot study. Br J Sports Med, 2015; 10(5), 919-31.
14. Roig M, O'Brien K, et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med. 2009; 43(8):556-68.
15. Umbel JD, Hoffman RL, Dearth DJ, Chleboun GS, Manini TM. Clark BC. Delayed-onset muscle soreness induced by low-load blood flow-restricted exercise. Eur J Appl Physiol. 2009; 107:687-95.
16. Moore DR, Burgomaster KA, Schofield LM, Gibala MJ, Sale DG, Phillips SM. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. Eur J Appl Physiol. 2004; 92:399-406.
17. Fatouros I, Kambas A, Katrabasas I, Nikolaidis K, Chatzinikolaou A, Leontsini D, Taxildaris K. Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. Br J Sports Med. 2005; 39(10):776–80.
18. Patterson SD, Ferguson RA. Increase in calf post-occlusive blood flow and strength following short-term resistance exercise training with blood flow restriction in young women. Eur J Appl Physiol. 2010; 108(5):1025-33.
19. Van Roie E, Delecluse C, Coudyzer W. Boonen S, Bautmans I. Strength training at high versus low external resistance in older adults: Effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. Exp Gerontol. 2013; 48(11):1351-61.
20. Seo D, So WY, Sung DJ. Effect of a low-intensity resistance exercise programme with blood flow restriction on growth hormone and insulin-like growth factor-1 levels in middle-aged women. Br J Sports Med. 2016; 38(2):167-77.
21. Bird, SP. Tarpenning, KM. Marino, FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programme variables. J Athl Train. 2005; 35(10):841-51.
22. Lowery RP, Loenneke JP, Souza EO, Machado M, Dudeck JE, Wilson JM. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. Clin Physiol Funct Imaging 2014; 34(4):317-21.
23. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, Naimo MA. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. J Strength Cond Res 2013; 27(11):3068-75.

www.SID.ir

Archive of SID

24. Hoseini Kakhak SAR, Sharifi Moghadam A, Hamedinia MR, Azarniveh MS. Comparison of the effect of traditional strength training with strength training and vascular obstruction on muscular performance and cardiovascular endurance in young girls. J Sports Sci. 2011; 10:95-114. (In Persian)
25. Radaelli, R. Fleck, SJ. Leite, T. Leite, RD, et al. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. J Strength Cond Res. 2015; 29(5):1349–58.
26. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. J Appl Physiol. 2000; 88:2097-106.
27. Takada, S. Okita, K. Suga, T. Omokawa, M. Kadoguchi, T. Sato, T, et al. Low-intensity exercise can increase muscle mass and strength proportionally to enhanced metabolic stress under ischemic conditions. J Appl Physiol. 2012; 113(2):199-205.
28. Wilson, JM. Lowery, RP. Joy, JM. Loenneke, JP. Naimo, M. APractical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. J Strength Cond Res. 2013; 27(11):3068-75.
29. Scott BR, Slattery KM, Sculley DV, Dascombe BJ. Hypoxia and resistance exercise: a comparison of localized and systemic methods. Sports Med. 2014; 44(8):1037-54.
30. Kraemer WJ, Adams K, A-Dudley G, Dooly C, S-Feigenbaum M, Fleck SJ, et al. American college of sports medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(2):364-80
31. Pearson SJ, Hussain SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. Sports Med. 2015; 45(2), 187-200.
32. Takarada Y, Ishii N. Effects of low intensity resistance exercise with short interset rest period on muscular function in middle-aged women. J Strength Cond Res. 2002; 16:123-8.

ارجاع‌دهی

مصطفی‌لو علی، حسینی کاخک سیدعلیرضا، حقیقی امیرحسین. اثر تمرین کم‌شدت برونگرا با محدودیت جریان خون بر حجم عضله و عملکرد جسمانی فوتبالیست‌های مرد. فیزیولوژی ورزشی. تابستان ۱۳۹۹؛ ۱۲(۴۶): ۹۴ـ۷۷. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/spj.2019.6652.1840

Mostafaloo A, Hosseini Kakhak S. A. R, Haghighi A. H. The Effect of Low Intensity Eccentric Training with Blood Flow Restriction on Muscle Volume and Physical Function of Male Soccer Players. Sport Physiology, Summer 2020; 12(46): 77-94. (In Persian). DOI: 10.22089/spj.2019.6652.1840

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Low Intensity Eccentric Training with Blood Flow Restriction on Muscle Volume and Physical Function of Male Soccer Players

A. Mostafaloo[1], S. A. R. Hosseini Kakhak[2], A. H. Haghighi[3]

1. Ph.D. Student in Exercise Physiology, Hakim Sabzevari University
2. Associated Professor of Exercise Physiology, Hakim Sabzevari University (Corresponding Author)
3. Associated Professor of Exercise Physiology, Hakim Sabzevari University

Received: 2018/11/11 Accepted: 2019/06/10

Abstract

Resistance training is an important component of the exercise program in most sports. However, low intensity resistance training with blood flow restriction can also increase muscle strength and local endurance. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of low intensity eccentric resistance training with blood flow restriction on muscle volume and physical function of male soccer players. For this purpose, 40 soccer players were selected and randomly divided into four groups: traditional strength training (n=10), low intensity eccentric resistance training with blood flow restriction (n=10), intensified eccentric resistance training without blood flow restriction (n=10) and control (n=10). Before and after an eight-week training period, muscular strength and endurance tests were taken, and muscular hypertrophy according to ultrasound method was measured. ANOVA with repeated measures and Bonferroni post hoc tests were used to compare the variables between groups ($P<0.05$). The results indicated that the experimental groups of eccentric training with a blood flow restriction and traditional training compared with the control group had a significant increase in upper strength test ($P<0.001$). Also, there was no significant difference in the strength of the leg muscles between the groups. But, intra-group changes in all experimental groups showed a significant increase. Foot muscular endurance also showed a significant increase in all experimental groups. The results of the intergroup showed a significant increase between the traditional resistance training group and the eccentric resistant training group without blood flow restriction ($P=0.001$) and between the group of the traditional resistance training and the eccentric resistant training group with blood flow restriction in the control group ($P=0.001$). Also, there was no significant difference in upper endurance muscles ($P=0.18$), quadruple muscle hypertrophy ($P=0.62$) and hamstring ($P=0.053$). These three training protocols eccentric resistance training program with and without blood flow restriction and traditional have the same effects on muscular strength, endurance, and hypertrophy in soccer players. However, athletes and coaches are advised to use resistance training with blood flow restriction because of its lower load use.

Keywords: Vascular Obstruction, Muscle Strength, Muscular Endurance, Muscle Thickness, Eccentric Contraction.

1. Email: a.mostafaloo@gmail.com
2. Email: hosseini18@yahoo.com
3. Email: ah.haghighi292@yahoo.com

www.SID.ir