



اثر تمرینات مقاومتی با تأکید بر بخش برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون و تمرینات مقاومتی سنتی بر کورتیزول خون، عملکرد استقامتی و توان بی‌هوازی در فوتبالیست‌های مرد

علی مصطفی لو^{۱*}، سیدعلیرضا حسینی کاخک^۲، امیر حسین حقیقی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۴

چکیده

هدف: فوتبال به دلیل ویژگی‌های عملکردی خاص خود نسبت به سایر رشته‌های ورزشی به یک سری عوامل فیزیولوژیکی وابسته است. لذا هدف از مطالعه حاضر اثر تمرینات مقاومتی با تأکید بر بخش برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون و تمرینات مقاومتی سنتی بر کورتیزول خون، عملکرد استقامتی و توان بی‌هوازی در فوتبالیست‌های مرد بود.

روش‌شناسی: ۴۰ بازیکن فوتبال انتخاب و در چهار گروه تمرین مقاومتی سنتی ($n=10$)، تمرین مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون ($n=10$) و برونگرا با محدودیت جریان خون ($n=10$)، تمرین مقاومتی برونگرا بدون محدودیت جریان خون ($n=10$) و کنترل ($n=10$) به صورت تصادفی تقسیم شدند. آزمون‌ها و نمونه‌گیری خونی قبل و پس از دوره تمرینی هشت هفته‌ای گرفته شد. به منظور مقایسه بین گروه‌ها از روش تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید ($P \leq 0.05$).

یافته‌ها: نتایج نشان داد که حداقل، حداکثر، میانگین توان و عملکرد استقامتی در هر سه گروه تجربی به بعد از تمرین افزایش معنی‌داری داشت ($P \leq 0.01$). همچنین افزایش معنی‌داری بین دو گروه تجربی تمرین مقاومتی برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون در حداقل توان وجود داشت ($P \leq 0.05$). نتایج بین گروهی حاکی از وجود افزایش معنی‌دار بین گروه تمرینات مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون و گروه تمرینات مقاومتی سنتی در مورد حداکثر توان و میانگین توان نیز بود. با این حال در مورد شاخص خستگی ($P=0.13$) و هورمون کورتیزول ($P=0.33$) این اثر معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: هر چند نتایج مربوط به درصد تغییرات حاکی از بهبود بیشتر توان بی‌هوازی و عملکرد استقامتی در گروه تمرین سنتی نسبت به دو گروه تمرینی دیگر بود، لذا تمرینات سنتی می‌تواند همچنان مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: محدودیت جریان خون، تمرینات مقاومتی برونگرا، عملکرد استقامتی، کورتیزول، فوتبالیست

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، ۲. دانشیار دانشگاه حکیم سبزواری

* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: A.Mostafaloo@gmail.com

مقدمه

فوتبال به دلیل ویژگی‌های عملکردی خاص خود نسبت به سایر رشته‌های ورزشی به یک سری عوامل فیزیولوژیکی وابسته است. به عنوان مثال عملکرد استقامتی، توان بی‌هوازی و قدرت از جمله مهم‌ترین فاکتورها برای ارزیابی بازیکنان نخبه فوتبال می‌باشد (۳۲). بازی فوتبال ورزشی تناوبی با شدت بالا و دوره‌های استراحتی کوتاه است. بنابراین عملکرد ورزشکاران به طور قابل توجهی به توانایی هوازی آن‌ها بستگی دارد. از طرفی بازیکنان با عملکرد هوازی بالا قادر هستند استارت‌های انفجاری بیشتری را اجرا کرده و لذا در حین بازی منطقه وسیع‌تری را پوشش دهند (۴۲). در فوتبال نوین نیازهایی شامل فعالیت‌های با شدت بالا نظیر سرعت دیدن، ارتفاع پرش و ظرفیت برای آزاد سازی انرژی ضروری است (۳۲). نیازهای فیزیولوژیکی بازی فوتبال شامل ظرفیت هوازی و بی‌هوازی بالا، قدرت عضلانی و مهارت‌ها برای پیشرفت عملکرد و همچنین جلوگیری از آسیب است (۳) بسیاری از مطالعات گزارش کرده‌اند که ظرفیت هوازی، بی‌هوازی و قدرت سه ویژگی مهم برای رسیدن به عملکرد بالا در بازیکنان فوتبال است (۳، ۱۰). مطالعات علمی در فوتبال نشان داده است که تمرینات مقاومتی برای فوتبالیست‌ها از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. از طرف دیگر، مشاهده شده است تمرینات مقاومتی باعث بهبود عملکرد استقامتی و در نهایت منجر به افزایش سطح عملکردی ورزشکاران می‌شود (۲۳).

تمرینات مقاومتی امروزه در اکثر رشته‌های ورزشی از جمله فوتبال در مراحل پیش از فصل و فصل مسابقه استفاده شده و باعث بهبود

عملکرد حرکتی، پرش، توان بی‌هوازی، عملکرد استقامتی و کاهش آسیب دیدگی می‌شود (۱۲). تمرینات مقاومتی پویا شامل هر دو نوع انقباض عضلانی درونگرا و برونگرا است (۳۳). برخی تحقیقات نشان می‌دهند که هر دو نوع فعالیت موجب تولید تحریک عصبی-عضلانی مجزایی شده که منجر به پاسخ‌های سازگاری پس از فعالیت می‌شوند. این موضوع مطابق با اصل اختصاصی بودن است که نشان می‌دهد بدن انسان به نیازهای ویژه‌ای که بر آن قرار می‌گیرد سازگار می‌شود (۲۰، ۳۳). بین فعالیت‌های عضلانی درونگرا و برونگرا، تفاوت‌های زیادی وجود دارد. اما، دو مورد از مهم‌ترین تفاوت‌های موجود کاهش هزینه متابولیک و فعال‌سازی پایین‌تر عضلانی در فعالیت‌های برونگرا نسبت به فعالیت‌های درونگرا است (۴۰). در حال حاضر، تحقیقات اندکی اثرات تمرینات مقاومتی با تأکید بر بخش برونگرا با محدودیت جریان خون را بررسی کرده‌اند (۲۹، ۴۰، ۴۱).

محدودیت جریان خون که می‌تواند در فعالیت‌هایی نظیر فعالیت مقاومتی، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری استفاده شود، به عنوان موضوعی محبوب در تحقیقات تبدیل شده است. تحقیقات نشان داده است که تمرین با محدودیت جریان خون می‌تواند باعث افزایش قدرت عضلانی شود. همچنین این تمرینات می‌تواند استقامت موضعی را نیز افزایش دهد (۲۹، ۴۰، ۴۱). در ده سال اخیر تمرین با بار کم و محدودیت جریان خون به عنوان روشی در برنامه‌های بازتوانی و هم به عنوان روشی برای افزایش قدرت و حجم عضلات در افراد سالم توجه زیادی را به خود جلب کرده است (۲۲). مطالعات نشان داده است که محدودیت جریان خون به همراه برنامه تمرینی

با بار کم، باعث تحریک افزایش حجم عضله به اندازه تمرین مقاومتی سنتی یا در برخی مواقع بیشتر از آن می شود (۳۷).

کورتیزول هورمونی است که در پاسخ به استرس، از طریق محور (HPA)^۱ نورآندوکرینی ترشح و تأثیرات کاتابولیکی روی بافت عضله اعمال می کند. این هورمون استروئیدی، نوسازی پروتئین عضله را کنترل کرده و می تواند به طور مستقیم در سطح ژنی درون سلولی عمل کند و نسخه برداری و ترجمه پس از آن را در پروتئین های خاص تغییر دهد. کورتیزول، نقش مهمی در متابولیسم و اعمال ایمنی بازی می کند. غلظت پلاسمایی کورتیزول در اثر تمرین تغییر می کند. مطالعاتی تأثیر تمرین مقاومتی را روی عمل آدرنوکورتیکول بررسی کرده اند (۳۰). به عنوان مثال، فوجیتا و همکاران^۲ (۲۰۰۷) نشان دادند که کورتیزول بعد از تمرین در گروه با محدودیت جریان خون بیشتر از گروه بدون محدودیت جریان خون بود (۱۱). در مطالعه ای رویگ و همکاران^۳ (۲۰۰۹) در فرآیند آنالیزی تمرین برونگرا را با تمرین درونگرا مقایسه کردند و نشان دادند که قدرت و هایپرتروفی آزمودنی ها در تمرین برونگرا افزایش بیشتری نسبت به درونگرا داشت (۳۱). در همین راستا مولر و همکاران^۴ (۲۰۰۹)، ماتئو^۵ (۲۰۰۹) و اوکی و همکاران^۶ (۲۰۰۶) نشان دادند که تمرینات مقاومتی و به ویژه تمرین برونگرا، فشار بیشتری به عضله وارد کرده و باعث

افزایش قدرت بیشتری می شود (۲۰۲۵، ۲۷). یاسودا و همکاران (۲۰۱۲) یافتند بعد از بررسی تمرین شش هفته ای پیش آزمون و پس آزمون تمرین مقاوتی درونگرا با محدودیت جریان خون نسبت به تمرین مقاوتی برونگرا با محدودیت جریان خون باعث افزایش بیشتری در حجم و سطح مقطع عضله در حرکت جلو بازو شد (۴۰). در مقابل، پوپ و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند چهار هفته تمرین مقاومتی برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون باعث افزایش قدرت و سطح مقطع عضله و تمرین با محدودیت جریان خون فقط باعث کاهش حجم تمرین شد و باعث سازگاری های بیشتر نسبت به تمرین بدون محدودیت جریان خون نشد (۲۹). از طرفی عبدالملکی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که هر دو گروه تمرینی با و بدون محدودیت جریان خون در ورزشکاران قدرتی پیشرفت معنی داری را در توان بی هوازی داشتند ولی تفاوت معنی داری در پیش آزمون و پس آزمون با یکدیگر نداشتند (۱). قره داغی و همکاران (۱۳۹۴) مطالعه ای تحت عنوان تغییرات نسبت لاکتات به پیروات و توان بی-هوازی پس از یک دوره تمرین تناوبی در بازیکنان فوتبال را انجام دادند. پس از چهار هفته دریافتند، حداقل توان بی هوازی و همچنین شاخص خستگی بازیکنان تغییر معنی-داری نکردند و فقط میانگین توان بی هوازی افزایش معنی داری داشت (۱۳). همچنین، کیهانیان و همکاران (۱۳۹۴) مقایسه تأثیر تمرین های مقاومتی با استراحت فعال و غیر فعال بر آمادگی هوازی و بی هوازی بازیکنان فوتبال بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد تمرین

1. Hypothalamus Piturity Axis
2. Fujita et al
3. Roig et al
4. Mueller et al
5. Matthew
6. Aoki et al

عملکرد استقامتی و توان بی‌هوازی صورت گرفته است. لذا با توجه به اهمیت آمادگی هوازی و بی‌هوازی در موفقیت بازیکنان فوتبال، تمریناتی باید لحاظ شوند که در کمترین زمان، بیشترین تأثیر را بر این دو شاخص آمادگی بگذارد. حال با توجه به مطالب گفته شده، این سوال مطرح می‌شود که آیا اثر تمرینات مقاومتی با تأکید بر بخش برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون در بازیکنان فوتبال می‌تواند سبب بهبود بیشتر در عملکرد هوازی و آمادگی بی‌هوازی آنان شود؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و به شکل میدانی بود و به صورت تصادفی در چهار گروه تمرین مقاومتی سنتی (هشت تکرار، با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد 1-RM)، تمرین مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون (شش تا هشت تکرار، با شدت ۳۰ تا ۴۰ درصد 1-RM)، تمرین مقاومتی برونگرا بدون محدودیت جریان خون (شش تا هشت تکرار، برابر با ۷۰ تا ۸۰ درصد 1-RM) و کنترل (انجام فعالیت‌های معمول روزانه) صورت گرفت و دارای تاییدیه کمیته اخلاق (IR.IAU.AK.REC.1396.5) می‌باشد.

آزمودنی‌های پژوهش حاضر را چهل بازیکن فوتبال لیگ دسته یک شهرستان مینودشت تشکیل دادند که سابقه هیچ‌گونه بیماری و یا هرگونه مصرف دارو و مصرف دخانیات را نداشتند و در یک برنامه منظم ورزشی (سه روز در هفته) شرکت داشتند. و ضمناً سابقه حداقل یک سال کار با وزنه و تمرینات مقاومتی را دارا بودند. آزمودنی‌ها پس از پر کردن فرم رضایت-نامه، اطلاعات فردی و سوابق پزشکی و آشنا شدن با طرح پژوهش، آمادگی خود را اعلام

مقاومتی با استراحت فعال نسبت به تمرین مقاومتی با استراحت غیر فعال سبب بهبود بیشتر در آمادگی هوازی و گاه بهبود بیشتر در آمادگی بی‌هوازی بازیکن فوتبال می‌شود (۱۷). کریستو و همکاران^۱ (۲۰۰۶) گزارش کردند که اضافه کردن تمرینات قدرتی به تمرین فوتبال باعث افزایش ارتفاع پرش عمودی و سرعت می‌شود. بنابراین ترکیب این دو تمرین می‌تواند باعث بهبود ظرفیت‌های آمادگی هوازی و بی‌هوازی نوجوانان شود (۷). همچنین در مطالعه دیگری، وانگ و همکاران^۲ (۲۰۱۰) تمرینات قدرتی باعث افزایش معنی‌داری در توان بی‌هوازی، سرعت شوت توپ و پیشرفت دوی استقامتی یویو می‌شود (۳۹).

ورزشکاران چه در حیطه تمرینی و چه رقابتی، اغلب به دنبال شیوه‌های جدید برای بهبود عملکرد استقامتی و توان بی‌هوازی هستند. یکی از روش‌های تمرینی جدید، تمرینات برونگرا با شدت پایین با محدودیت جریان خون است. برخی تحقیقات نشان می‌دهد که این نوع تمرینات باعث افزایش مشابهی در قدرت و استقامت در مقایسه با تمرینات مقاومتی سنتی می‌شود (۲۹،۴۰،۴۱). با جستجوهای انجام شده مشخص گردید تحقیقات انجام شده غالباً روی تمرینات مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون با شدت‌های کم و زیاد است (۲۸،۳۴،۳۶) و مطالعات اندکی روی تمرینات مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون انجام شده است (۲۹،۴۰،۴۱). از طرفی مطالعاتی اندکی در خصوص تمرینات مقاومتی برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون بر کورتیزول خون،

1. Christou et al
2. Wong et al

زمین جابجا نموده و در بخش برونگرا (باز کردن ران) یعنی موافق جاذبه در مدت پنج ثانیه وزنه را پایین آورد (۴). شدت تمرین این گونه کنترل شد که آزمودنی وزنه‌ای را انتخاب کرد که حداقل شش بار و حداکثر هشت بار بدون کمک جابجا کرد. هر وقت تعداد تکرارها به بیشتر از هشت افزایش یافت، مقدار وزنه افزایش یافت تا تعداد تکرارها در دامنه مورد نظر حفظ گردد (۲۹). به این ترتیب اصل اضافه بار نیز رعایت شد.

روش اعمال محدودیت جریان خون

در این پژوهش جهت ایجاد محدودیت جریان خون از کش الاستیکی کاربردی (به عرض هفت سانتی متر برای پایین تنه و عرض پنج سانتی متر برای بالاتنه) استفاده شد. به منظور تعیین میزان اعمال نیرو بر کش الاستیکی، آزمودنی‌ها با حجم ران متفاوت با دستگاه اولتراسونوگرافی (مدل GE-Logic E9; USA-2012) بررسی شدند، به طوری که کش الاستیکی با کشش‌های مختلف دو ران بسته شده و جریان خون شریان با دستگاه اندازه‌گیری شد. با چند بار آزمون و خطا طول مناسب کش و میزان مناسب کشش با توجه به حجم ران به دست آمد. همچنین به منظور اطمینان بیشتر برای ایجاد محدودیت جریان خون سرخرگی، و مسدود شدن جریان خون وریدی، میزان فشار احساس شده توسط آزمودنی بر اساس مقیاس بورگ ۱ تا ۱۰ امتیازی از آزمودنی‌ها پرسیده شد و امتیاز هفت به عنوان معیار محدودیت جریان خون سرخرگی در نظر گرفته شد (۲۱، ۳۸). حرکت خم کردن و باز کردن آرنج، بخش پروگزیمال بازو و در حرکات خم کردن

کردند و از آن‌ها خواسته شد به منظور اجرای آزمون‌های مورد نظر در باشگاه بدنسازی حاضر شوند. برای اجرای پروتکل ابتدا آزمودنی‌ها با آزمون‌ها آشنا شدند. سپس نحوه انجام پروتکل به دقت توسط محقق به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. طول دوره تمرینی پژوهش حاضر هشت هفته و هر هفته سه جلسه بود. در ابتدای هر جلسه تمرینی، آزمودنی‌های گروه یک تا سه (تجربی)، گرم کردن عمومی شامل دویدن آهسته، نرمش و تمرینات با وزنه سبک را انجام دادند. سپس هر گروه برنامه تمرینی خود را اجرا کردند. اندازه‌های تن‌سنجی^۱ شامل (سن، قد، وزن، نمایه توده بدن)، عملکرد استقامتی (آزمون هاف^۲) (شکل ۱) و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک (آزمون RAST^۳) بود. همچنین نمونه خون ناشتایی برای سنجش سطح پلاسمایی هورمون کورتیزول نیز قبل و بعد از برنامه تمرینی گرفته شد. بدنه اصلی تمرین شامل حرکات چند مفصله بالاتنه (شامل پرس سینه، پرس سرشانه و کشش جانبی از پهلوی^۴) و پایین تنه (شامل باز کردن و خم کردن زانو) و تعداد حرکات در سرتاسر دوره‌ی تمرینی ثابت بود. شاخص‌های تمرینات مقاومتی در جدول ۱ ارائه گردیده است.

روش اجرای تمرینات مقاومتی برونگرا

آزمودنی وزنه‌ای که بین شش تا هشت تکرار توانست جابجا کند را انتخاب نمود. آزمودنی حرکت مورد نظر (حرکت خم کردن و باز کردن ران) را در بخش درونگرا (خم کردن ران) با سرعت دلخواه (یک ثانیه) خلاف جاذبه

1. Anthropometric
2. Hoff Test
3. Running based anaerobic sprint test
4. Lateral pull down

حداکثر توان بی‌هوازی، حداقل توان بی‌هوازی، میانگین توان بی‌هوازی و شاخص خستگی مد نظر قرار گرفت (۱۳).

عملکرد استقامتی (آزمون هاف): در آزمون هاف عرض محوطه ۳۵ متر و طول آن ۵۵ متر می‌باشد. روش اجرای آزمون به این شکل است که بازیکنان ۱۰ مخروط اول را به شکل مارپیچ درپیل کردند و با توپ از مانع‌هایی به ارتفاع ۰/۳ متر و عرض ۰/۱۵ متر پریدند و پس از آن مخروط‌های بعدی را به صورت مارپیچ طی کردند. از نقطه A تا B در حالی که توپ در کنترل آن‌ها بود رو به عقب حرکت کردند. و سپس برگشتند و به طرف نقطه شروع حرکت کردند. هدف از این آزمون، پوشش حداکثر مسافت در مدت زمان ۱۰ دقیقه بود. هر بازیکن بعد از گذشت پنج دقیقه و در دقیقه نهم از زمان خود مطلع شد. حداکثر مسافت طی شده به عنوان امتیاز آزمون ثبت شد و طول مسیر ۲۹۰ متر بود (۴).

و باز کردن زانو، بخش پروگزیمال ران توسط کش بسته شد. محدودیت اعمال شده در هنگام استراحت بین ست‌ها هم حفظ شد و فقط بین حرکات برداشته شد (۱۵).

روش اندازه‌گیری متغیرها

اندازه‌گیری قدرت عضلانی پویا به روش

یک تکرار بیشینه: ابتدا وزنه‌ای به طور تخمینی حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه با توجه به تمرین‌های جلسه آشنایی برای هر فرد در نظر گرفته شد. به‌طوری‌که آزمودنی قادر به انجام چند تکرار بود. بعد از استراحت به مدت سه دقیقه، وزنه اضافه شد و در صورتی که قادر به انجام چند حرکت بود. تمرین متوقف و حدود پنج الی ۱۰ درصد به وزنه‌ها افزوده شد، تا اینکه آزمودنی قادر به انجام فقط یک تکرار برای حرکت شد. در این زمان، میزان وزنه جایجا شده در یک حرکت صحیح به عنوان رکود یک تکرار بیشینه شخص ثبت شد (۸).

آزمون دوی سرعت بی‌هوازی با

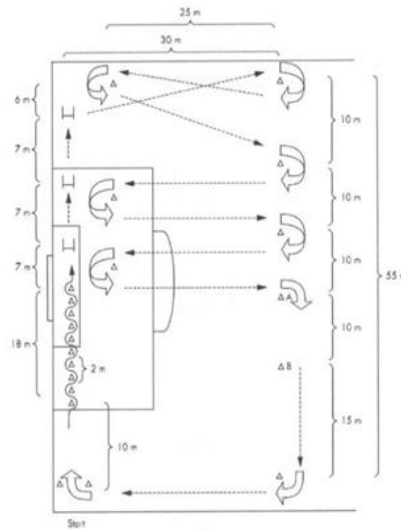
اسیدلاکتیک (RAST): آزمون رست

شامل شش دوی سرعت ۳۵ متری که بین هر ۳۵ متر دویدن ۱۰ ثانیه به آزمودنی‌ها استراحت داده شد. از آن‌ها خواسته شد که هر دوی ۳۵ متری را با تمام تلاش اجرا کنند. از تقسیم انرژی خود طی شش دور ۳۵ متری خودداری کنند. پس از طی هر دوی ۳۵ متری، هر بازیکن از رکورد خود مطلع شد. با توجه به بهترین زمان ثبت شده و بالاترین زمان ثبت شده طی هر دوی ۳۵ متری و همچنین مجموع زمان‌هایی که این شش دوره ۳۵ متری طی شده به عنوان

اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد، بدین صورت که اثر زمان، گروه و اثر تعاملی زمان در گروه مورد تحلیل قرار گرفت. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار SPSS ورژن ۲۲ انجام گردید و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

نتایج تحلیل آماری نشان داد که اثر تعاملی زمان و گروه در حداقل توان، حداکثر توان، میانگین توان و عملکرد استقامتی معنی‌دار است. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی به ترتیب نشان داد که گروه‌های تجربی تمرین برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون و تمرین سنتی (از قبل به بعد تمرین) در مقایسه با گروه کنترل در حداقل توان افزایش معنی‌دار داشته است ($p < 0.001$). همچنین افزایش معنی‌داری بین دو گروه تجربی تمرین برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون در حداقل توان وجود داشت ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که حداکثر توان در هر سه گروه تجربی از قبل به بعد از تمرین افزایش معنی‌داری داشته است. بین گروه تمرینات مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون و گروه تمرینات مقاومتی سنتی ($p = 0.024$) تفاوت معنی‌داری در مورد حداکثر توان نیز مشاهده شد. در مورد میانگین توان گروه برونگرا با محدودیت جریان خون با هر دو گروه تجربی دیگر در پس آزمون تفاوت معنی‌داری نشان داد. عملکرد استقامتی در هر سه گروه تجربی از قبل به بعد از تمرین افزایش معنی‌داری داشته است. همچنین در پس آزمون گروه تمرینات سنتی با هر دو گروه تمرین برونگرا تفاوت معنی‌داری نشان داد.



شکل ۱. آزمون هاف

روش اندازه‌گیری تغییرات غلظت

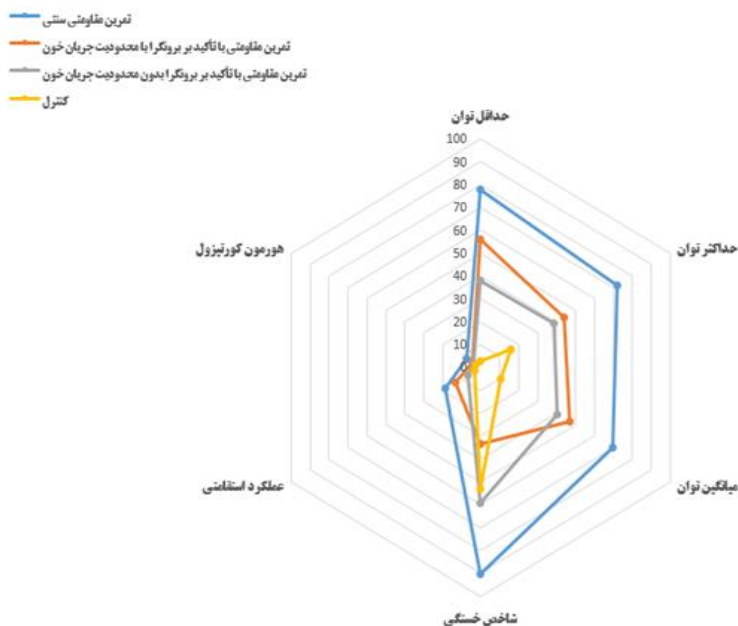
پلاسمایی هورمون کورتیزول: در مطالعه حاضر غلظت پلاسمایی هورمون کورتیزول با استفاده از کیت‌های مخصوص آزمایشگاهی و به روش الایزا اندازه‌گیری شد. برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، نمونه‌گیری خونی در حالت ناشتا قبل و ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین گرفته شد (۱۴). خون‌گیری از سیاهرگ ساعد دست راست در حالت نشسته و وضعیت استراحت انجام گرفت و برای هر مرحله خون‌گیری پنج سی‌سی خون گرفته شد. سپس از سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه برای جداسازی پلاسما استفاده و پلاسمای حاصل در دمای -80°C درجه سانتی-گراد نگهداری گردید.

روش‌های آماری

از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) برای توصیف داده‌ها استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری آنالیز واریانس با

بنابراین بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0.05$).

نتایج تحلیل آماری نشان داد که، اثر تعاملی زمان و گروه در شاخص خستگی ($p = 0.13$) و هورمون کورتیزول ($p = 0.33$) معنی‌دار نیست.



نمودار ۱. میانگین متغیرهای عملکرد استقامتی، حداکثر توان، حداقل توان، میانگین توان، شاخص خستگی و هورمون کورتیزول

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 برونگرا با محدودیت جریان خون با شدت ۳۰ تا ۴۰ % 1RM	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 برونگرا بدون محدودیت جریان خون با شدت ۷۰ تا ۸۰ % 1RM	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵	۱:۱:۵
ریتم اجرای حرکت (ثانیه) (درونگرا: مکث: برونگرا)								
تمرینات مقاومتی سنتی ویژه افزایش قدرت با شدت ۷۰ تا ۸۰ % 1RM	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 "

جدول ۲. شاخص‌های آماری مشخصات فردی آزمودنی‌ها

گروه تمرین مقاومتی سنتی (n=۱۰)	گروه تمرین مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون (n=۱۰)	گروه تمرین مقاومتی برونگرا بدون محدودیت جریان خون (n=۱۰)	گروه کنترل (n=۱۰)
سن (سال)	۲۳/۲±۷/۸	۲۴/۳±۲/۶	۲۴/۵±۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۷±۳	۱۷۴/۲±۹/۸	۱۷۷/۴±۳
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۱۳±۳۵/۵	۷۰/۵±۶/۴	۲۹/۳±۸/۶
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۲/۳±۳۷/۰	۲۳/۱±۱۶/۹	۲۴/۳±۱/۱

جدول ۳. نتایج آزمون RM- ANCOVA در مورد متغیرهای عملکرد استقامتی، توان بی‌هوازی و هورمون کورتیزول؛ (اثر زمان، اثر گروه و اثر زمان در گروه)

متغیرها	حداقل توان	حداکثر توان	توان بی‌هوازی	شاخص خستگی	عملکرد استقامتی	هورمون کورتیزول
قبل از تمرین	۲۴۸/۳۶±۱/۷	۳۵۵/۴۰±۷/۸	۳۰۶/۳۴±۳/۲	۲/۰±۷۳/۸	۱۳۰۴/۱۰۸±۵/۸	۵/۱±۴/۷
بعد از تمرین	۴۴۱/۳۶±۵/۵	۶۱۱/۷۳±۸/۴	۵۲۰/۴۰±۵/۹	۵/۲±۲/۳	۱۵۴۶/۱۵۳±۴/۶	۵/۱±۸/۴
درصد تغییرات	۷۷/۹۵	۷۲/۰۰	۶۹/۹۴	۹۰/۴۸	۱۸/۵۴	۷/۴۱
قبل از تمرین	۲۲۰/۵۶±۴/۵	۳۱۷/۷۷±۷/۶	۲۷۲/۶۱±۴/۹	۲/۱±۴/۱	۱۲۰/۱۷۰±۴/۵	۶/۲±۰/۳
بعد از تمرین	۳۴۴/۴۹±۱/۵	۴۵۷/۵۸±۳/۷	۴۰۰/۵۲±۳/۱	۳/۰±۲/۹	۱۳۶۳/۱۲۳±۷/۵	۶/۳±۳/۰
درصد تغییرات	۵۶/۱۳	۴۳/۹۵	۴۶/۹۵	۳۳/۳۳	۱۳/۴۹	۴/۶۵
قبل از تمرین	۲۶۰/۶۳±۲/۶	۳۶۷/۹۳±۷/۱	۳۱۰/۷۳±۴/۸	۲/۱±۸/۷	۱۲۱۱/۹۶±۲/۳	۵/۱±۴/۲
بعد از تمرین	۳۵۹/۲۸±۵/۲	۵۱۰/۱۶۱±۵/۹	۴۳۶/۱۴۰±۳/۰	۴/۲±۳/۴	۱۲۹۰/۱۱۲±۹/۶	۵/۱±۶/۹
درصد تغییرات	۳۸/۱۴	۳۸/۸۴	۴۰/۵۶	۵۹/۲۶	۶/۵۸	۳/۷
قبل از تمرین	۲۳۰/۷۲±۷/۱	۳۳۰/۶۴±۱/۴	۲۷۹/۶۳±۹/۶	۲/۱±۳/۱	۱۱۸۵/۱۱۵±۶/۴	۴/۱±۲/۵
بعد از تمرین	۲۳۷/۵۵±۷/۲	۳۸۲/۱۱۲±۹/۴	۳۰۹/۶۳±۴/۶	۳/۲±۶/۴	۱۲۲۱/۷۰±۱/۵	۴/۱±۳/۳
درصد تغییرات	۲/۹۹	۱۶/۰۰	۱۰/۴۳	۵۳/۱۶	۲/۹۹	۲/۳۸
زمان (مقدار F و درجه آزادی)	P≤۰/۰۰۱ (F=۱۰۲/۷, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۱۷ (F=۶/۲۵, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۱۰۶/۲۸, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۷۱/۲۴, ۱/۳۵)	P=۰/۷۷ (F=۰/۰۸, ۱/۳۵)	P=۰/۱۱ (F=۲/۵۷, ۱/۳۵)
گروه (مقدار F و درجه آزادی)	P≤۰/۰۰۱ (F=۳۴/۴۱, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۸ (F=۴/۶۱, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۰/۶۹, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۹/۱۲, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۱۰/۶۹, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱ (F=۲۳/۹۴, ۱/۳۵)
زمان * گروه (مقدار F و درجه آزادی)	P≤۰/۰۰۱* (F=۱۱/۶۶, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱* (F=۶/۸۷, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۱* (F=۰/۳۸, ۱/۳۵)	P=۰/۱۳ (F=۲/۰۰, ۱/۳۵)	P≤۰/۰۰۵* (F=۵/۰۱, ۱/۳۵)	P=۰/۳۳ (F=۱/۱۷, ۱/۳۵)

* سطح معنی‌داری (P<۰/۰۵) می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر، مطالعه اثر تمرینات مقاومتی با تأکید بر بخش برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون و تمرینات مقاومتی سنتی عملکرد استقامتی و توان بی-هوازی در فوتبالیست‌های مرد بود. یافته اصلی پژوهش حاضر این بود که تمرینات سنتی منجر به افزایش حداقل توان، حداکثر توان، میانگین توان، شاخص خستگی و عملکرد استقامتی می-شود که این میزان افزایش بیشتر از گروه تمرینات مقاومتی با تأکید بر بخش برونگرا با و بدون محدودیت جریان خون بود.

در پژوهش حاضر توان بی‌هوازی در همه متغیرها (به جز شاخص خستگی) به طور معنی-داری افزایش پیدا کرد که این افزایش در متغیر حداقل توان در گروه تمرینات سنتی ۷۷/۹۵ درصد، گروه تمرینات برونگرا با محدودیت جریان خون ۵۶/۱۳ درصد و گروه تمرین برونگرا ۳۸/۱۴ درصد بود. حداکثر توان نیز در همه گروه‌های تمرینی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد که میزان افزایش در گروه تمرینات سنتی ۷۲/۰۰ درصد، گروه تمرین برونگرا با محدودیت جریان خون ۴۳/۹۵ درصد و گروه تمرین برونگرا ۳۸/۸۴ درصد بود. همچنین میانگین توان در همه گروه‌های تمرینی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. که این میزان افزایش در گروه تمرینات سنتی ۶۹/۹۴ درصد، گروه تمرین برونگرا با محدودیت جریان خون ۴۶/۹۵ درصد و گروه تمرین برونگرا ۴۰/۵۶ درصد بود. در پژوهش حاضر هر چند سه گروه افزایش شاخص خستگی را نشان دادند. اما، بین گروه‌های تمرینی و کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش شاخص خستگی از پیش آزمون تا

پس آزمون در گروه تمرینات سنتی ۹۰/۴۸ درصد، گروه تمرینات مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون ۳۳/۳۳ درصد و گروه تمرین مقاومتی برونگرا ۵۹/۲۶ درصد بود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج کیهانیان و همکاران (۱۳۹۴)، عبدالملکی و همکاران (۱۳۹۳)، کریستو و همکاران^۱ (۲۰۰۶) و وانگ و همکاران^۲ (۲۰۱۰) هم‌خوانی دارد (۱۷،۳۹) و با نتایج قره‌داغی و همکاران (۱۳۹۴) هم‌خوانی ندارد (۱۳). دلیل مغایرت را می‌توان به نوع پروتکل تمرینی و نوع طرح پژوهشی آن بیان کرد که در پروتکل پژوهش حاضر از تمرینات مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون استفاده شده است ولی در مطالعه قره داغی و همکاران تمرینات متناوب هوازی شدید استفاده شد که می‌توان اینگونه بیان کرد که احتمالاً ایجاد محدودیت جریان خون بر افزایش توان بی‌هوازی اثر گذار بوده است. از نظر پژوهشگران، محدودیت جریان خون باعث تغییر در شرایط سوخت و ساز موضعی و کاهش اکسیژن رسانی در عضله می‌شود (۳۵). کاهش جریان خون شریانی در عضلات فعال باعث افزایش تجمع سوخت و ساز و کاهش پاکسازی سلولی در عضله می‌شود و در نتیجه موجب تورم سلولی می‌گردد. همچنین توقف جریان خون وریدی نیز موجب حفظ این سوخت و ساز می‌شود که اجازه نمی‌دهد برای سوخت و ساز بدن و دفع مواد تولید شده، جریان خون کافی به عضلات فعال برسد (۱). در واقع محدودیت جریان خون در حین تمرین، منجر به سرکوب سوخت و ساز هوازی و جمع شدن مواد متابولیکی که این

1. Christou et al

2. Wong et al

باشد (۹). از دلایل احتمالی افزایش توان بی-هوازی در آزمودنی‌های پژوهش حاضر می‌تواند، استفاده از افزایش وزنه‌های سنگین در طول جلسه‌های تمرینی و انجام تمرینات برونگرا با سرعت حرکات (یک ثانیه درونگرا، پنج ثانیه برونگرا) دانست. تارهای عضلانی تند انقباض نقش عمده‌ای در بهبود عملکرد عضلانی، همراه با فعالیت‌های توانی-قدرتی ایفا می‌کنند (۱).

در پژوهش حاضر عملکرد استقامتی در همه گروه‌ها به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد که این افزایش در گروه تمرینات سنتی ۱۸/۵ درصد، گروه تمرینات مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون ۱۳/۴ درصد و گروه تمرین برونگرا بدون محدودیت جریان خون ۶/۵ درصد بود. اما، میزان افزایش در گروه تمرین مقاومتی برونگرا بدون محدودیت جریان خون نصف گروه تمرین مقاومتی برونگرا با محدودیت جریان خون بود. پژوهش‌های مختلفی بهبود آمادگی هوازی را در بازیکنان فوتبال و دیگر رشته‌های ورزشی به دنبال تمرین‌های مقاومتی نشان داده‌اند. که می‌توان به نتایج کیهانیان و همکاران (۱۳۹۴)، وانگ و همکاران (۲۰۱۰) و کریستو و همکاران (۲۰۰۶) اشاره نمود که با مطالعه حاضر هم‌خوانی دارند (۷، ۱۷، ۳۹). مکانیسم‌های مؤثر در بهبود عملکرد استقامتی پس از فعالیت مقاومتی را می‌توان به افزایش کم آنزیم‌های گلیکولیتیکی و فسفوریلاسیون اکسیداتیو، افزایش مویرگ‌های عضلانی، افزایش چگالی میتوکندریایی، افزایش محتوای گلیکوژنی عضلانی و افزایش اندازه میوفیبریل‌های اکتین و میوزین نسبت داد. این مکانیسم‌ها نیز باعث سازگاری‌های بیشتری در سیستم هوازی شده

عامل موجب فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی می‌شود (۳۵). افزایش توان بی‌هوازی در اثر یک دوره تمرینات مقاومتی، به شدت به اصل ویژگی تمرین وابسته است. به عبارتی دیگر برنامه تمرینات مقاومتی باید به صورت اختصاصی برای افزایش توان بی‌هوازی طراحی شود، تا افزایش در توان عضلانی متعاقب برنامه تمرین مقاومتی به دست آید (۱۸). از طرفی بازیکنان فوتبال در مسابقات ورزشی نیازمند فاکتورهایی از قبیل توان، سرعت و چابکی به منظور انجام حرکات انفجاری شامل شوت زدن، هد زدن، استارت‌های انفجاری کوتاه و دریبل هستند (۹). بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر، انجام تمرینات مقاومتی می‌تواند به بهبود توان عضلانی و عملکردهای انفجاری و سرعتی بازیکنان فوتبال کمک کند. توان بی‌هوازی یک معیار مهم برای عملکرد ورزشی به خصوص بازی فوتبال می‌باشد. همچنین عملکرد توان بی‌هوازی ارتباط نزدیکی با توان انقباضی ایستا و پویای پاها دارد. آزمون‌هایی را می‌توان نام برد که تا حدودی منعکس کننده توان بی‌هوازی بیشینه فرد باشد (۶). در همین راستا، آزمون رست به عنوان یکی از روش‌های عملی برای اندازه‌گیری توان بی-هوازی به کار می‌رود (۱۳). تمرین مقاومتی اثر مثبتی روی ویژگی‌های عصبی عضلانی و توان بی‌هوازی دارد. به طوری که تمرین مقاومتی طولانی مدت، می‌تواند از طریق تغییر در سیستم عصبی و عضلانی توان بی‌هوازی را بهبود ببخشد. سازگاری‌های عصبی و عضلانی می‌تواند شامل افزایش فعالیت آنزیم‌های بی‌هوازی، افزایش گلیکوژن داخل سلولی، تغییر در نوع تارهای عضلانی (۱۶)، افزایش هدایت عصبی، افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی و کاهش مهار عصبی

دلایل هم‌خوانی و معنی‌دار نبودن کورتیزول در پژوهش حاضر می‌توان به نوع پروتکل تمرینی و تفاوت‌های فردی آزمودنی‌ها بیان کرد. تفاوت‌های ژنتیکی، استرس و فشارهای طولانی مدت می‌تواند الگوی ترشح کورتیزول پایه را در افراد مختلف تغییر دهد. ترشح کورتیزول می‌تواند تحت تأثیر عوامل محیطی مانند: رژیم غذایی، خواب و تمرین قرار گیرد. (۱۹). تمرین مقاومتی با توجه به نوع فعالیت ورزشی سبب تغییراتی در غلظت پلاسمایی کورتیزول می‌شود (۲۶). هم‌چنین متغیرهای تمرین مقاومتی می‌تواند در پاسخ‌های هورمونی مؤثر باشد و از طرفی پروتکل‌های مختلف با پاسخ‌های متفاوت کورتیزول همراه است. به طور مثال بورش و همکاران^۴ (۲۰۰۹) زمان استراحت بین ستی متفاوت و تأثیر آن روی پاسخ کورتیزول را بررسی کردند. نتایج آن‌ها سطوح کورتیزول بیشتر را در گروه با زمان استراحت بین ستی یک دقیقه نسبت به زمان استراحت بین ستی ۲/۵ دقیقه نشان داد. در نهایت شاید عدم تغییر معنی‌دار کورتیزول پس از هر سه روش تمرین مقاومتی در پژوهش حاضر نوع پروتکل مورد استفاده باشد (۵). با بررسی نتایج تحقیقات مختلف و مقایسه آن‌ها با یکدیگر و نتایج پژوهش حاضر می‌توان به این نتیجه رسید که تغییرات مقادیر کورتیزول پس از تمرین مقاومتی به عوامل گوناگونی وابسته است. پژوهش حاضر نیز همانند سایر تحقیقات با محدودیت‌هایی همراه بود. از جمله، تغذیه، فعالیت‌های بدنی روزانه آزمودنی‌ها به صورت دقیق و شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها قابل کنترل نبود.

که این بهبود عملکرد احتمالاً به دلیل افزایش آنزیم‌های میتوکندری می‌باشد. از طرفی بهبود عملکرد استقامتی موجب افزایش سطح انرژی لازم برای شدت‌های بالاتری از فعالیت در سیستم هوازی ورزشکاران می‌شود (۱).

در پژوهش حاضر هر چند سه گروه تمرینی افزایش هورمون کورتیزول را نشان دادند. اما، بین گروه‌های تمرینی و کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش هورمون کورتیزول از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه تمرینات سنتی ۷/۴۱ درصد، گروه تمرینات مقاومتی برون‌گرا با محدودیت جریان خون ۴/۶۵ درصد و گروه تمرینات مقاومتی برون‌گرا بدون محدودیت جریان خون ۳/۷ درصد بود. ریزو و همکاران^۱ (۲۰۰۶) در بررسی سه نوع پروتکل تمرینی نشان دادند که کورتیزول در هیچ گروه تمرینی تغییر معنی‌داری نداشت (۳۰). در مطالعه دیگری کرامر و همکاران^۲ (۲۰۰۵) گزارش کردند تمرین مقاومتی با شدت بالا افزایش پاسخ کورتیزول را تحریک می‌کند و تمرین از سطوح پایین تا متوسط تأثیری ندارد (۱۸). در نتیجه در تمرین با محدودیت جریان خون به دلیل استفاده از شدت کم انتظار می‌رود که کورتیزول تغییر نکند (۳۰). مسترپیپر و همکاران^۳ (۲۰۱۰) پس از آزمون‌ها دریافتند، سطوح کورتیزول در بعضی مردان و زنان افزایش و در برخی دیگر کاهش یافته است (۲۴). نتایج ریزو و همکاران (۲۰۰۶)، کرامر و همکاران (۲۰۰۵) و مسترپیپر و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد (۱۸، ۲۴، ۳۰). از

1. Reeves et al
2. Kreamer et al
3. Masteripier et al

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری در گرایش فیزیولوژی ورزش (عصب و عضله) دانشگاه حکیم سبزواری می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از کلیه افرادی که به عنوان نمونه در این مطالعه شرکت نموده و موجبات انجام تحقیق را فراهم نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارند. همچنین تجزیه و تحلیل آماری این تحقیق زیر نظر آقای دکتر مهدی جباری نوقایی، استادیار دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

در مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرین مقاومتی برون‌گرا با محدودیت جریان خون در بهبود توان بی‌هوازی و عملکرد استقامتی و کورتیزول خون برتری خاصی نسبت به تمرینات مقاومتی سنتی فوتبال ندارد. لذا تمرینات مقاومتی سنتی می‌تواند همچنان مورد استفاده قرار گیرد، اما احتمال آسیب‌دیدگی این تمرینات را نباید فراموش کرد. با این حال، با توجه به کمبود شواهد تحقیقی مشابه و عدم کنترل همه جانبه متغیرهای احتمالی، همچنان نیاز به انجام تحقیقات بیشتری در این زمینه باقی است.

منابع

1. Abdolmaleki A, Behpour N, Hematfar A, (2014). The effect of power training with and without vascular obstruction on anaerobic power of athletes and non-athletes. Research quarterly of sport sciences. 3(15): 24-38 [Persian].
2. Aoki MS, Miyabara EH, Soares AG, Saito ET, Moriscot AS. (2006). mTOR pathway inhibition attenuates skeletal muscle growth induced by stretching. Cell and Tissue Research. 324(1):149-56.
3. Bekris E; Mylonis L; Gioldasis A; Gissis I; Kombodieta N. (2016). Aerobic and Anaerobic Capacity of Professional Soccer Players in Annual Macrocycle. Journal of Physical Education and Sport. 16(2), 527 – 533.
4. Bird, Stephen, P Kyle M. Tarpenning and Frank E. Marino. (2005) Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness. A Review of the Acute Programme Variables. Sports Medicine. 35 (10): 841-851.
5. Buresh R, Breg k, Freneh J. (2009). The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response; strength, and hypertrophy with training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 23(1): 62-71.
6. Chamari K, Hachana Y, Kaouech F, Jeddi R, Moussa-Chamari I, Wisloff U. (2005). Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. British Journal of Sports Medicine. 39: 24–28.
7. Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., Tokmakidis, S.P. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 20(4):783-91.
8. Claudio O, Assumpcao; Tibana, Ramires A.; Viana, Luan C.; Willardson, Jeffrey; and Prestes, Jonato. (2013). Influence of exercise order on upper body maximum and submaximal strength gains in trained men. Faculty Research and Creative Activity. 21- 28.

9. Faramarzi M, Gharehkhannloo R, Choubineh S, (2010). Physical fitness profile of Iranian soccer players. *Journal Olympic*. 18(49): 127-140 [Persian].
10. Franco-Marquez F, Rodriguez-Rosell D, Gonzalez-Suarez JM, Pareja-Blanco F, Mora-Custodio R, Yanez-Garcia JM, Gonzalez-Badillo JJ. (2015). Effects of Combined Resistance Training and Plyometrics on Physical Performance in Young Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*. 36(11):906-14.
11. Fujita S, Abe T, Drummond MJ, Cadenas JG, Dreyer HC, Sato Y, et al. (2007). Blood flow restriction during low-intensity resistance exercises S6K 1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of Applied Physiology*. 103(3): 903-910.
12. Gault ML, Willems ME. (2013). Aging, functional capacity and eccentric exercise training. *Aging and disease*. 4(6):351-63.
13. Gharahdaghi N, Kordi MR, Gaeini AA. (2015). Changes in lactate-to-pyruvate ratio and anaerobic power after a period of interval training in soccer players. *Journal of Sport in Biomotor Sciences*, 14(2): 45-55 [Persian].
14. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Kraemer R R, Honda T, Takamatsu K. (2009). Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *European Journal of Applied Physiology*. 106: 731–739.
15. Hoseini Kakhak, S.A.R, Sharifi Moghadam A, Hamedi nia M.R, Azarniveh M.S. (2011). Comparison of the effect of traditional strength training with strength training and vascular obstruction on muscular performance and cardiovascular endurance in young girls. *Journal of Sports Biosciences*. 10: 95-114. [Persian]
16. Jung, A.P. (2003). The impact of resistance training on distance running performance. *Sports Medicine*. 33(7): 539-52.
17. Keihaniyan A, Ebrahim K.h, Rajabi H, Marandi S.M. (2015). Comparison the effect of resistance exercise with active and passive rest on aerobic and anaerobic fitness in soccer players. Two quarterly research in sports medicine and technology. 9(25): 47-62 [Persian].
18. Kreamer WJ, Ratamess NA. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance and training. *Sports Medicine*. 35(4): 339-361.
19. Lianne MK, Lauren A, Weiss SW, Graves RP, Gordon H, and Williams MA, et al. (2005). Sex differences in the genetic basis of morning serum cortisol levels: genome-wide screen identifies two novel loci specific to women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 90(8):1-12.
20. Lixandrao ME, Ugrinowitsch C, Laurentino G, Libardi CA, Aihara AY, Cardoso FN, Tricoli V, Roschel H. (2015) .Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*. 115(12):2471-80.
21. Lowery RP, Loenneke JP, Souza EO, Machado M, Dudeck JE, Wilson JM. (2014). Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clin Physiol Funct Imaging*. 317-21 67.
22. Luebbers PE, Witte EV, Oshel JQ. (2017). the Effects of Practical Blood Flow Restriction Training on Adolescent Lower Body Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 27(11): 3068-3075.

23. Mangine GT, Hoffman JR, Gonzalez AM, Townsend JR, Wells AJ, Jajtner AR, Beyer KS, Boone CH, Miramonti AA, Wang R, LaMonica MB, Fukuda DH, Ratamess NA, Stout JR. (2015). The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiological Reports*. 3(8): 12472- 12478.
24. Masterippier D, Baran NM, Sapienza P, Zingales L. (2010). Between- and within-sex variation in hormonal responses to psychological stress in a large sample of college students. *Stress*. 1-12.
25. Matthew P. (2009) .Maximum muscle: the science of intelligent physique development. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*. 7(3):219-25.
26. McGuingan MR, Alison DE, Foster C. (2004) .Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *Journal of Sports Medicine*. 3: 8-15.
27. Mueller M, Breil FA, Vogt M, Steiner R, Lippuner K, Popp A, et al. (2009) .Different response to eccentric and concentric training in older men and women *European Journal of Applied Physiology*. 107(2):145-53.
28. Patterson SD, Ferguson RA. (2010). Increase in calf post-occlusive blood flow and strength following short-term resistance exercise training with blood flow restriction in young women. *European Journal of Applied Physiology*. 108(5):1025-1033.
29. Pope. Zachary K, Jeffrey M. Willardson, Brad J. Schoenfeld, John D. Emmett, and Jill D. Owen. (2015). Hypertrophic and Strength Responses to Eccentric Resistance Training with Blood Flow Restriction: A Pilot Study. *International Journal of Sports Science and Coaching*. 10 (5): 919- 931.
30. Reeves GV, Kreamer RR, Hollander DB, Clavier J, Thomas G, Francis M, et al. (2006). Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *J Appl physiol*. 101 (6): 1616-1622.
31. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, et al. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with metaanalysis. *British Journal of Sports Medicine*. 43(8):556-68.
32. Saez de Villarreal, E, Suarez-Arrones, L, Requena, B, Haff, GG, and Ferrete, C. (2015). Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. *Journal of Strength and conditioning Research*. 29(7): 1894–1903.
33. Schoenfeld, Brad J; Ogborn, Dan I; Vigotsky, Andrew D; Franchi, Martino V; Krieger, James W. (2017). Hypertrophic Effects of Concentric vs. Eccentric Muscle Actions: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 31(9): 2599–2608.
34. Seo D, So WY, Sung DJ. (2016). 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. *Journal Research in Sport, Physical Education and Recreation*. 38(2): 167-177.
35. Takada, S., K. Okita, et al. (2012). Low-intensity exercise can increase muscle mass and strength proportionally to enhanced metabolic stress under ischemic conditions. *J Appl Physiol*. 113(2): 199-205.

36. Van Roie E, Delecluse C, Coudyzer W, Boonen S, Bautmans I. (2013). Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Experimental Gerontology*. 48 (11): 1351-1361.
37. Wernbom M1, Jarrebring R, Andreasson MA, Augustsson J. (2009). Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 23(8):2389-2395.
38. 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 Strength Cond Res*. 27(11):3068-75.
39. Wong, P.L., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 24(3): 653-60.
40. Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. (2012). Effects of Blood Flow Restricted Low-Intensity Concentric or Eccentric Training on Muscle Size and Strength. *Plos one*. 7(12): 52843-52848.
41. Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. (2014). Effects of detraining after blood flow-restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. *The Journal of Physiological Sciences*. 65(1):139-144.
42. Zagatto AM, Papoti M, Da Silva ASR, Barbieri RA, Campos EZ, Ferreira EC, Loures JP, Chamari K. (2016). The Hoff circuit test is more specific than an incremental treadmill test to assess endurance with the ball in youth soccer players. *Biology of Sport*. 33(3):263-268.



The effect of resistance training with emphasis on eccentric phase with and without blood flow restriction and traditional resistance training on blood cortisol, endurance performance and anaerobic power in male soccer players

Mostafalou A^{1*}, Hosseini Kakhak SAR², Haghighi AH²

Received: 16/11/2018

Accepted: 04/05/2019

Abstract

Aim: Soccer due to its own functional characteristics rely more on some physiological factors than other sports. The purpose of this study was to assess the effect of resistance training with emphasis on eccentric phase with and without blood flow restriction and traditional resistance training on blood cortisol, endurance performance and anaerobic power in male soccer players.

Method: Forty soccer players were selected and randomly divided into four groups include traditional strength training (n=10), eccentric resistance training with blood flow restriction (n=10), eccentric resistance training without blood flow restriction (n=10) and control (n=10). Blood sampling and tests were taken before and after the eight-week training period. A one-way repeated-measures and Bonferroni post-hoc test was used to compare the groups ($P < 0.05$).

Results: The results showed that the minimum, maximum, mean power and endurance performance in all three experimental groups had a significant increase after exercise ($P < 0.001$). There was also a significant difference between the two groups experimental of resistance training eccentric with and without blood flow restriction at minimum power ($p < 0.05$). There was a significant difference between resistance training eccentric with blood flow restriction and the traditional resistance training group at maximum and mean power. However, this effect was not significant for fatigue index ($p = 0.13$) and cortisol hormone ($p = 0.33$).

Conclusion: Although the results related to the percentage of changes indicated an improvement in the anaerobic power and endurance function in the traditional exercise group compared to the other two training groups, traditional exercises could still be used.

Keywords: Blood flow restriction, Resistance training Eccentric, Endurance function, Cortisol, Soccer players.

1. Ph.D Student in Exercise Physiology, 2. Associated professor, Hakim Sabzevari University

*Email: A.Mostafaloo@gmail.com