Effect of One Session of High Intensity Interval Exercise with and without Blood Flow Restriction on Electrical Selected Muscles Activity of Brachial in Trained Female

Ilbeigi S[1],Yousefi M[2], Ghasemi F[3]

Abstract

Purpose: Most of professional athletes are looking for high-level of anaerobic power. In recent years, many measures have been taken on various ways to improve anaerobic power through training. Among several methods, the blood flow restriction (BFR) or Katsu is used to improve performance, moreover electromyography is a useful tool for studying the electrical activity of the muscles as well as the kinetic of motion. Therefore, the present study aims to investigate the effect of one session of severe periodic activity with and without BFR on the electrical activity of selected muscle in the active females.

Methods: Ten female students were recruited from University population with age 22.15±0.81 years and BMI 20.08±2.56 kg/m^2. The electrical activity of biceps and triceps arm muscles during 4 sets 30 seconds with 5 minutes rest between each set was measured during one session of high intensity interval exercise with hand Wingate test under conditions without and with blood flow restriction. Beside the electrical activity, some anaerobic power parameters such as average and maximum anaerobic power were also measured under both conditions.

Results: The electrical activity of the biceps muscle was significantly increased under conditions with BFR ($p<0.05$), but no significant increase was observed in the electrical activity of the triceps superior muscle under conditions with BFR ($p>0.05$). Among mean anaerobic power and maximum anaerobic power, blood flow restriction only the mean of maximum anaerobic power significantly increased ($p<0.05$).

Conclusion: The results showed that the electrical activity of the biceps arm muscle as well as the maximum anaerobic power significantly increased during blood flow restriction. Circulation restriction blood flow seems to be an effective factor in increasing the maximum anaerobic power and electrical activity biceps arm muscle.

Keywords: Electrical activity, Blood flow restriction, High intensity interval exercise, Anaerobic power

Received: 2019.07.29 Accepted: 2020.10.20

تاثیر یک جلسه فعالیت تناوبی شدید با و بدون محدودیت جریان خون بر فعالیت الکتریکی عضلات منتخب بازویی دختران تمرین کرده

سعید ایل بیگی[۱]، محمد یوسفی[۳]، فاطمه قاسمی[۳]

هدف: ورزشکاران نخبه بسیاری از رشته های ورزشی به دنبال کسب توان بی هوازی در سطوح بالا هستند. در سال های اخیر روی روش های مختلف بهبود توان بی هوازی از طریق تمرین، اقدامات زیادی انجام شده است. از جمله سیستم هایی که در این حوزه وجود دارد سیستم محدودیت جریان خون (کاتسو) است و از آنجایی که الکترومایوگرافی، یک ابزار مفید برای بررسی فعالیت الکتریکی عضلات در حالت فعالیت و همچنین بررسی ویژگی های سنتیکی حرکت می باشد لذا پژوهش حاضر با هدف مطالعه، اثر یک جلسه فعالیت تناوبی شدید با و بدون محدودیت جریان خون بر فعالیت الکتریکی عضلات منتخب بازویی در دختران فعال انجام شد.

روش بررسی: تعداد ۱۰نفر از دانشجویان خانم دانشگاه بیرجند با سن ۰/۸۱±۲۲/۱۵ سال، شاخص توده بدنی۲/۵۶± ۲۰/۰۸ کیلوگرم بر مترمربع انتخاب شدند. فعالیت الکتریکی عضلات دوسر و سه سربازو هنگام اجرای ۴ ست ۳۰ ثانیه ای با ۵ دقیقه استراحت بین

هر ست طی یک جلسه فعالیت تناوبی شدید با دستگاه وینگیت دست تحت شرایط بدون محدودیت و با محدودیت جریان خون اندازه گیری شد. علاوه بر فعالیت الکتریکی برخی از پارامترهای توان بی هوازی مانند میانگین و حداکثر توان بی هوازی نیز تحت دو شرایط مورد سنجش قرار گرفت.

یافته ها: فعالیت الکتریکی عضله دوسربازو دست برتر(غالب) تحت شرایط با محدودیت جریان خون افزایش معناداری داشت ($p<۰/۰۵$)، اما در فعالیت الکتریکی عضله سه سربازو دست برتر تحت شرایط با محدودیت جریان خون افزایش معناداری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). بین میانگین توان بی هوازی و حداکثر توان بی هوازی، محدودیت جریان خون تنها باعث افزایش معنادر حداکثر توان بی هوازی شد ($p<۰/۰۵$).

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که فعالیت الکتریکی عضله دوسربازو و همچنین حداکثر توان بی هوازی به طور معناداری طی شرایط محدودیت جریان خون افزایش یافت ($p<۰/۰۵$) به نظر می رسد محدودیت جریان خون یک عامل موثردر افزایش حداکثر توان بی هوازی و فعالیت الکتریکی عضله دوسربازو است.

کلمات کلیدی: فعالیت الکتریکی، محدودیت جریان خون، تمرین تناوبی شدید، توان بی هوازی

نویسنده مسئول: سعید ایل بیگی، silbeigi@birjand.ac.ir ORCID: 0000-0001-9926-8936
آدرس: بیرجند، پردیس شوکت آباد، دانشگاه بیرجند، دانشکده علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی
۱- دانشیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲- استادیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳- کارشناس ارشد علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

مقدمه

ورزشکاران اغلب به یک برنامه تمرینی برای رسیدن به حداکثر آمادگی در یک دوره زمانی کوتاه به ویژه پس از دوره های کم تمرینی یا بی تمرینی نیاز دارند (۱). در چنین شرایطی، اجرای تمرینات تناوبی شدید مورد توجه قرار گرفته است در حال حاضر تعریف جامعی از تمرینات تناوبی شدید وجود ندارد. ولی عموما تمرینات تناوبی شدید، به ست های تکراری با فعالیت های تناوبی به نسبت کوتاه با شدت تمام یا شدتی نزدیک به شدت حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2peak) نسبت داده می شود. با توجه به شدت تمرینات، یک تلاش تناوبی شدید ممکن است زمان تمرین در زمان های مختلف از چند ثانیه تا چند دقیقه طول بکشد و این زمان ها به وسیله چند دقیقه استراحت یا فعالیت با شدت کم از هم جدا می شوند (۲).

روش های مختلف تمرینات شدید تناوبی مانند دویدن روی تردمیل، باز کردن زانو یا بازو با ارگومتر و فعالیت شدید تکراری روی چرخ کارسنج برای بررسی اثرات تمرین تناوبی شدید بر سازگاری های فیزیولوژیک در یک جلسه فعالیت حاد استفاده می شود (۳). در سال های اخیر روی روش های مختلف بهبود توان بی هوازی از طریق تمرین، اقدامات زیادی انجام دادند (۴). به عنوان مثال می توان از انواع مختلف تمرینات تناوبی، تمرینات مکمل از جمله: قدرت، توان و سرعت که با وزنه انجام می شود، تمرینات ترکیبی و در عین حال سیستم های مختلف تمرین، نام برد (۴، ۳). از جمله سیستم- هایی که در این حوزه وجود دارد سیستم محدودیت جریان خون (کاتسو) است. کاتسو یک سیستم آموزشی است که شامل کمربند فشار اعمال شده به بخش پروگزیمال اندام فوقانی و تحتانی است. کاتسو به معنای تمرین با فشار اضافی است (۴). به روز بودن تمرینات کاتسو در این است که با صرف زمان کمتر و شدت پایین تمرینی می توان عملکرد ورزشکاران را ارتقا داد. از یک کش یا باند محدودکننده بر بالاترین قسمت عضو تمرینی استفاده می شود تا جریان خون به عضله فعال کاهش یابد (۵). ویژگی مهمِ محدودکردن جریان خون در عضو این است که همراه با ورزش با شدت پایین می‌تواند باعث افزایش قابل ملاحظه توده و قدرت عضلانی شود (۶). در تمرینات ورزشی با محدودیت جریان خون، کاهش جریان

خون منجر به کاهش جریان اکسیژن می شود؛ بنابراین در این تمرین ها نیروی تولید شده توسط تارهای عضلانی تندانقباض، نقش مهمی در افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی دارد. به عبارت دیگر در تمرین های با محدودیت جریان خون، تارهایی که پتانسیل بیشتری برای افزایش رشد عضله دارند (تارهای تندانقباض) و منبع اصلی توان و قدرت عضلانی به حساب می‌آیند، فراخوانده می شوند (۶).

طبق اصل اندازه تحت شرایط نرمال ابتدا تارهای عضلانی کند انقباض فراخوانده می شوند (۶) و با افزایش شدت فعالیت، تارهای عضلانی تند انقباض نیز فراخوانده می شوند. تمرین انسدادی تحت شرایط تمرین با شدت کم باعث فراخوانی تارهای عضلانی تند انقباض می شود (۷). دو عامل تجمع متابولیت و کاهش اکسیژن ناشی از تمرین انسدادی باعث افزایش فراخوانی تارهای عضلانی تند انقباض می شود زیرا مانعی برای نورون حرکتی آلفا است در نتیجه برای حفظ نیروی عضلانی و حمایت علیه ناتوانی هدایتی، فراخوانی تارهای عضلانی افزایش می یابد (۸). مطالعات نشان داده که فراخوانی واحدهای حرکتی با آستانه بالا تنها تحت تاثیر نیرو و سرعت انقباض نمی باشد بلکه اکسیژن در دسترس عضله نیز در فراخوانی واحدهای حرکتی موثر می‌باشد. Yasudaو همکاران (۹) به مطالعه درباره اثرات شدت کم، ورزش مقاومتی با باند الاستیک در ترکیب با محدودیت جریان خون روی فعالیت عضلانی پرداختند. آن ها نتیجه گرفتند که تمرین کاتسو با استفاده از یک باند الاستیک برای ایجاد مقاومت منجر به افزایش در فعالیت عضلانی می شود که یک روش موثر برای تقویت هایپرتروفی عضلانی در افراد مسن یا افراد بیمار با سطوح پایین فعالیت عضلانی می باشد (۹).

Fatela و همکاران (۱۰) اثرات حاد ورزش تحت سطوح متفاوت فشار روی فعالیت عضلانی و خستگی را بررسی کردند. آزمودنی ها ورزش مقاومتی با شدت 1RM ۲۰٪ (One Repetition Maximum) را با ۴۰٪، ۶۰٪ و ۸۰٪ محدود جریان خون انجام دادند نتایج نشان داد میزان میانگین (Root Mean Square; RMS) در همه شرایط افزایش یافته است (۱۰). تحقیقات گذشته در حوزه تمرینات کاتسو متمرکز بر تمرینات مقاومتی بوده است و تحقیقات زیادی اثربخشی تمرین مقاومتی با وزنه با کاتسو را بر افزایش فعالیت الکتریکی عضلات نشان داده اند (۱۰، ۹، ۷) و با توجه به اینکه در تمرینات تناوبی انجام تمرین مقاومتی همراه با سرعت می باشد و تحقیقات محدودی در این زمینه انجام شده است. لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر یک جلسه ورزش تناوبی با محدودیت جریان خون بر میزان فعالیت الکتریکی عضلات و هم چنین توان بی هوازی بود.

روش بررسی

با استفاده از نرم افزار G*Power 3.1، تعداد ۱۰ فرد از دانشجویان فعال و تمرین کرده به صورت تصادفی با توجه به معیارها و معیارهای ورود به تحقیق (دارا بودن شاخص توده بدنی (Body Mass Index; BMI) در دامنه ۲/۵۶ ± ۲۰/۰۸، سیگاری نبودن، عدم مصرف دارو یا مکملی که بر نتایج مطالعه تاثیر بگذارد، عدم وجود آسیب در اندام فوقانی، انجام فعالیت های تفریحی در طی ۶ ماه گذشته انتخاب شدند (پیوست ۱). آزمودنی ها طی دو روز در آزمایشگاه حضور یافتند. پس از اندازه گیری های اولیه (قد و وزن) برای اندازه گیری فعالیت الکتریکی عضلات الکترودها بر اساس پروتکل الکترومیوگرافی سطحی برای ارزیابی غیر تهاجمی فعالیت عضله (Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles ;SENIAM) به محل های مورد نظر عضلات در دست برتر این افراد نصب گردید. براساس این پروتکل بعد از تراشیدن کامل موهای اندام های مورد سنجش و تمیز کردن پوست با پنبه و الکل طبی، الکترودها در قسمت یک سوم میانی بر روی عضلات نصب شدند. فاصله مرکز تا مرکز الکترودها دو سانتی متر بود. سپس از آزمودنی ها خواسته شد به مدت ۵ دقیقه اقدام به گرم کردن روی چرخ کارسنج دستی کنند. پروتکل تناوبی در مطالعه حاضر شامل اجرای ۴ نوبت آزمون وینگیت دست ۳۰ ثانیه ای (بار کاری ۵۰ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) با فاصله استراحتی ۵ دقیقه دنبال شد. بدین صورت که آزمودنی ابتدا با رکاب زدن بر روی چرخ کارسنج بدون بار به حداکثر سرعت (در مدت ۵ ثانیه) می رسد. سپس وزنه انتخابی اعمال شده و آزمودنی به مدت ۱۰ ثانیه، نهایت تلاش خود را برای جلوگیری از کاهش سرعت چرخ کارسنج انجام می دهد. پس از آخرین آزمون وینگیت دست، آزمودنی ها با

شدت کم به مدت ۳ دقیقه به سرد کردن پرداختند. کل مدت زمان برنامه فعالیت تناوبی شدید، ۲۵ دقیقه بود و در هر نوبت طی ۳۰ ثانیه رکاب زدن فعالیت الکتریکی عضلات دو سر و سه سر بازویی ثبت گردید.. حداکثر و حداقل توان تولیدی آزمودنی در چهار آزمون وینگیت، به عنوان متغیر عملکردی مورد استفاده قرار گرفت (۱۰).

در جلسه دوم، برای بدست آوردن فشار مورد نیاز برای محدودیت جریان خون، ابتدا فشار خون سیستولی و دیاستولی از بازوی چپ آزمودنی ها طریق دستگاه فشارسنج دیجیتالی (مدل آمرن HEM-773، ساخت کشور آلمان) اندازه گیری شد. محیط بازوی آزمودنی نیز بوسیله متر نواری از طریق دو نقطه آناتومیکی از زائده آخرومی (Acromion) و زائده آرنجی بازوی دست چپ اندازه گیری شد. کاف فشارسنج در قسمت بالا و دور بازو بسته شد سپس مقادیر به دست آمده در فرمول زیر قرار داده شده و جهت تعیین نقطه انسداد جریان خون استفاده گردید (۱۲) .

انسداد شریانی خون: با استفاده از فرمول زیر فشار مورد نیاز برای ایجاد محدودیت خون بدست آمد:

۰/۵۱۴ (سیستول) + ۰/۳۳۹ (دیاستول) + ۱/۴۶۱ (دور بازو) + ۱۷/۲۳۶

برای این منظور، پس از قرار دادن اعداد در فرمول بالا، ۶۰٪ فشار به دست آمده، فشار مورد نیاز برای ایجاد محدودیت خواهد بود (۱۳). پس از مشخص شدن فشاری که در آن جریان خون هر یک از آزمودنی ها محدود می شود، برای اجرای برنامه فعالیت همراه با محدودیت، یک دستگاه فشار سنج به بازوهای آزمودنی متصل شد . قبل از هر تناوب کاری (آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه)، فشار تا نقطه ای معادل ۶۰٪ فشار بدست آمده از طریق فرمول، اعمال شد و آزمودنی ها در این شرایط فعالیت خود را اجرا نمودند. به محض اتمام ۳۰ ثانیه، باد داخل کیسه تخلیه و آزمودنی در تناوب استراحتی (۵ دقیقه) هیچ محدودیتی را تجربه نکرد . در سه تناوب دیگر نیز همین روند دنبال شد. سیگنال های ثبت شده از EMG توسط نرم افزار Matlab 2013 و نرم افزار بایامد و اکسل ۲۰۱۳ برای محاسبه ریشه دوم میانگین (Root Mean Square; RMS) تجزیه تحلیل و به داده های قابل سنجش تبدیل شد و مقادیر RMS برای هر عضله در فرآیند چرخه کامل فعالیت با استفاده از فرمول ۱ محاسبه شد، که در این فرمول e فعالیت الکتریکی عضله و n تعداد سیگنال ها در واحد زمان می باشد.

از آزمون شاپیروویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع اختلاف متغیرها قبل و بعد از مداخله و برای بررسی اختلاف میانگین-ها از آزمون آماری تی زوجی در سطح ($p<۰/۰۵$) استفاده شد. تمام داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

$$(۱)\quad RMS=\sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n}}$$

یافته ها

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار پارامترهای قد، وزن، سن و شاخص توده بدنی نمونه های مورد بررسی ارائه شده است.

با توجه به نتایج آزمون شاپیرو ویلک، توزیع اختلاف بین میانگین متغیرهای تحقیق در حالت با و بدون محدودیت جریان خون نرمال بوده ($p>۰/۰۵$) بنابراین برای مقایسه میانگین از آزمون تی زوجی استفاده گردید (جدول ۲). با توجه به $p=۰/۰۴۶$ برای فعالیت الکتریکی عضله دو سربازو مشخص می‌شود بین فعالیت الکتریکی عضله دو سربازو در دو گروه بدون محدودیت و با محدودیت جریان خون تفاوت وجود دارد. با توجه به سطح معناداری $p=۰/۱۸۴$ برای فعالیت الکتریکی عضله سه سربازو مشخص می‌شود بین فعالیت الکتریکی عضله سه سربازو قبل از محدودیت و بعد از آن تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول ۳). با توجه به سطح معناداری $p=۰/۹۵۵$ برای متغیر میانگین توان بی هوازی مشخص می‌شود بین میانگین توان بی هوازی در دو گروه بدون محدودیت و با محدودیت جریان خون تفاوت وجود ندارد. در مقابل، بین حداکثر توان بی هوازی در دو گروه بدون محدودیت و با محدودیت جریان خون تفاوت معنی داری ($p=۰/۰۱۳$) مشاهده شد (جدول ۴).

بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر فعالیت الکتریکی عضلات بازو دست برتر و توان بی هوازی را تحت دو شرایط با و بدون محدودیت جریان خون را مقایسه شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک جلسه فعالیت تناوبی شدید همراه با محدودیت جریان خون

جدول ۱: مشخصات جمعیت شناختی آزمودنی ها

متغیرها	انحراف معیار± میانگین
قد (متر)	۱/۵۹±۰/۰۴
وزن (کیلوگرم)	۵۱/۳۰۰ ± ۶/۹۱
سن (سال)	۲۲/۱۵ ±۰/۷۸
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۰/۰۸ ± ۲/۵۶

جدول ۲. آزمون شاپیرو-ویلک بین حالت با و بدون محدودیت جریان خون

متغیر	آماره	درجه آزادی	اختلاف میانگین بین حالت با محدودیت و بدون محدودیت p - مقدار
میانگین توان بی هوازی	۰/۹۵۰	۱۰	۰/۶۶۵
حداکثر توان بی هوازی	۰/۹۷۴	۱۰	۰/۹۲۵
RMS عضله دوسر بازو	۰/۸۵۷	۱۰	۰/۰۷۱
RMS عضله سه سر بازو	۰/۹۸۴	۱۰	۰/۹۸۱

RMS: میانگین ریشه دوم، سطح معناداری p≤۰/۰۵

جدول ۳: آزمون تی زوجی برای RMS عضله دوسر و سه‌سربازو

متغیر	t	درجه آزادی	p - مقدار
RMS عضله دوسربازو	-۲/۳۱۳	۹	۰/۰۴۶
RMS عضله سه سربازو	-۱/۴۴۰	۹	۰/۱۸۴

RMS: میانگین ریشه دوم، سطح معناداری p≤۰/۰۵

جدول ۴: آزمون تی زوجی برای میانگین و حداکثر توان بی‌هوازی

متغیر	t	درجه آزادی	p - مقدار
میانگین توان بی‌هوازی	۰/۰۵۸	۹	۰/۹۵۵
حداکثر توان بی‌هوازی	-۳/۰۶۷	۹	۰/۰۱۳

سطح معناداری p≤۰/۰۵

باعث افزایش فعالیت الکتریکی عضله دوسربازو در دست برتر و حداکثر توان بی هوازی شده است که با نتایج تحقیق باسره و همکاران (۱۴) همسو می باشد (۱۴). این محقق در بررسی تاثیر فشارهای متفاوت محدودیت جریان خون (۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ درصد فشار سیستولی) با فعالیت ایزومتریک بر تغییرات الکترومایوگرافی عضله نشان داد که در بارکار برابر، فعالیت الکتریکی عضلانی که با شاخص iShares Core MSCI Emerging Markets ETF (iEMG) نشان داده می شود، در فعالیت ایزومتریک همراه با کاهش جریان خون بیشتر بوده است. همچنین نتایج مطالعه حاضر با تحقیق Yasuda و همکاران (۹)، Fatela و همکاران (۱۰) که تاثیر تمرینات با محدودیت جریان خون بر فعالیت الکتریکی را مورد

بررسی قرار دادند همسو است. در این راستا، Yasuda و همکاران (۹) فعالیت عضلانی را در طی یک جلسه فعالیت با شدت کم با چندین سطح فشار خارجی (کاهش جریان خون) مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق فشار های مختلفی (۱۴۷، ۱۲۱، ۰/۹۸ میلیمتر جیوه) برای کاهش جریان خون استفاده شد که فعالیت الکتریکی عضلات در همه فشارها افزایش معناداری نشان داد (۱۵). علاوه بر این، Fatela و همکاران (۱۰) اثرات حاد ورزش تحت سطوح متفاوت فشار روی فعالیت عضلانی و خستگی را بررسی کردند. آزمودنی ها ورزش مقاومتی با شدت ۲۰1RM٪ را با ۴۰٪، ۶۰٪ و ۸۰٪ محدود جریان خون انجام دادند آن ها مشاهده کردند میزان RMS در همه شرایط افزایش یافت (۱۰). افزایش فعالیت الکتریکی پس از ایجاد محدودیت جریان خون می تواند به این دلیل باشد که در تمرین با شدت کم همراه با جریان خون کم، به دلیل کمبود خون در عضله و در نتیجه کمبود اکسیژن در دسترس، فشار متابولیکی افزایش یافته و عضلات نوع اول خیلی زود خسته می شوند و در نتیجه تکیه عضله برای حفظ نیروی تولیدی بر عضلات نوع دوم و متابولیسم غیر هوازی افزایش می یابد، چون این تارها آستانه بالایی دارند فراخوانی آن ها نیاز به تحریکات قوی از سوی سیستم عصبی مرکزی دارد که این افزایش به صورت افزایش در الکترومایوگرافی قابل مشاهده است. دلیل دیگر برای افزایش فراخوانی تارهای عضلانی تند انقباض فشاری که جهت کاهش جریان خون به رگ ها وارد می شود سیاهرگ ها را تحت تاثیر قرار می دهد و تقریبا جریان خون در آن ها قطع می شود و خروج خون از اندام کاهش می یابد و از طرفی فراخوانی تارهای عضلانی تند انقباض باعث افزایش تولید لاکتات می شود (به دلیل ماهیت بی هوازی این تارها)، در نتیجه تولید لاکتات از یکسو و جلوگیری از خروج خون از عضله، لاکتات و سایر متابولیت ها افزایش می یابد، تجمع متابولیت ها بویژه لاکتات باعث تحریک تولید عوامل رشد موضعی و محیطی می‌شود و تحریک آوران های ۳ و ۴ و در نهایت افزایش همانند سازی و ترجمه پروتئین ها و افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی می شود (۱۶).

علاوه بر این از جمله مکانیسم های بالقوه ای که منجر به هایپرتروفی عضلانی متعاقب فعالیت های کوتاه مدت پس از تمرین با محدودیت جریان خون (Blood Flow Restrict ; BFR) می‌شود (فعال شدن مسیرهای سیگنالی (Mammalian Target of Rapamycin; mTOR) یک مسیر سیگنالی مرتبط با هایپرتروفی عضلانی) در نتیجه برقراری جریان خون پس از رهایی از فشار کاف می باشد (۱۷). همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان دادکه یک جلسه تمرین تناوبی شدید با محدودیت جریان خون باعث افزایش حداکثر توان بی هوازی نیز می شود که با تحقیقات بهی (۴)، خدائی و همکاران (۱۸)، وطن دوست و رنجبر (۱۹)، هم راستا می باشد. بهی و همکاران (۴) اثر تمرینات تناوبی کاتسو بر روی شاخص های بی هوازی و قدرت و ترکیب بدنی ورزشکاران جوان را بررسی کرد وی نشان داد شرکت در تمرین تناوبی شدید-کاتسو در مقایسه با تمرین تناوبی شدید اثر بیشتری بر روی استقامت در توان، شاخص خستگی، حداکثر توان بی هوازی (دوچرخه وینگیت)، درصد چربی حداقل و میانگین توان بی هوازی دارد (۴). از دلایل احتمالی افزایش حداکثر توان بی هوازی پس از ایجاد محدودیت جریان خون را: افزایش فسفوکراتین عضله، افزایش در آنزیم های بی هوازی، تغییر در نیمرخ تارهای عضلانی، سازگاری های عصبی-عضلانی (شامل: افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، فرکانس و همزمانی واحد های حرکتی است که در نهایت سبب افزایش نیرو، کارایی و هماهنگی عضلانی می شود). بهبود کارایی ناشی از افزایش سازگاری های عصبی، خستگی را به تاخیر می اندازد و ورزشکار را قادر می سازد تا سطوح بالاتری از لاکتات را تحمل کند (۴). در نتیجه، به دلیل میزان کم استفاده از آنزیم های هوازی در سیستم کاتسو در تمرین تناوبی از لحاظ تئوری تارهای بی هوازی بیشتری فراخوانده می شود. افزایش قدرت و هایپرتروفی هم باعث بهبود حداکثر تکرار بیشینه و هم بهبود فعالیت های بی هوازی می‌شود. کسی که قدرت و هایپرتروفی را داشته باشد می تواند توان بی هوازی را افزایش دهد (۴).

بنابراین با توجه به نتایج تحقیق می توان بیان کرد که محدودیت جریان خون می تواند به عنوان یک عامل موثر در افزایش حداکثر توان بی هوازی و افزایش فعالیت الکتریکی عضله مورد نظر قرار گیرد، کی این ویژگی می تواند بعنوان یک عامل مهم در افزایش توان و همچنین افزایش ظرفیت کار

فیزیو لوزیک در رشته های ورزشی مورد استفاده ورزشکاران و مربیان قرار کیرد.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد علوم ورزشی با کد اخلاق IR.BUMS.REC.1379.212 که در دانشگاه علوم پزشکی بیرجند ثبت شده است. از کلیه آزمودنی ها، متخصصین و دوستانی که در این پژوهش با ما همکاری کردند، تقدیر و تشکر می نماییم.

منابع

1. Roads G, Ventura J.L, Cadefau J.A, Cusso R, et al. A short training program for the rapid improvement of both aerobic and nanerobic metabolism. Eur J Appl Physiol 2000 ;82 (5-6): 480-486.

2. Cladden LB. Lactate metabolism-a new paradigm for the third millennium. J Appl Physiol 2004; 53(6): 5-30.

3. Ahadzade H., Bepoor N. Effects of a short term intensive training course on the aerobic and anaerobic power of female runners. Quarterly Journal of Sport Sciences 2014; 4(15): 89-103. [Persian]

4. Behi A, AmaniA , Afsharnezhad T, DavinFahey T. Effect of Intensity Interval Training with Blood Restriction on Anaerobic Performance[Thesis]. shomal: univ.of shomal ;2017. [Persian]

5. Anabestani M, Hosseini kakhk A, Hamedinia M. Comparison of combined training with and without vascular occlusion on selected physical fitness components in postmenopausal women. Sport Physiology 2014; 6(21): 123-136. [Persian]

6. Christopher Raymond B. High intensity strength training in conjunction with vascular occlusion [Thesis]. San Marcos, Texas: univ.of Texas State University-San Marcos; 2013; 1-66.

7. Loenneke J, Pujol T. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. Strength and Conditioning Journal 2009; 31(3): 77-84.

8. Kai Z, Brian J, 1 Heather D. H, Ziad M, et al. The a7b1-integrin increases muscle hypertrophy following multiple bouts of eccentric exercise. J Appl Physiol 2011; 111(4): 1134-1141.

9. Yasuda K., Fukumura T, Fukuda H, Iida H Imuta Y, et al. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports banner 2012; 24(1): 55-61.

10. Fatela P, Reis Goncalo V. Mendonca V. Avela J. Acute effects of exercise under different levels of blood-

flow restriction on muscle activation and fatigue. Eur J Appl Physiol. 2016; 116(5): 985- 995.

11. Żychowska M, Kochanowicz A Kochanowicz K, Mieszkowski J, et al. Effect of Lower and Upper Body High Intensity Training on Genes Associated with Cellular Stress Response. BioMed research international 2017; 2017(2): 1-8.

12. Loenneke J, Allen K, Mouser J, Thiebaud R, et al. Blood flow restriction in the upper and lower limbs is predicted by limb circumference and systolic blood pressure. European journal of applied physiology 2015; 115(2): 397-405.

13. Loenneke J, Kim D, Fahs C, Thiebaud R, et al. The effects of resistance exercise with and without different degrees of blood-flow restriction on perceptual responses. Journal of Sports Sciences 2015; 33(14): 1-8.

14. Basere A, Ebrahim KH, Havanlu F, khurrami poor K. The effect of various pressures on blood flow restriction with isometric activity on electromyographic changes in the muscle. Sport Physiology and Management Investigations 2015; 8(3): 115-129. [Persian]

15. YasudaT, Fujita J, Shirakawa Y, Takashi A, et al. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. Journal of Sports Sciences 2009; 27(5): 479-489.

16. Loenneke J, Fahs C, Wilson J. Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory. Med Hypotheses 2011; 77(5): 748-752.

17. Drummond M, Fujita S, Abe T, DreyerH ,et al. Human muscle gene expression following resistance exercise and blood flow restriction. Med Sci Sports Exerc 2008; 40(4): 691-698.

18. Khodai K, Badri N, Rastegar Moghadam Mansori SM. The effect of short-term high intensity interval training (HIIT) on some cardiovascular indices, anaerobic poweroutput, jump and sprint performances in active femalestudents. Journal of Sport in Biomotor Sciences 2012; 4(8): 25-34. [Persian]

19. Vatan dust H , Rang bar S. Investigating the Effects of a Short-Term Intolerance Exercise (HIT) on Aerobic and Anaerobic Exercise of Active Men in Islamic Azad University, Bojnourd. The first national conference on sport science developments in the field of health, prevention and championship 2016; 1-20. [Persian]

پیوست ۱

خروجی نرم افزار G*Power