مقاله پژوهشی

ارمغان دانش، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی یاسوج
دوره ۲۵، شماره۵، آذر و دی ۱۳۹۹(شماره پی در پی ۱۴۲)

تأثیر محدودیت جریان خون بر سرعت متابولیسم و اکسیداسیون چربی هنگام و پس از فعالیت تناوبی شدید در دانشجویان پسر فعال

مهسا خیری[۱]، محسن محمدنیا احمدی[۲*]، مرضیه ثاقب جو[۳]

[۱]گروه علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، [۲]گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، [۳]گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ وصول: ۱۳۹۸/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۴

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به نقش محدودیت جریان خون در ایجاد استرس همودینامیکی بیشتر و اثر محتمل آن بر افزایش سرعت متابولیسم و اکسیداسیون چربی در دوره بازگشت به حالت اولیه، هدف از این مطالعه تعیین و تأثیر محدودیت جریان خون بر سرعت متابولیسم و اکسیداسیون چربی هنگام و پس از فعالیت تناوبی شدید در دانشجویان پسر فعال بود.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی با طرح متقاطع بود. نمونه آماری پژوهش حاضر ۱۰ دانشجوی پسر فعال می‌باشد که به صورت داوطلبانه انتخاب و به طور تصادفی در یک طرح تحقیق متقاطع در دو گروه فعالیت تناوبی سرعتی با و بدون محدودیت جریان خون قرار گرفتند. برنامه فعالیت تناوبی سرعتی مشتمل بر اجرای چهار آزمون وینگیت۳۰ ثانیه‌ای(با بار کاری ۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) بود که با فاصله استراحتی ۵ دقیقه اجرا شد. برای محدودیت جریان خون، ابتدا در یک جلسه مجزا، فشار خون سیستولی و دیاستولی آزمودنی‌ها از طریق دستگاه فشارسنج دیجیتالی و محیط ران به وسیله متر نواری اندازه‌گیری شد. سپس با قرار دادن مقادیر به دست آمده در فرمول(انسداد شریانی خون رانی)، نقطه انسداد جریان خون تعیین شد. در شرایط محدودیت جریان خون فقط در هنگام اجرای آزمون‌ها، جریان خون دور ران به وسیله باند الاستیکی تا حد ۴۰ درصد نقطه انسداد، محدود شد. ۵ دقیقه قبل، در طول اجرا و ۳۰ دقیقه پس از فعالیت مورد نظر، حجم اکسیژن مصرفی و دی‌اکسید کربن تولیدی آزمودنی‌ها به شیوه نفس به نفس بر حسب لیتر در دقیقه به وسیله دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی جمع‌آوری شد و مورد بررسی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس مکرر استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد. هرچند، محدودیت جریان خون، اکسیژن مصرفی را به طور معنی‌داری هنگام($p=۰/۰۰۰۱$) و پس از فعالیت تناوبی شدید($p=۰/۰۴۵$) افزایش داد، اما میزان مصرف چربی فقط در دوره پس از فعالیت تناوبی($p=۰/۰۰۲$) افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: با توجه به بالاتر بودن اکسیژن مصرفی و هزینه انرژی در دوره پس از فعالیت در گروه محدودیت جریان خون، احتمالاً این روش مداخله در صورتی که در دوره طولانی‌تر استفاده شود، برای افرادی که به دنبال کاهش یا کنترل وزن هستند، راهگشا باشد.

واژه‌های کلیدی: محدودیت جریان خون، نسبت تبادل تنفسی، میزان مصرف چربی، فعالیت تناوبی شدید

***نویسنده مسئول: محسن محمدنیا احمدی،** بیرجند، دانشگاه بیرجند، گروه فیزیولوژی ورزش

Email: m.m.ahmadi2005@birjand.ac.ir

مقدمه

چالشی که تهدید کننده سلامتی شناخته شده است، چاقی نام دارد. هر موقع که انرژی دریافتی از انرژی مصرفی بیشتر شود، فرد دچار اضافه وزن می‌شود. هم‌چنین اختلال در تجزیه چربی‌ها از دلایل مهم چاقی و گسترش منابع چربی بدن می باشد(۱). چاقی و اضافه وزن می‌تواند عامل خطرزایی برای افزایش تری گلیسیرید(TG)[۱] و کلسترول تام(TC)[۲] باشد که افزایش سطوح این شاخص به نوبه خود باعث بروز بیماری‌های مختلفی می‌شود. به عنوان مثال تحقیقات نشان داده‌اند که به ازای هر واحد که شاخص توده بدنی(BMI) افزایش یابد، خطر بیماری‌های قلبی ـ عروقی ۸ درصد افزایش می‌یابد و در مقابل به ازای هر یک MET[۳] افزایش فعالیت بدنی، خطر بروز بیماری قلبی ـ عروقی ۸ درصد کاهش می‌یابد(۲). از این رو، یافتن راهی برای کنترل وزن به منظور کاهش عوامل خطرزای بیماری‌های مختلفی که در اثر چاقی به وجود می‌آیند بسیار حایز اهمیت است. یکی از این راهکارها مصرف برخی از غذاها یا گیاهان با خواص آنتی‌اکسیدانی و هم‌چنین پرداختن به فعالیت بدنی منظم می‌باشد.

چندین مکانیسم فیزیولوژیکی برای کاهش چربی در افراد چاق پیشنهاد شده است؛ الف) کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسایشی β، ب)کاهش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز در عضله اسکلتی و ج) جابه‌جایی نادرست در انبارهای چربی(۱). از طرفی مربیان و متخصصان علم ورزش در تلاش هستند تا راهکاری را برای افزایش کارایی برنامه‌های تمرینی بیابند. به علاوه، بهبود کارایی برنامه‌های کاهش و کنترل وزن در ورزشکاران و افراد مبتلا به چاقی و اضافه وزن نیز مورد توجه می‌باشد. این موضوع به ویژه هنگامی که زمان تمرین محدود است، بسیار اهمیت دارد. یکی از پروتکل‌های فعالیت ورزشی که اخیراً مورد توجه پژوهشگران فیزیولوژی ورزشی قرار گرفته، فعالیت تناوبی شدید(HIIE)[۴] است. فعالیت تناوبی شدید شامل تناوب‌های فعالیت ورزشی با شدت زیاد و تناوب‌های استراحتی فعال با شدت کم یا استراحت غیرفعال می‌باشد. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که HIIE، اکسایش چربی‌ها و فعالیت آنزیم‌های میتوکندریایی را افزایش می‌دهد(۳). فعالیت تناوبی شدید اگر به صورت منظم دنبال شود، نه تنها همانند تمرینات تداومی موجب افزایش عملکرد هوازی ورزشکاران می شود، بلکه عملکرد بی‌هوازی را هم تا حد زیادی بهبود می‌بخشد(۴). به علاوه، HIIE به عنوان یک جایگزین قابل قبول برای بهبود اکسایش چربی در افراد دارای اضافه وزن و چاق پیشنهاد شده است(۵). به عنوان نمونه در پژوهشی گاییني و همکاران به این نتیجه رسیدند که یک جلسه فعالیت تناوبی شدید موجب افزایش اکسایش چربی‌ها و ایجاد پاسخ نسبی در دستگاه ضد اکسایشی می شود. کوک و همکاران نیز نشان دادند که اکسایش چربی بعد از فعالیت تناوبی

1-Triglyceride(TG)
2-Total Cholesterol(TC)
3-Metabolic Equivalent(MET)
4-High Intensity Intermittent Exercise(HIIE)

شدید افزایش می‌یابد، ولی در فعالیت تناوبی با شدت متوسط افزایش دیده نشده است(۶). هم‌چنین کوک و همکاران و هندرسون و همکاران نشان دادند، پس از دو مرحله ورزش ایزوانرژتیک(۴۵ و ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی)، تجزیه چربی‌ها در دوره ریکاوری پس از ورزش به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد(۷ و۶).

از سوی دیگر، انجام فعالیت ورزشی با محدودیت جریان خون(BFR) معروف به «کاتسو»[۲] برای اولین بار در کشور ژاپن به وسیله پروفسور یوشیاکی ساتو در سال ۱۹۶۶ به عنوان یک روش تمرینی متداول در اختیار عموم مردم قرار گرفت. در این شیوه در هنگام اجرای فعالیت، کمربند فشار روی بخش نزدیک به تنه[۳] اندام فوقانی یا تحتانی بسته شده و منجر به کاهش تجمع خون مویرگی و بازگشت وریدی شده و در نتیجه جریان خون شریانی کاهش می‌یابد. در دهه‌های اخیر، استفاده از محدودیت جریان خون همراه با فعالیت ورزشی گسترش یافته است. این شیوه معمولاً در دوران توانبخشی، برای جلوگیری از کاهش عملکرد هوازی مورد استفاده قرار می‌گیرد(۸). پاسخ‌های هورمونی و سوخت و سازی به این شیوه تمرینی به صورت حاد و طولانی مدت مورد تحقیق قرار گرفته است(۱۰ و ۹). به علاوه، پاسخ‌های همودینامیکی(برونده قلبی، حجم ضربه‌ای و فشارخون) هنگام فعالیت ورزشی هوازی و مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون نیز مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان نمونه استانتون و همکاران گزارش کردند که اعمال محدودیت جریان خون، استرس همودینامیکی بالاتری را بر بدن وارد می‌نماید. با این حال، محدودیت جریان هنگام فعالیت مقاومتی و هوازی، با پاسخ همودینامیکی مشابه همراه بود(۱۱). از طرف دیگر، در بیشتر پژوهش‌های موجود، محدودیت جریان خون همراه با شدت‌های پایین فعالیت ورزشی مقاومتی یا هوازی بکار رفته است(۱۲-۸). با وجود این، برخی پژوهش‌ها نیز از شدت بالای فعالیت ورزشی در کنار محدودیت جریان خون استفاده کرده‌اند. به عنوان نمونه، نتو و همکاران اثر فعالیت مقاومتی شدید همراه با محدودیت جریان خون را بر روی خستگی عضلانی بررسی نمودند. در این مطالعه، علی‌رغم این که پس از فعالیت مقاومتی شدید و محدودیت جریان خون، افت عملکرد در حرکت اسکات مشاهده شد، اما بین شرایط با و بدون محدودیت جریان خون، تفاوت معنی‌داری گزارش نشد(۱۳).

به طور کلی بر اساس گزارش پژوهش‌های گذشته، در پاسخ به فعالیت ورزشی همراه با محدودیت جریان خون، افزایش در سطوح هورمون‌های کاتابولیکی در گردش(کورتیزول و اپی‌نفرین) گزارش شده است که استرس بالایی را به بدن وارد کرده(۱۲) و احتمالا با افزایش سرعت متابولیسم[۴] و اکسیداسیون چربی[۵] در دوره

1-Blood Flow Restriction(BFR)
2-Kaatsu
3-Proximal
4-Metabolic Rate
5-Substrate Oxidation

بازگشت به حالت اولیه پس از تمرین همراه خواهد بود. شرایطی که در ارتباط با فعالیت تناوبی شدید نیز گزارش شد(۶). با این تفاسیر، با توجه به این که تا حال حاضر، پاسخ‌های مرتبط با سرعت متابولیسم (میزان اکسیژن مصرفی، هزینه انرژی) و اکسیداسیون چربی(میزان مصرف چربی، نسبت تبادل تنفسی (RER)[1]) هنگام استفاده از محدودیت جریان خون همراه با فعالیت تناوبی شدید، مطالعه نشده است، لذا هدف از این مطالعه تعیین و تأثیر محدودیت جریان خون بر سرعت متابولیسم و اکسیداسیون چربی هنگام و پس از فعالیت تناوبی شدید در دانشجویان پسر فعال بود.

روش بررسی

نکته : پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی با طرح متقاطع بود. جامعه آماری تحقیق حاضر را کلیه دانشجویان پسر کارشناسی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند تشکیل دادند. از بین داوطلبان واجد شرایط ۱۰ دانشجوی پسر فعال، به صورت هدفمند برای شرکت در این تحقیق انتخاب شدند. معیارهای ورود به این تحقیق؛ فعال، سالم با شاخص توده بدنی نرمال (۲۴/۹ تا ۱۸/۵) و دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال بودند. انجام فعالیت بدنی منظم(پرداختن به ۵-۳ ساعت در هفته فعالیت ورزشی هوازی، مقاومتی و بی-هوازی)، عدم مصرف دخانیات، عدم ابتلا به بیماری، عدم مصرف دارو یا مکملی که بر روند تحقیق تأثیر گذار باشد، از جمله شرایطی بود که بر اساس آن افراد برای شرکت در تحقیق واجد شرایط می‌شدند. علاوه بر این آزمودنی‌ها از میان دانشجویان ساکن خوابگاه انتخاب شدند و با توجه به استفاده از غذای سلف دانشگاه، رژیم غذایی تقریباً یکسانی را دنبال می‌کردند. وضعیت سلامتی افراد از طریق پرسشنامه سابقه پزشکی(PAR-Q) و سطح فعالیت آنها از طریق پرسشنامه بورگ مورد ارزیابی قرار گرفت، هم‌چنین همه آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی مبتنی بر شرکت در طرح تحقیق را کامل نمودند. آزمودنی‌ها در دو جلسه مجزا(به فاصله یک هفته) به آزمایشگاه دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند مراجعه و به ترتیب برنامه فعالیت تناوبی شدید را با و بدون محدودیت جریان خون انجام دادند. لازم به ذکر است که این تحقیق تحت نظارت کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی بیرجند انجام شد.

برنامه HIIE در مطالعه حاضر که پس از ناشتایی ۱۲ ساعته انجام شد(۱)، مشتمل بر اجرای ۴ آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای(بار کاری ۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) بود. در هر یک از وهله‌ها، آزمودنی ابتدا با رکاب زدن بر روی چرخ کارسنج بدون بار به حداکثر سرعت(در مدت ۵ ثانیه) می‌رسید. سپس وزنه انتخابی اعمال شده و آزمودنی به مدت ۳۰ ثانیه، نهایت تلاش خود را برای جلوگیری از کاهش سرعت چرخ کارسنج انجام می‌داد. آزمودنی بین ۴ اجرای وینگیت، به مدت ۵ دقیقه به رکاب زدن

1-Respiratory Exchange Ratio (RER)

بدون بار ادامه می‌داد. قبل از انجام برنامه HIIE، آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه با شدت کم در حجم بار ثابت ۷۵ وات بر روی چرخ کارسنج(مونارک مدل ۸۳۹E، ساخت کشور سوئد) گرم کردند. پس از آخرین آزمون وینگیت، آزمودنی‌ها با شدت کم به مدت ۳ دقیقه به سرد کردن پرداختند. کل مدت زمان برنامه فعالیت تناوبی شدید(۱۴)، ۳۰ دقیقه بود(شکل ۱). قبل از شروع فعالیت(به مدت ۵ دقیقه)، هنگام فعالیت تناوبی شدید و ۳۰ دقیقه بعد از پایان فعالیت(به مدت ۵ دقیقه)، حجم اکسیژن مصرفی(VO_2) و دی‌اکسید کربن تولیدی(VCO_2) آزمودنی‌ها به شیوه نفس به نفس بر حسب لیتر در دقیقه به وسیله دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی(کورتکس مدل Metamax 3B، ساخت کشور آلمان) سنجیده شد. سرعت متابولیسم(مشتمل بر هزینه انرژی(کیلوکالری بر ساعت) و اکسیژن مصرفی(میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه) و نیز اکسیداسیون چربی(مشتمل بر میزان مصرف چربی (گرم بر ساعت) و نسبت تبادل تنفسی(RER)) از طریق نرم‌افزار مرتبط، محاسبه گردید.

برای به دست آوردن فشار مورد نیاز برای محدودیت جریان خون، ابتدا در یک جلسه مجزا به آزمایشگاه مراجعه نموده و ۵ دقیقه استراحت نمودند. سپس، فشارخون سیستولی و دیاستولی آزمودنی‌ها از طریق دستگاه فشارسنج دیجیتالی(مدل اومرون HEM-۷۷۳، ساخت کشور آلمان) از قسمت فوقانی بازوی چپ اندازه‌گیری شد. محیط دور ران آزمودنی نیز به وسیله متر نواری از طریق دو نقطه آناتومیکی از مفصل ران و مفصل زانو اندازه‌گیری شد. سپس مقادیر به دست آمده در فرمول زیر(انسداد شریانی خون پایین تنه) قرار داده شده و جهت تعیین نقطه انسداد جریان خون استفاده خواهد شد(۱۵).

انسداد شریانی خون: ۵/۸۹۳ (دور ران) + ۰/۷۳۴(فشار دیاستولی)+ ۰/۹۱۲(فشار سیستولی)- ۲۲۰/۰۴۶

با قرار دادن متغیرها در فرمول مورد نظر، نقطه انسداد جریان خون مشخص و جهت محدود کردن جریان خون دور ران هر آزمودنی استفاده می‌شد. پس از مشخص شدن فشاری که در آن جریان خون هر یک از آزمودنی‌ها محدود می‌شود، در روز اجرای برنامه HIIE، کاف دستگاه محدودیت جریان خون به دور ران‌های آزمودنی متصل شد. قبل از هر تناوب کاری(آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه)، با فشردن پمپ هوا، فشار داخل کاف‌ها تا نقطه‌ای معادل ۴۰ درصد فشار انسدادی تعیین شده از طریق فرمول، افزایش یافت. آزمودنی در این شرایط آزمون وینگیت را اجرا کرد. به محض اتمام ۳۰ ثانیه، باد داخل کیسه‌ها تخلیه و آزمودنی در تناوب استراحتی(۵ دقیقه) هیچ محدودیتی را تجربه نمی‌کرد.

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون آماری تحلیل واریانس مکرر تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

با توجه به نتایج آزمون آنالیز واریانس مکرر مشاهده می‌شود که بین شاخص‌های سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های دو گروه در ابتدای تحقیق اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری وجود ندارد (p<۰/۰۵)(جدول ۱).

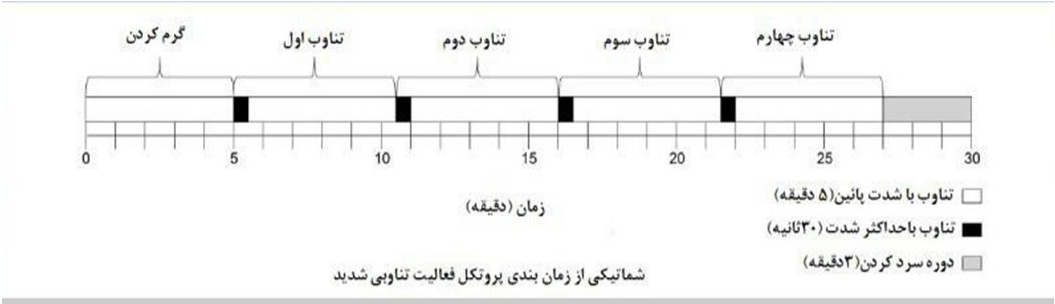
نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان داد بین میزان مصرف اکسیژن دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p=۰/۶۱). تأثیر زمان‌های مختلف اندازه‌گیری با توجه به نتایج درج شده در نمودار۱ نشان داد، اکسیژن مصرفی در هر دو گروه، هنگام فعالیت نسبت به قبل از فعالیت افزایش داشته که این افزایش اکسیژن مصرفی در گروه بدون محدودیت بیشتر و معنی‌دار بود. به طوری که این تغییرات به لحاظ آماری معنی‌دار بود. هم‌چنین، اکسیژن مصرفی دو گروه در دوره پس از فعالیت نسبت به قبل از فعالیت افزایش یافت که این افزایش، فقط در گروه فعالیت تناوبی با محدودیت جریان خون، معنی‌دار بود(p=۰/۰۴۵).

به علاوه، نتایج نشان داد که میانگین نسبت تبادل تنفسی(RER) در حین فعالیت تناوبی شدید در گروه با محدودیت جریان خون نسبت به گروه بدون محدودیت، بیشتر و از نظر آماری معنی‌دار بود(p=۰/۰۰۰۵). تأثیر زمان‌های مختلف اندازه‌گیری با توجه به نتایج درج شده در نمودار ۲ نشان داد، نسبت تبادل تنفسی(RER) در هر دو گروه، هنگام فعالیت نسبت به قبل از فعالیت افزایش داشته که در گروه با محدودیت جریان خون بیشتر بوده است، اما دو گروه تفاوتی در نسبت تبادل تنفسی در دوره پس از فعالیت نداشتند.

نتایج آزمون تحلیل واریانس مکرر در رابطه با هزینه انرژی نشان داد که بین دو گروه محدودیت جریان خون و بدون محدودیت جریان خون تفاوت معنی داری وجود نداشت(p=۰/۶۴). تأثیر زمان‌های مختلف اندازه‌گیری و با توجه به نتایج درج شده در نمودار۳ نشان داد، هزینه انرژی هم در گروه محدودیت جریان خون و هم بدون محدودیت جریان خون هنگام فعالیت نسبت به قبل از فعالیت افزایش داشته که در گروه با و بدون محدودیت بیشتر بود. هم‌چنین، نسبت تبادل تنفسی(RER) در دو گروه، در دوره پس از فعالیت نسبت به قبل از آن کاهش یافت که این کاهش در گروه بدون محدودیت بیشتر، ولی غیر معنی‌دار بود. در رابطه با هزینه انرژی نتایج نشان داد که بین دو گروه، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت(p=۰/۶۴). با این حال، میانگین هزینه انرژی در گروه با محدودیت جریان خون نسبت به گروه بدون محدودیت بیشتر بود. هزینه انرژی در هر دو گروه، هنگام فعالیت نسبت به قبل از فعالیت افزایش یافت که این افزایش در گروه فعالیت تناوبی بدون محدودیت جریان بیشتر غیرمعنی‌دار بود. این شاخص در دوره پس از فعالیت در گروه محدودیت جریان خون افزایش ولی در گروه بدون محدودیت جریان خون پس از فعالیت نسبت به قبل از فعالیت کاهش داشت، در حالی

کـه ایـن تغییـرات بـه لحـاظ آمـاری معنـی‌دار نبـوده است(جدول ۲).

در نهایـت، بـر اسـاس نتـایج آزمـون تحلیـل واریانس مکرر، بین میزان مصرف چربی در دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون، تفـاوت معنـی‌داری وجـود داشـت(p=۰/۰۵). تـأثیر زمـان‌هـای مختلـف اندازه‌گیری با توجه نتایج درج شده در نمودار ۴ نشان داد، میـزان مصـرف چربـی(FAT) دو گـروه، هنگـام فعالیت نسبت به قبل از آن کاهش یافت که ایـن کـاهش در گـروه بـا محـدودیت جریـان خـون بیشـتر، ولـی غیرمعنی‌دار بـوده اسـت. بـه عـلاوه، میـزان مصـرف چربی در گروه با محدودیت جریان خون بـین مرحلـه قبل و حـین فعالیـت کـاهش معنـی‌داری یافـت، امـا در گروه دارونما تفـاوت معنـی‌داری مشـاهده نشـد. بـین مرحله قبل و بعد از فعالیـت در هـر دو گـروه افـزایش معنی‌داری مشاهده شد، ولی این افزایش فقط در گروه با محدودیت جریان خون معنی‌دار(p=۰/۰۰۲) بود.



شکل ۱: طرح برنامه جلسه فعالیت تناوبی شدید با و بدون محدودیت جریان خون

جدول ۱: آماره‌های توصیفی ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

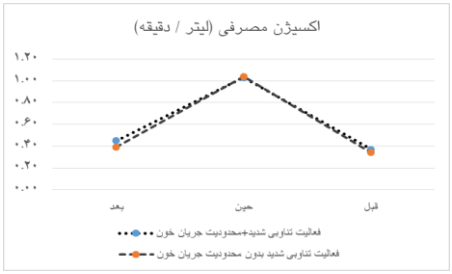
	سن(سال)	قد(سانتی‌متر)	وزن(کیلوگرم)	شاخص توده بدنی(کیلوگرم بر متر مربع)
میانگین±انحراف استاندارد	۲۲/۶۶±۱/۶۵	۱۷۳±۶/۷۸	۶۲/۷۷±۹/۰۵	۲۱±۲/۵۰

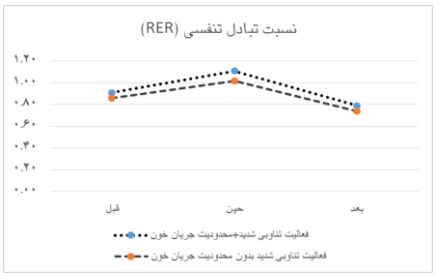
جدول ۲: آماره‌های توصیفی ویژگی‌های فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه‌ها	HIIE با محدودیت جریان	HIIE بدون محدودیت جریان
اکسیژن مصرفی (لیتر/دقیقه)	قبل	۰/۰±۳۷/۰۲	۰/۰±۳۴/۰۲
	حین	۱/۰±۰۳/۰۴*	۱/۰±۰۴/۰۵*
	بعد	ϕ۰۳/۰±۴۵/۰$	ϕ۰۲/۰±۳۹/۰
RER	قبل	۰/۰±۹۱/۰۲	۰/۰±۸۶/۰۳
	حین	۱/۰±۱۱/۰۲*	۱/۰±۰۲/۰۳*
	بعد	ϕ۰۲/۰±۷۹/۰$	ϕ۰۴/۰±۷۴/۰$
هزینه انرژی (کیلوکالری برساعت)	قبل	۱۱۶/۹۴±۱۹/۸۱	۱۱۴/۴۵±۳۱/۲۴
	حین	۳۰۸/۳۴±۴۴/۴۶*	۳۰۹/۶۳±۵۸/۹۵*
	بعد	ϕ۱۱/۰۹±۲۹/۱۳۰	Φ۵۷/۴۵±۲۴/۱۱۱
میزان مصرف چربی (گرم بر ساعت)	قبل	۳/۰±۱۷/۹	۴/۰±۷۲/۲۷
	حین	۱/۰±۱۶/۳*	۴/۰±۴۵/۳۶
	بعد	ϕ۴۴/۱±۷۸/۸$	Φ۷۸/۰±۱۸/۹$

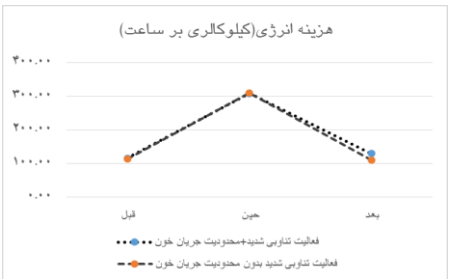
* معنی‌دار نسبت به قبل از فعالیت تناوبی شدید، معنی‌دار نسبت به حین فعالیت تناوبی شدید، $ معنی‌دار نسبت به قبل از فعالیت تناوبی شدید

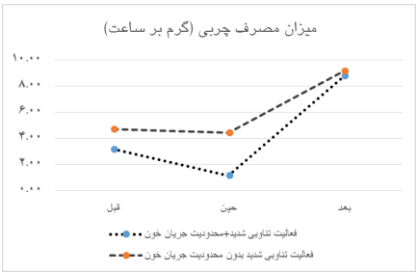
نمودار ۱ و ۲: تغییرات میزان مصرف اکسیژن و نسبت تبادل تنفسی(RER) بین دو گروه





نمودار ۳ و ۴: تغییرات هزینه انرژی و میزان مصرف چربی(FAT)





بحث

محدودیت جریان خون با ایجاد استرس همودینامیکی بیشتر و افزایش در سطوح هورمون‌های کاتابولیکی در گردش(کورتیزول و اپی‌نفرین)، احتمالاً از توانایی تغییر سرعت متابولیسم و اکسیداسیون چربی در هنگام فعالیت ورزشی بیشینه و دوره بازگشت به حالت اولیه برخوردار باشد(۶ و ۱۲). براین اساس، هدف از این مطالعه تعیین و تأثیر محدودیت جریان خون بر سرعت متابولیسم و اکسیداسیون چربی هنگام و پس از فعالیت تناوبی شدید در دانشجویان پسر فعال بود.

بر اساس نتیجه تحقیق حاضر، میانگین اکسیژن مصرفی دانشجویان پسر فعال، هنگام و پس از فعالیت تناوبی شدید در هر دو گروه فعالیت تناوبی با و بدون محدودیت جریان افزایش یافت که این افزایش در گروه با محدودیت بیشتر بود و هم‌سو با نتایج تحقیق حاضر، دنادای و همکاران در بررسی برنامه فعالیت تناوبی نسبت به برنامه فعالیت تداومی با شدت ۹۰ تا ۱۰۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، دریافتند که برنامه فعالیت تناوبی مؤثرتر از فعالیت تداومی است. این پژوهشگران معتقدند که فعالیت‌های تناوبی با بهره‌گیری از دوره‌های استراحت و کاهش درک فشار در طی فعالیت زمان سپری شده در حداکثر اکسیژن مصرفی، زمان کل فعالیت را افزایش می‌دهد(۱۶). با توجه به عدم یا کمبود پژوهش‌ها در زمینه فعالیت تناوبی شدید و محدودیت جریان خون بر اکسیژن مصرفی و این که اکثر پژوهش‌های این حوزه، تأثیر چند هفته فعالیت ورزشی را بررسی کرده‌اند، به ناچار در توجیه نتایج مطالعه حاضر به این پژوهش ارجاع خواهد شد. در این رابطه، صفری و همکاران در بررسی اثر ۴ هفته تمرین تناوبی شدید(HIIT) همراه با محدودیت جریان خون(BFR) به دنبال یک دوره تمرین بر آمادگی قلبی ـ عروقی، ترکیب بدنی و آمادگی عضلانی اسکلتی دانشجویان مرد جوان فعال دریافتند که تفاوت معنی‌داری در اکسیژن مصرفی و حداکثر اکسیژن مصرفی پس از تمرین و محدودیت جریان خون وجود ندارد که همراستا با نتیجه تحقیق حاضر می‌باشد(۱۷). در مطالعه پارک و همکاران تأثیر محدودیت جریان خون در راه رفتن روی نوار گردان بر روی اکسیژن مصرفی ورزشکاران را بررسی نمودند که در گروه محدودیت جریان خون اکسیژن مصرفی بهبود یافت و نتیجه مطالعه هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد(۱۸). امانی و همکاران نیز در بررسی اثر ۲ هفته تمرین تناوبی شدید به همراه محدودیت جریان خون بر عملکرد هوازی بازیکنان فوتبال دریافتند که تمرین با محدودیت جریان خون از کاهش اکسیژن مصرفی جلوگیری کرده و موجب بهبود آن می‌شود(۱۹). به طور کلی، وقتی محدودیت جریان خون اعمال و از تار تند انقباض استفاده می‌شود، با توجه به مصرف اکسیژن کمتر در تار تند انقباض، انتظار می‌رود که اکسیژن مصرفی در هنگام فعالیت تناوبی با محدودیت جریان خون، کاهش یابد. برنامه فعالیت تناوبی شدید مورد استفاده در مطالعه حاضر(۳۰ ثانیه کار شدید همراه با ۵ دقیقه استراحت

غیرفعال) بوده و فقط در مرحله ۳۰ ثانیه‌ای، محدودیت اعمال گردیده است. بنابراین، در دوره ۵ دقیقه‌ای استراحت غیر فعال، کسر اکسیژن ایجاد شده طی ۳۰ ثانیه احتمالاً با مصرف بیشتر اکسیژن بدن، جبران شده است و چون اندازه‌گیری گازهای تنفسی در دوره ۳۰ دقیقه‌ای فعالیت صورت گرفته است(یعنی دوره محدودیت و بدون محدودیت)، بنابراین مصرف اکسیژن مصرفی در گروه فعالیت تناوبی شدید با محدودیت جریان خون، افزایش معنی‌داری را نشان داده و عملاً در دوره بازگشت به حالت اولیه ۳۰ دقیقه‌ای پس از فعالیت تناوبی نیز تداوم یافته است.

براساس یکی دیگر از نتایج تحقیق حاضر، نسبت تبادل تنفسی دانشجویان پسر فعال هنگام فعالیت تناوبی شدید در گروه محدودیت جریان خون افزایش می‌یابد. با توجه به این که در هنگام فعالیت تناوبی شدید با محدودیت جریان خون، عضلات تند انقباض به کار گرفته شده و سوخت و ساز بی‌هوازی تشدید شده است، افزایش نسبت تبادل تنفسی هنگام اجرای فعالیت کاملاً منطقی می‌باشد که نشانگر استفاده از سوخت کربوهیدرات در این زمان می‌باشد، اما محدودیت جریان خون در دوره ۳۰ دقیقه‌ای پس از فعالیت تناوبی شدید، نسبت تبادل تنفسی دانشجویان پسر فعال را تغییر نمی‌دهد. با توجه به این که در هنگام فعالیت با محدودیت، آزمودنی‌ها کسر اکسیژن زیادی را تجربه کرده‌اند، انتظار می‌رود وام اکسیژن بالاتری در دوره پس از فعالیت تناوبی شدید داشته باشند. موضوعی که با افزایش هزینه انرژی این گروه در دوره پس از فعالیت در مقایسه با فعالیت تناوبی شدید بدون محدودیت تأیید می‌شود. پژوهش‌های اندکی در رابطه با محدودیت جریان خون و نسبت تبادل تنفسی انجام شده است که در ادامه به آنها اشاره می‌شود. تحقیق حاضر جزء محدود پژوهش‌های انجام شده در این زمینه می‌باشد. از پزوهش‌های هم‌سو با افزایش تبادل تنفسی در گروه محدودیت جریان خون می‌توان به مطالعه ریگانس و همکاران اشاره نمود که در بررسی اثر شش هفته تمرین همراه با محدودیت جریان خون بر نسبت تبادل تنفسی و عملکرد ورزشی ۱۹ قایقران نخبه نشان دادند که نسبت تبادل تنفسی بهبود و افزایش یافته است(۲۰). پارک و همکاران تأثیر محدودیت جریان خون در راه رفتن روی تردمیل بر روی اکسیژن مصرفی ورزشکاران را بررسی نمودند که در گروه محدودیت جریان خون افزایش برون ده قلبی، اکسیژن مصرفی و تهویه دقیقه‌ای در پس آزمون و هم‌چنین کاهش ضربان قلب و نسبت تبادل تنفسی(RER) هنگام آزمون را گزارش کردند(۱۸). از دلایل ناهمسویی می‌توان به شدت فعالیت اشاره کرد، زیرا تحقیق حاضر شدت بالایی داشته، اما در تحقیق پارک و همکاران شدت فعالیت کم و زیر بیشینه بوده است که این خود باعث تغییرات متفاوتی در بدن می‌شود(۱۸). از جمله پژوهش‌های هم‌سو با عدم تغییر معنی‌دار نسبت تبادل تنفسی می‌توان به اسپرلیچ و همکاران اشاره کرد که اثر شش هفته تمرین ورزشی همراه با محدودیت جریان خون بر نسبت تبادل تنفسی

سربازان آلمانی را بررسی کردند، نتایج نشان داد که نسبت تبادل تنفسی تغییر معنی‌داری نکرد(۲۱). وان‌آگل ـ لیجسین و همکاران نیز در بررسی تأثیر فعالیت با شدت پایین بر متابولیسم چربی دریافتند که میزان تبادل تنفسی تغییری نمی‌کند(۲۲).

محدودیت جریان خون هنگام و پس از فعالیت تناوبی شدید موجب عدم تغییر معنی‌دار هزینه انرژی دانشجویان فعال شده است، در گروه با محدودیت جریان خون، علی‌رغم عدم افزایش اکسیژن مصرفی هنگام فعالیت تناوبی شدید، از آنجا که سوخت و ساز بی‌هوازی منبع تولید انرژی بدن می‌باشد، مشاهده می‌شود که هزینه انرژی همسان با گروه بدون محدودیت افزایش یافته است. در دوره پس از فعالیت تناوبی شدید با محدودیت جریان خون نیز، هزینه انرژی که صرف جبران کسر اکسیژن دوره فعالیت می‌شود در مقایسه با گروه بدون محدودیت، بالاتر است و شاید اگر در دوره طولانی‌تر مورد اندازه‌گیری قرار می‌گرفت این مسأله همچنان تداوم می‌یافت. در این زمینه، مطالعه همسو یا ناهمسو وجود ندارد، اما در رابطه با تأثیر فعالیت تناوبی شدید بدون محدودیت جریان خون بر هزینه انرژی در ورزشکاران، وارن و همکاران در بررسی مدت، شدت و نوع روش فعالیت بر سوبسترا، هزینه انرژی در افراد سالم دریافتند که فعالیت تناوبی شدید موجب افزایش معنی‌دار هزینه انرژی می‌شود(۲۳).

در نهایت، میزان مصرف چربی(FAT) هنگام فعالیت تناوبی شدید در گروه با محدودیت جریان خون کاهش یافته است. موضوعی که با توجه به عدم افزایش اکسیژن مصرفی(به خاطر استفاده از تارهای تند انقباض و سوخت و ساز بی‌هوازی) و نیز افزایش نسبت تبادل تنفسی به مقادیر بالاتر از ۱ (نشان‌گر سوخت کربوهیدرات)، منطقی به نظر می‌رسد، اما پس از فعالیت تناوبی شدید میزان مصرف چربی(FAT) در دو گروه تغییر معنی‌داری را نشان نمی‌دهد، هرچند در صورت اندازه‌گیری این شاخص در دوره طولانی‌تر پس از فعالیت تناوبی شدید، احتمال مشاهده تفاوت بین دو گروه وجود داشت(۲۴). براساس پیشینه تحقیق تاکنون مطالعه‌ای به بررسی اثر فعالیت هوازی همراه با انسداد جریان خون بر اکسایش چربی انجام نگرفته است. با این حال، محمدی و همکاران در بررسی اثر ۸ هفته تمرین هوازی همراه با انسداد جریان خون بر نیمرخ لیپیدی پسران چاق دریافتند که چربی بدن در شرایط محدودیت جریان خون کاهش یافته است. هر چند اختلاف معنی‌داری بین دو گروه محدودیت جریان خون با تمرین هوازی در اکسایش چربی مشاده نشد(۲۵). با توجه به نتایج و کاهش شاخص‌های لیپیدی در گروه محدودیت جریان خون، به نظر می‌رسد که به دلیل برداشت زیاد اسیدهای چرب آزاد میزان این شاخص‌ها نیز کاهش یافته است. این موضوع نشان دهنده این است که تمرین هوازی همراه با محدودیت جریان خون موجب استفاده بیشتر از ذخایر چربی بدن می‌شود(۲۵). در رابطه با فعالیت تناوبی شدید بدون محدودیت جریان خون، وان آگل و همکاران تأثیر فعالیت ورزشی (شدت بالا و پایین) بر

استفاده از سوبسترا را بررسی نموده و دریافتند که میزان اکسایش چربی بین گروه‌ها تغییر معنی‌داری پیدا نکرده است(۲۶). هم‌چنین وارن و همکاران در بررسی مدت، شدت و نوع روش فعالیت بر سوبسترا، اکسایش چربی در افراد سالم دریافتند که تغییر فعالیت تداومی به فعالیت تناوبی شدید موجب عدم تغییر معنی‌دار اکسایش چربی می‌شود(۲۳). با این حال، آزاد سازی اسیدهای چرب غنی نشده(NEFA) از بافت چربی(۲۷) و استخراج NEFA از عضلات در فعالیت ورزشی(۲۸) ممکن است از عوامل محدود کننده برای اکسایش چربی در طول فعالیت ورزشی به ویژه در فعالیت‌های شدید(۲۹) باشد. هم‌چنین شدت فعالیت ورزشی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر میزان اکسایش چربی و کربوهیدرات در فعالیت است. اسیدهای چرب در فعالیت ورزشی با شدت پایین اهمیت زیادی دارند. در طی فعالیت ورزشی با شدت ۲۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی تقریباً همه انرژی مصرفی از چربی‌ها استفاده می‌شود، در فعالیت‌هایی با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی استفاده از چربی‌ها تقریباً ۵۰ درصد انرژی مصرفی را شامل می‌شوند. ظاهراً بهترین شدت برای تغییرات مطلوب اکسایش چربی‌ها، ۷۰-۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی می‌باشد(۲۹). بنابراین شدت فعالیت می‌تواند یکی از دلایل احتمالی عدم تغییر معنی‌دار اکسایش چربی در مطالعه حاضر باشد. مکانیسم کاهش اکسایش چربی در طول فعالیت و شدت بالا این است که بالا بودن میزان گلیکولیز و بالا بودن میزان تشکیل استیل‌کوآ از گلوکز ۶- فسفات در شدت‌های بالا از انتقال اسیدهای چرب با زنجیره دراز به میتوکندری جلوگیری می‌نماید(۳۰). هم‌چنین در طول فعالیت‌های شدید، تارهای تند انقباض بیشتر از تارهای کند انقباض استفاده می‌شوند. چون تارهای تند انقباض از ظرفیت اکسایش چربی کمتری برخوردار هستند، اکسایش چربی نیز کاهش می‌یابد و هم‌زمان اکسایش کربوهیدرات افزایش می‌یابد(۳۱). همان‌گونه که ذکر شد شدت فعالیت ورزشی می‌تواند بر اثرات فعالیت ورزشی بر اکسایش سوبسترا تأثیر بگذارد.

یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر، عدم بررسی شاخص‌های خونی نشان‌گر لیپولیز چربی هم‌چون گلیسرول بود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش دیگری، تأثیر محدودیت جریان خون بر سرعت متابولیسم و اکسیداسیون چربی هنگام و پس از فعالیت تناوبی شدید همراه با اندازه‌گیری تغییرات گلیسرول پلاسمایی مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی محدودیت جریان خون، اکسیژن مصرفی را هنگام و پس از فعالیت تناوبی شدید افزایش داد، اما هزینه انرژی فقط در دوره پس از فعالیت تناوبی افزایش یافت. نسبت تبادل تنفسی و میزان مصرف چربی نیز به ترتیب در دوره پس از فعالیت، در گروه فعالیت تناوبی بدون محدودیت با کاهش و افزایش غیرمعنی‌دار بیشتری همراه بود. بنابراین، می‌توان گفت که فعالیت تناوبی شدید به

همراه محدودیت جریان خون بر سرعت متابولیسم اثربخش بوده است. بالاتر بودن هزینه انرژی در دوره پس از فعالیت تناوبی و محدودیت جریان خون نیز نشان از آن دارد که میزان مصرف چربی نیز احتمالاً در دوره طولانی‌تر بازگشت به حالت اولیه، تحت تأثیر محدودیت جریان خون قرار گیرد. بنابراین، با توجه به بالاتر بودن اکسیژن مصرفی و هزینه انرژی در دوره پس از فعالیت در گروه فعالیت تناوبی شدید و محدودیت جریان خون، احتمالاً این روش مداخله در صورتی که در دوره طولانی‌تر استفاده شود، بتواند برای افرادی که به دنبال کاهش یا کنترل وزن هستند، راهگشا باشد هر چند تحقیق بیشتری در این زمینه لازم است.

تقدیر و تشکر

تحقیق حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزش با کد اخلاق IR.BUMS.REC.1397.127 دانشگاه بیرجند می‌باشد، که با حمایت این دانشگاه انجام شد. بدین وسیله از دانشجویان پسر و کارکنان آزمایشگاه دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1.Malatesta D, Werlen C, Bulfaro S, Cheneviere X, Borrani F. Effect of high-intensity interval exercise on lipid oxidation during postexercise recovery. Medicine and Science in Sports and Exercise 2009; 41(2): 364-74.

2.Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC ,Zanchi NE, Gualano B, Martins E, et al. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. Diabetology & Metabolic Syndrome 2010; 2(1): 31.

3.Talanian JL, Galloway SD, Heigenhauser GJ, Bonen A, Spriet LL. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. Journal of Applied Physiology 2007; 102(4): 1439-47.

4.Gibala MJ, Little JP, Van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. The Journal of Physiology 2006; 575(3): 901-11.

5.Doherty M, Smith P. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2005; 15(2): 69-78.

6.Cook MD, Myers SD, Gault ML, Edwards VC, Willems MET. Dose effects of New Zealand blackcurrant on substrate oxidation and physiological responses during prolonged cycling. European Journal of Applied Physiology 2017; 117(6): 1207-16.

7.Henderson GC, Fattor JA, Horning MA, Faghihnia N, Johnson ML, Mau TL, et al. Lipolysis and fatty acid metabolism in men and women during the postexercise recovery period. The Journal of Physiology 2007; 584(3): 963-81.

8.Abe T, Sakamaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. Journal of Geriatric Physical Therapy 2010; 33(1): 34-40.

9.Fujita T, WF B, Kurita K, Sato Y, Abe T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. International Journal of KAATSU Training Research 2008; 4(1): 1-8.

10.Takano H, Morita T, Iida H, Asada K-i, Kato M, Uno K, et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. European Journal of Applied Physiology 2005; 95(1): 65-73.

11.Staunton CA, May AK, Brandner CR, Warmington SA. Haemodynamics of aerobic and resistance blood flow restriction exercise in young and older adults. European Journal of Applied Physiology 2015; 115(11): 2293-302.

12.West DW, Kujbida GW, Moore DR, Atherton P, Burd NA, Padzik JP, et al. Resistance exercise-induced increases in putative anabolic hormones do not enhance muscle protein synthesis or intracellular signalling in young men. The Journal of Physiology 2009; 587(21): 5239-47.

13.Neto GR, Santos HH, Sousa JB, Júnior AT, Araújo JP, Aniceto RR, et al. Effects of high-intensity blood flow restriction exercise on muscle fatigue. Journal of Human Kinetics 2014; 41(1): 163-72.

14.Jo E, Lewis KL, Higuera D, Hernandez J, Osmond AD, Directo DJ, et al. Dietary caffeine and polyphenol supplementation enhances overall metabolic rate and lipid oxidation at rest and after a bout of sprint interval exercise. Journal of Strength and Conditioning Research 2016; 30(7): 1871-9.

15.Loenneke JP, Allen KM, Mouser JG, Thiebaud RS, Kim D, Abe T, 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.

16.Denadai BS, Ortiz MJ, Greco CC, de Mello MT. Interval training at 95% and 100% of the velocity at V O2 max: effects on aerobic physiological indexes and running performance. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism 2006; 31(6): 737-43.

17.Safari M, Molanouri Shamsi M, Agha-Alinejad H, Sinapour F. The effect of 4 weeks of high intensity interval training with blood flow restriction on cardiovascular fitness and serum levels of il-6 and il-17 inflammatory cytokines in active young men. Journal of Sport Biosciences 2020; 12(2): 235-47.

18.Park S, Kim JK, Choi HM, Kim HG, Beekley MD, Nho H. Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. European Journal of Applied Physiology 2010; 109(4): 591-600.

19.Amani AR, Sadeghi H, Afsharnezhad T. Interval training with blood flow restriction on aerobic performance among young soccer players at transition phase. Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine 2018; 7(2): 5.

20.Riganas C, Vrabas I, Christoulas K, Mandroukas K. Specific inspiratory muscle training does not improve performance or VO^ sub 2max^ levels in well trained rowers. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2008; 48(3): 285.

21.Sperlich B, Fricke H, De Marées M, Linville JW, Mester J. Does respiratory muscle training increase physical performance? Military Medicine 2009; 174(9): 977-82.

22.Van Aggel-Leijssen DP, Saris WH, Wagenmakers AJ, Hul GB, Van Baak MA. The Effect of Low-Intensity Exercise Training on Fat Metabolism of Obese Women. Obesity Research 2001; 9(2): 86-96.

23.Warren A, Howden EJ, Williams AD, Fell JW, Johnson NA. Postexercise fat oxidation: effect of exercise duration, intensity, and modality. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism 2009;19(6): 607-23.

24.Iwayama K, Kurihara R, Nabekura Y, Kawabuchi R, Park I, Kobayashi M, Ogata H, Kayaba M, Satoh M, Tokuyama K. Exercise increases 24-h fat oxidation only when it is performed before breakfast. EBioMedicine. 2015 Dec 1;2(12):2003-9.

25.Mohammadi SHRH, Motamedi P, Khaledi N, Abdollahi, M .Effect of eight-week aerobic training with blood flow restriction on lipid profiles and body composition in obese adolescent boys. Sport Physiology & Management Investigations 2019; 10(4): 12.

26.Van Aggel-Leijssen D, Saris W, Van Baak M. The effect of exercise training at different intensities on respiratory exchange ratio (RER) of obese men. Int J Obes Relat Metab Disord 1998; 23: S283.

27.Vukovich MD, Costill DL, Hickey MS, Trappe SW, Cole KJ, Fink WJ. Effect of fat emulsion infusion and fat feeding on muscle glycogen utilization during cycle exercise. Journal of Applied Physiology. 1993; 75(4): 1513-8.

28.AL Mulla N, Simonsen L, Bülow J. Post-exercise adipose tissue and skeletal muscle lipid metabolism in humans: the effects of exercise intensity. The Journal of Physiology 2000; 524(3): 919-28.

29.Romijn J, Coyle EF, Sidossis L, Zhang X, Wolfe R. Relationship between fatty acid delivery and fatty acid oxidation during strenuous exercise. Journal of Applied Physiology 1995; 79(6): 1939-45.

30.Sidossis LS, Gastaldelli A, Klein S, Wolfe RR. Regulation of plasma fatty acid oxidation during low-and high-intensity exercise. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism 1997; 272(6): E1065-E70.

31.Holloszy JO, Kohrt WM. Regulation of carbohydrate and fat metabolism during and after exercise. Annual Review of Nutrition 1996; 16(1): 121-38.

Armaghane-danesh, Yasuj University of Medical Sciences Journal (YUMSJ)

Original Article

The Effect of Blood Flow Restriction on Metabolic Rate and Lipid Oxidation During and After Intense Intermittent Activity in Active Male Students

Kheiri M[1], Mohammadnia Ahmadi M[2*], SaqebJoo M[3]

[1]Department of Sports Science, University of Birjand, Birjand, Iran, [2]Departments of Sports Physiology, University of Birjand, Birjand, Iran, [3]Departments of Sports Physiology, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: 23 Dec 2019 Accepted: 04 Jul 2020

Abstract

Background & aim: Considering the role of blood flow restriction in causing more hemodynamic stress and its possible effect on increasing the metabolism rate and fat oxidation in the recovery period, the aim of the present study was to investigate the effect of blood flow restriction on the metabolic rate and substrate oxidation during and after high-intensity intermittent exercise(HIIE) in male active students.

Methods: The present study was a quasi-experimental cross-sectional study. The statistical sample of the present study were 10 active male students who were voluntarily selected and randomly assigned to a cross-sectional research project in two groups of intermittent rapid activity with and without blood flow restriction. The intermittent speed exercise program consisted of four 30-second Winggit tests (with a working load of 75gr/kg body weight) performed at a 5-minute break. To restrict blood flow, their systolic and diastolic blood pressure was measured in a separate session using a digital sphygmomanometer and hip circumference using a tape measure. At that point, by placing the obtained values in the formula (femoral artery occlusion), the occlusion point of blood flow was determined. In conditions of restricted blood flow only during the tests, the blood flow around the thigh was restricted by an elastic band up to 40% of the occlusion point. 5 minutes before, during the performance and 30 minutes after the activity, the volume of oxygen consumption and carbon dioxide produced by the subjects were collected in a breath-by-breath manner per liter per minute by a respiratory gas analyzer. Repeated analysis of variance test was used for statistical analysis of data.

Results: According to the results, no significant differences were observed between the two groups of the studied variables. Although, restriction of blood flow significantly increased oxygen consumption during($p=0.0001$) and after HIIE($p=0.045$), however, fat utilization Increased only after HIIE($p=0.002$).

Conclusion: Given the higher oxygen consumption and energy expenditure in the post-workout period in the restricted blood group, this intervention may be useful for people seeking to lose or control weight if used over a longer period.

Keyword: Blood Flow Restriction(BFR), Respiratory Exchange Ratio(RER), Fat Utilization Rate, High-Intensity Intermittent Exercise(HIIE)

[*]**Corresponding Author: Mohammadnia Ahmadi M,** Departments of Sports Physiology, University of Birjand, Birjand, Iran
Email: m.m.ahmadi2005@birjand.ac.ir

Please cite this article as follows:
Kheiri M, Mohammadnia Ahmadi M, SaqebJoo M. The Effect of Blood Flow Restriction on Metabolic Rate and Lipid Oxidation During and After Intense Intermittent Activity in Active Male Students. Armaghane-danesh 2020; 25(5): 614-629.