

تأثیر تمرین کشتی با محدودیت جریان خون بر توان بی‌هوازی و هوازی و مقادیر لاکتات خون در مردان کشتی‌گیر

رامین امیرساسان^۱، سعید خانی^{۲*}، جواد وکیلی^۳، مصطفی آرمان فر^۴

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۴- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

خلاصه

مقدمه: امروزه تمرینات ورزشی با محدودیت جریان خون (BFR) مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. با توجه به مطالعات اخیر تمرینات ورزشی با محدودیت جریان خون می‌تواند تمرینی مفید و مؤثر برای بهبود فاکتورهای جسمانی باشد. علاوه بر این با توجه به اینکه کشتی ورزشی است که هر سه نوع سیستم انرژی در آن درگیر می‌باشد، لذا هدف از انجام این تحقیق تعیین تأثیر دو هفته تمرین کشتی با محدودیت جریان خون بر توان بی‌هوازی و هوازی و مقادیر لاکتات خون در مردان کشتی‌گیر می‌باشد.

روش‌شناسی: به این منظور در یک مطالعه نیمه تجربی ۱۶ کشتی‌گیر تمرین کرده باشگاهی با سن $22 \pm 1/15$ سال و وزن $69/9 \pm 7/92$ کیلوگرم انتخاب و بر اساس دو شاخص هوازی (ساوکا) و بی‌هوازی (وینگیت دستی) در دو گروه (۱: تمرین با BFR ۲) گروه کنترل بدون تمرینات BFR قرار گرفتند. پروتکل تمرینی تحقیق حاضر دو هفته و هر هفته سه جلسه تمرین کشتی شبه مسابقه‌ای (با تمام توان) به صورت دو تایم سه دقیقه‌ای با استراحت ۳۰ ثانیه‌ای بین آنها و تکرار مجدد آن پس از پنج دقیقه استراحت انجام شد. نمونه‌های خونی در دو مرحله جهت تعیین میزان غلظت لاکتات خون و آزمون‌های وینگیت دستی و ساوکا برای تعیین توان بی‌هوازی و هوازی آزمودنی‌ها گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از آزمون شاپیرو-ویلک برای نرمال بودن و برای تعیین اختلاف میانگین بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) دو طرفه و نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: به طور کلی، نتایج حاکی از آن است که در مرحله پس از آزمون دوم میزان لاکتات بین ترکیبی با گروه کنترل گروه تمرین BFR تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). همچنین، تغییرات توان بی‌هوازی اوج بین گروه BFR معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$). اما، تغییرات میانگین توان بی‌هوازی و توان هوازی در گروه BFR نسبت به همه گروه کنترل معنی‌دار نبوده است.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد استفاده از تمرینات BFR روش مناسبی برای بهبود توان هوازی، بی‌هوازی و کاهش پاسخ لاکتات در کشتی‌گیران است.

کلمات کلیدی: محدودیت جریان خون، توان بی‌هوازی، توان هوازی، لاکتات.

۱. مقدمه

کشتی یکی از ورزش های انفرادی و وابسته به وزن است که به ویژه در کشور ما جایگاه ویژه ای دارد و به عنوان ورزش اول کشور شناخته می‌شود (۱). میانگین انرژی مصرفی طی یک مسابقه کشتی حدود ۱۳ - ۱۴ کیلوکالری در دقیقه تخمین زده شده است (۲). حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}^*) به عنوان یکی از اجزا و مولفه های مهم آمادگی جسمانی بوده و نقش مهمی در دستیابی ورزشکاران به عملکرد مطلوب دارد. VO_{2max} مهمترین شاخص ارزیابی توان و ظرفیت هوازی ورزشکاران است و واژه ای است که معمولاً به وسیله متخصصان حیطه فیزیولوژی ورزشی برای ارزیابی و اندازه گیری سلامت و کارایی دستگاه قلبی - تنفسی استفاده می‌شود و هنگامی که بدن دیگر قادر به استفاده بیشتر یا توزیع مقادیر کافی اکسیژن نیست گفته می‌شود که در این لحظه ورزشکار به بیشترین حجم اکسیژن مصرفی دست یافته است. کشتی یک ورزش عمدتاً وابسته به دستگاه انرژی بی هوازی است. از اینرو، دستگاه انرژی گلیکولیتیک و اسیدلاکتیک دستگاه انرژی غالب در تامین انرژی مورد نیاز کشتی بوده و موجب افزایش اسید لاکتیک خون می‌گردد، اما با توجه داشت که مدت زمان یک مسابقه کشتی ممکن است تا شش دقیقه طول بکشد و از اینرو توان و ظرفیت هر سه دستگاه انرژی باید با طراحی برنامه های تمرینی مناسب تقویت شود (۳). از آنجا که دستگاه انرژی غالب در کشتی بی‌هوازی است که با افزایش سطح لاکتات خون طی مسابقه یا تمرین همراه است، کاهش pH درون سلولی و اختلال های عملکردی ناشی از آن یک امر رایج است (۴). اسید لاکتیک به عنوان یکی از محصولات فرعی سوخت و ساز کربوهیدرات است که باعث خستگی عضلانی شده و اثرات منفی بر عملکرد ورزشی دارد. افزایش تجمع یون هیدروژن با کاهش pH خون موجب خستگی و افت توان بی هوازی می‌شود. کاهش pH خون به وسیله مهار آنزیم فسفوفروکتوکیناز (PFK) و به دنبال آن مهار گلیکولیز باعث کاهش نیروی تولیدی عضلانی می‌شود. کاهش pH همچنین می‌تواند با کاهش رهایش و آزادسازی یون کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی و کاهش میل ترکیبی آن با تروپونین باعث اختلال عملکرد عضلانی و توان استقامتی ورزشکاران شود (۵).

انجام تمرینات ورزشی در وضعیت هایپوکسی[†] در سال های اخیر شکلی جدی به خود گرفته و موجب شده تا مطالعاتی در این خصوص انجام گیرد. نشان داده شده فعالیت در شرایط هایپوکسی موجب روی آوردن بدن به جریان گلیکولیز بی هوازی برای تولید انرژی می‌شود که با افزایش تولید لاکتات در عضله همراه است و می‌تواند باعث بهبود ظرفیت بی هوازی در ورزشکاران رشته کشتی شود که ممکن است به علت افزایش ظرفیت بافری عضلات و افزایش فعالیت آنزیم های گلیکولیتیک کشتی‌گیران باشد (۵، ۶).

یکی از روش های تمرینی نوین که موجب بهبود عملکرد دستگاه انرژی اسید لاکتیک در ورزشکاران می‌گردد انجام تمرینات ورزشی با BFR معروف به تمرینات کاتسو[‡] است. در روش تمرینی BFR، جریان خون ورودی به عضله فعال از طریق بستن کاف یا کش لاستیکی منعطف به دور قسمت پروگزیمال بازو یا ران محدود یا متوقف می‌گردد (۷). محدود کردن یا متوقف کردن جریان خون ورودی به عضله باعث تجمع خون در مویرگ ها و ایجاد حوضچه خون موقت در عضله شده و به دنبال آن تجمع مواد سوخت و سازی به ویژه اسید لاکتیک به طور موضعی در عضله افزایش می‌یابد که این افزایش غلظت متابولیت ها موجب اسیدی شدن محیط داخلی عضله می‌شود. همچنین تجمع خون در مویرگ ها باعث کاهش بازگشت خون وریدی به قلب شده در نتیجه جریان خون شریان کاهش می‌یابد. زمانی که جریان خون به عضلات کاهش یابد میزان دسترسی بافت های عضلانی به اکسیژن و مواد مغذی به ویژه گلوکز تا حد زیادی کاهش می‌یابد که چنین مسائلی می‌توانند عامل سازگاری عضلات با این شرایط شوند. سازوکار های متعددی برای سازگاری های عضلانی متعاقب این تمرینات بیان شده است که از جمله می‌توان به افزایش فراخوانی تارهای تند انقباض در شرایط هایپوکسی،

* Maximal volume of oxygen consumption

† hypoxia

‡ Kaatsu

ایجاد گونه‌های اکسیژن واکنشی از جمله نیتریک اکساید و افزایش ترشح کاتکولامین‌ها و هورمون رشد ناشی از سوخت و ساز بی‌هوازی و انباشتگی لاکتات اشاره کرد. بنابراین در تمرینات با محدودیت جریان خون تارهایی که پتانسیل بیشتری برای افزایش رشد عضلانی دارند (تارهای تند انقباض) و منبع اصلی توان و قدرت عضلانی به حساب می‌آیند، فراخوانده می‌شوند. که نتیجه آن می‌تواند در افزایش توان هوازی و بی‌هوازی نمود پیدا کند (۷).

در خصوص تأثیر تمرینات ورزشی همراه با محدودیت جریان خون (BFR) چندین تحقیق انجام گرفته است. برای مثال، قربا و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی تأثیر تمرین با محدودیت جریان خون (هشت هفته، سه جلسه در هفته، ۲۰ دقیقه فعالیت کشتی با شدت متوسط) بر عملکرد ورزشکاران نخبه رشته کشتی گزارش کردند که عملکرد جسمانی این ورزشکاران در آزمون‌های آمادگی جسمانی و مهارتی بهبود یافته است (۶). همچنین الویرا* و همکاران (۲۰۱۵) اثر چهار هفته چهار پروتکل مختلف تمرین تناوبی با و بدون BFR در افراد تمرین کرده را بر آمادگی هوازی (VO_{2max})، حداکثر برون‌ده توان (P_{max})، نقطه شروع تجمع لاکتات (OBLA) و قدرت عضلانی بررسی و مقایسه کردند. این محققان گزارش کردند که OBLA در تمام گروه‌های BFR بهبود یافته است. به علاوه، نتایج نشان داد که VO_{2max} فقط در گروه BFR + HIIT بهبود داشت (۸).

با توجه به این که احتمالاً و طبق بررسی‌های محقق تاکنون تحقیقی در زمینه اثر تمرین با BFR در حیطه ورزشی بویژه در رشته کشتی یافت نشده است و همچنین تاکنون تحقیقی اثرات ترکیبی آن‌ها را روی توان هوازی، بی‌هوازی، و مقادیر لاکتات خون کشتی‌گیران مورد بررسی قرار نداده، لذا محقق برآنست تا به تعیین تأثیر دو هفته تمرین با محدودیت جریان خون بر توان هوازی، بی‌هوازی و مقادیر لاکتات خون در مردان کشتی‌گیر بپردازد.

۲. روش شناسی

به این منظور در یک مطالعه نیمه تجربی ۱۶ کشتی‌گیر تمرین کرده باشگاهی با سن $22/12 \pm 2/15$ سال و وزن $69/9 \pm 7/92$ کیلوگرم انتخاب و بر اساس دو شاخص هوازی (ساوکا) و بی‌هوازی (وینگیت دستی) در دو گروه (۱) تمرین با محدودیت جریان خون (BFR) و (۲) بدون تمرینات BFR قرار گرفتند. پروتکل تمرینی تحقیق حاضر دو هفته و هر هفته سه جلسه تمرین کشتی شبه مسابقه‌ای (با تمام توان) به صورت دو تایم سه دقیقه‌ای با استراحت ۳۰ ثانیه‌ای بین آنها و تکرار مجدد آن پس از پنج دقیقه استراحت انجام شد. نمونه‌های خونی در دو مرحله جهت تعیین میزان غلظت لاکتات خون و آزمون‌های وینگیت دستی و ساوکا برای تعیین توان بی‌هوازی و هوازی آزمودنی‌ها گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از آزمون شاپیرو-ویلک برای نرمال بودن و برای تعیین اختلاف میانگین بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) دو طرفه و تعقیبی بونفرونی و نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح معنی‌داری استفاده شد.

۳. یافته‌ها

به طور کلی، نتایج حاکی از آن است که در مرحله پس از آزمون دوم میزان لاکتات بین ترکیبی با گروه کنترل گروه تمرین BFR تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). همچنین، تغییرات توان بی‌هوازی اوج بین گروه BFR معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$). اما، تغییرات میانگین توان بی‌هوازی و توان هوازی در گروه BFR نسبت به همه گروه کنترل معنی‌دار نبوده است.

* Oliveira

جدول ۱. میانگین متغیرهای وابسته اندازه‌گیری شده آزمودنی‌ها طی دو مرحله اندازه‌گیری

شاخص‌ها		گروه	
لاکتات (میلی مول/دسی لیتر)	پیش	قبل	BFR
	آزمون	بعد	کنترل
	پس	قبل	
	آزمون	بعد	
توان بی‌هوازی اوج (وات)	قبل	۲۲۸/۸±۱۴/۶	۲۲۶/۸±۱۱/۶
	بعد	۲۵۱/۲±۱۴/۷	۲۲۸/۷±۱۷/۷
میانگین توان بی‌هوازی (وات)	قبل	۱۵۶/۳±۱۰/۷	۱۵۷/۳±۱۳/۰۶
	بعد	۱۷۰/۰۶±۱۰/۸	۱۵۹/۶±۱۳
توان هوازی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	قبل	۴۲/۱۲±۳/۱۲	۴۲/۶±۴/۶
	بعد	۴۳/۶±۳/۲	۴۲/۷۴±۳/۱۹

۴. بحث

در این راستا، نتیجه تحقیق حاضر با نتایج برخی از مطالعات قبلی از جمله عشقیان و همکاران (۲۰۲۰)، شیمیزو و همکاران (۲۰۱۶)، پترسون و همکاران (۲۰۱۳) و لارکین و همکاران (۲۰۱۲) همسو است (۴۹، ۵۳، ۶۸-۷۰). محققان افزایش معنی‌دار غلظت لاکتات خون پس از تمرینات و فعالیت ورزشی مقاومتی با BFR را به شرایط هایپوکسی نسبت دادند (۷۱). در این راستا، نتایج تحقیق گودفری و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که افزایش غلظت نیتریک اکسید (NO) و لاکتات پس از تمرینات مقاومتی با BFR وجه تمایز این نوع تمرینات با زمانی است که تمرینات بدون محدودیت جریان خون اجرا می‌شوند (۷۲). کاهش اکسیژن‌رسانی و هایپوکسی (افزایش سوخت و ساز بی‌هوازی) طی تمرینات با BFR باعث افزایش موضعی تجمع لاکتات در سطح عضله فعال طی فعالیت ورزشی می‌شود اما پس از اجرای مدام تمرینات BFR پاسخ ناشی از ورزش آن کاهش می‌یابد (۷۳). همچنین، اسیدوز ناشی از افزایش غلظت لاکتات خون به احتمال زیاد به افزایش پاسخ هورمون‌های آنابولیک کمک می‌کند (۱۲، ۱۱). همچنین، از میزان کاهش pH ناشی از فعالیت ورزشی به عنوان عوامل اصلی مؤثر بر واکنش هورمون‌ها از جمله GH به فعالیت ورزشی نام برده شده است (۷۴).

علاوه بر این، از آنجائیکه برخی عوامل بی‌هوازی مانند ایسکمی و افزایش تجمع لاکتات باعث تحریک اعصاب محیطی آوران می‌شود، لذا می‌توان گفت که افزایش گلیکولیز بی‌هوازی در تمرین مقاومتی BFR روی می‌دهد. (۷۵).

بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که افزایش غلظت و پاسخ لاکتات به فعالیت ورزشی و تمرین مقاومتی BFR ممکن است روشی برای افزایش و بهبود سازگاری‌های تمرینی باشد.

نتایج نشان داد که تغییرات توان بی‌هوازی اوج بین گروه ترکیبی و BFR با کنترل و ترکیبی با مکمل معنی‌دار بوده است. به علاوه، نتایج مقایسه بین گروهی نشان داد که تغییران میانگین توان بی‌هوازی تنها در گروه ترکیبی نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بوده است.

همچنین، نتایج مطالعه مبنی بر بهبود عملکرد توانی در راستای نتایج مطالعات بیازون* و همکاران (۲۰۱۹) و سودو و همکاران (۲۰۱۷) قرار دارد (۸۲، ۸۳). در این راستا، فرحانی و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون بر قدرت بالاتنه و پایین تنه هجده سرباز جوان (چهار هفته، ۳ جلسه در هفته) گزارش کردند که قدرت عضلات بالاتنه (یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه) و پایین تنه (یک تکرار بیشینه حرکت اسکات) به طور معنی‌داری در گروه تمرینات با محدودیت جریان خون افزایش یافته است (۵۲). شواهد رو به رشد نشان می‌دهد که هایپرتروفی عضلانی بعد از تمرینات ورزشی کم شدت BFR اتفاق می‌افتد و دلیل اصلی افزایش بیشتر قدرت در تمرینات مقاومتی با BFR نسبت به تمرینات مقاومتی سنتی بیشتر بودن هایپرتروفی عضلانی پس از این تمرینات است (۸۴، ۸۵). با وجود این، علل اصلی افزایش اندازه عضله و هایپرتروفی عضلانی بعد از تمرینات BFR، به طور دقیق مشخص نشده است. سنتز پروتئین‌های عضلانی علت اصلی ایجاد هایپرتروفی عضلانی می‌باشد. تمرینات BFR موجب افزایش سنتز پروتئین‌های عضلانی طی ساعات ابتدایی بعد از جلسه تمرین می‌گردد تا ۲۱ ساعت پس از آن در همان سطح باقی می‌ماند. کمپلکس هدف پستانداری راپامایسین (mTORC1) نقش مهمی در تحریک سنتز پروتئین‌های عضله پس از تمرینات BFR برعهده دارد و فعال شدن آبشاری کیناز ۳ ریبوزومی مسئول مرحله اولیه ترجمه بیان ژن و افزایش سنتز پروتئین‌های عضله و هایپرتروفی عضلانی می‌باشد (۸۶).

همچنین، در نهایت باید خاطر نشان شود که از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم اندازه‌گیری غلظت هورمون‌های آنابولیک اشاره کرد تا مشخص شود که آیا این نوع تمرینات به پیامد سلامتی یا عملکردی کاربردی (مانند بهبود طولانی مدت قدرت، سطح سلامتی همه جانبه، سایر جنبه‌های سلامتی نظیر نیمرخ لیپیدی یا خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی) در زندگی شخص تمرین کرده منجر می‌شود یا خیر. همچنین، اندازه‌گیری شاخص‌های مرتبط به مسیرهای پیام‌رسانی سنتز پروتئین‌ها می‌تواند به درک بهتر نحوه اثرگذاری این نوع تمرینات کمک کند.

از جمله نقاط قوت مطالعه حاضر می‌توان به مقایسه یک روش تمرینی نوین با تمرین BFR اشاره کرد که در این روش با استفاده از شدت تمرینی پایین‌تر و در نتیجه قابلیت اجرای بالاتر و احتمال آسیب‌دیدگی کمتر می‌توان به نتایج مشابه یا حتی بیشتری دست یافت.

۵. نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد استفاده از تمرینات BFR روش مناسبی برای بهبود توان هوازی، بی‌هوازی و کاهش پاسخ لاکتات در کشتی‌گیران است.

۱۲. مراجع

- Goudarzi M, Honari H. Designing and Developing the Strategic System of Wrestling in IR Iran Improving Wrestling in Islamic Republic of Iran. World Journal of Sport Sciences. ۲۰۰۹;۲(۱):۶۵-۷۴.

* Biazon

۲. Zaikov N, Petrov L, Rankov K, Nikolova M, Makaveev R, Nikolov N. Determining Energy Expenditure from Heart Rate Monitoring during Training Sessions at Bulgarian Wrestlers. *International Journal Bioautomation*. ۲۰۱۹;۲۳(۳):۲۵۱.
۳. Strasser B, Burtscher M. Survival of the fittest: VO₂max, a key predictor of longevity. *Front Biosci (Landmark Ed)*. ۲۰۱۸;۲۳(۲۳):۱۵۰۵-۱۶.
۴. Campbell B, LaBounty P, Oetken A, Greenwood M, Kreider R, Campbell DWB, et al. The anabolic hormone response to a lower-body resistance exercise bout in conjunction with oral BCAA supplementation. *METHODS*. ۲۰۰۹;۲(۳):۴.
۵. Westerblad H, Allen DG, Lännergren J. Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? *Physiology*. ۲۰۰۲;۱۷(۱):۱۷-۲۱.
۶. Ghoraba M, Ghazy M, El Tomey M. Effect of exercise program with blood flow restriction on upper limb vasculature and performance in wrestlers. *IJSSA*. ۲۰۱۷;۲:۲۹۸-۳۲۷.
۷. Pignanelli C, Christiansen D, Burr JF. Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. *Journal of Applied Physiology*. ۲۰۲۱;۱۳۰(۴):۱۱۶۳-۷۰.
۸. de Oliveira MFMD, Caputo F, Corvino RB, Denadai BS. Short-term low-intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. ۲۰۱۶;۲۶(۹):۱۰۱۷-۲۵.