زیست‌شناسی جانوری، سال چهاردهم، شماره سوم، بهار ۱۴۰۱، صفحات ۴۸- ۳۹

مقاله پژوهشی

تاثیر هشت هفته تمرینات HIIT کم‌حجم و پرحجم بر پاسخ لاکتات و برخی شاخص‌های عملکردی قایقرانان کانو کانادایی

فرحناز امیرشقاقی، فاطمه کرمجانی*

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* مسئول مکاتبات: Marjankaramjani1374@gmail.com

DOI: 10.22034/ascij.2022.1941988.1319

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۳

چکیده

تعداد جلسات تمرین عامل مهمی در انجام تمرینات ورزشی است. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات HIIT کم‌حجم و پرحجم بر پاسخ لاکتات و برخی شاخص‌های عملکردی قایقرانان کانو کانادایی بود. تعداد ۱۶ قایقران زن دعوت شده به اردوی تیم ملی کانو کانادایی، به صورت تصادفی به دو گروه تمرینی تناوبی کم‌تواتر و تمرین تناوبی پرتواتر تقسیم شدند. از ارگومتر قایقرانی و دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی استفاده شد و همزمان، متغیرهای فیزیولوژیک عملکرد هوازی شامل حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max)، حداقل سرعت رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی (vVo2max) و زمان رسیدن به واماندگی (Tmax) اندازه گیری شدند. تمرین تناوبی شدید در هر دو گروه مشابه و به شکل ٦ دور پارو زدن یک دقیقه ای با ۱۰۰ درصد vVo2max و با افزایش دو دور در هر هفته اجرا شد. با این تفاوت که گروه کم تواتر ۳ جلسه در هفته و گروه پرتواتر ٦ جلسه در هفته تمرین می‌کردند. تمرینات به مدت هشت هفته انجام شد. داده‌ها با آزمون تی همبسته و تی مستقل تحلیل شدند. معنی‌داری بین متغیرها در سطح $p \leq ۰/۰۵$ مورد توجه قرار گرفت. نتایج نشان داد در مقادیر لاکتات، VO2max، vVo2max و Tmax بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو گروه تمرین تناوبی با حجم بالا و تمرین تناوبی با حجم کم تفاوت معناداری وجود دارد. با این حال در مقادیر پس آزمون بین دو گروه تفاوت معناداری در هیچ کدام از متغیرها مشاهده نشد ($p \leq ۰/۰۵$). با توجه به عدم تفاوت معنادار بین دو گروه بنظر می‌رسد تلفیق این دو روش در زمان‌های مختلف از یک فصل مسابقات قایقرانی کانو کانادایی بتواند در امادگی ورزشکاران کمک کننده باشد.

کلمات کلیدی: تمرینات تناوبی شدید، توان هوازی، لاکتات، کانو کانادایی.

مقدمه

همانطور که شاهد هستیم دنیای امروز، دنیای پیشرفت-های چشمگیر و روزافزون علمی در همه زمینه‌ها می-باشد. بدون شک تربیت بدنی نیز پدیده‌ای با ارزش و جزء لاینفک این ساختار علمی است که از این تحول و تغییرات مثبت بی‌بهره نیست و درپی بازسازی و دگرگونی شالوده خویش و قوام و غنا بخشیدن به داشته هایش می‌باشد. موفقیت در هر زمینه‌ای نیازمند بکارگیری اصول و قواعد علمی است که در مورد فعالیت بدنی نیز اجتناب ناپذیر است (۲). موفقیت در عملکرد ورزشی با عوامل متعددی در ارتباط است که تمرین یک بخش اصلی آن محسوب می‌شود (۱۳). از آنجایی که هر چند وقت یکبار رکوردهای تازه‌ای در

رشته‌های مختلف ورزشی در مسابقات جهانی و بازی‌های المپیک به جا گذاشته می‌شود، متخصصین فیزیولوژی ورزش برنامه‌های متعددی را برای تعیین حداقل و حداکثر محرک‌های موثر در پیشرفت اجرای ورزشکاران مورد آزمایش قرار می‌دهند، چرا که علاوه بر عوامل وراثتی، برنامه و روش‌های تمرینی نیز سهم تعیین کننده‌ای در اجرای ورزشی دارند. مربیان و متخصصان علم ورزش در تلاش برای یافتن راه‌هایی برای افزایش کارایی برنامه‌های تمرینی در یک بازه زمانی محدود بر اجرای ورزشکاران هستند (۱۸).

مهمترین شاخصه توان هوازی بیشینه، VO2max فرد طی فعالیت است. بر همین اساس فراری و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که پس از ۸ هفته تمرین تناوبی هوازی شدید، VO2max افزایش معناداری داشته است. تحقیقات نشان داده‌اند که شکلی از تمرینات که با عنوان تمرینات تناوبی شدید شناخته می‌شوند، باعث بهبود سریع و همزمان این متغیرها در مقایسه با تمرینات تداومی با شدت متوسط می‌شوند (۱۰). اورتیز و همکاران (۲۰۰۳)، نشان دادند که ۱ تا جلسه تمرین هوازی شدید در هفته به مدت ٤ هفته با شدت ۱۰۰-۱۱۰ درصد VO2max می‌تواند VO2max ورزشکار را افزایش دهد (۷). میلانوویس و همکاران (۲۰۱۵)، نشان دادند که اثرات تمرینات اینتروال شدید فزاینده باعث افزایش معنادار VO2max می‌شود. در سال‌های اخیر استفاده از تمرینات اینتروال شدید (HIT) که شامل فعالیت‌های کوتاه مدت (۱۰ تا ۳۰ ثانیه) با شدت کاری بیشینه و فوق بیشینه با دوره‌های بازیافتی بین‌شان می‌باشد، بجای تمرینات مداوم هوازی در ورزشکاران و بیماران قلبی و عروقی رایج شده است. تاثیر تمرینات اینتروال شدید بر توان هوازی و فاکتورهای فیزیولوژیکی شناخته شده است (١٤). در تمرین تناوبی دوره های کار انجام شده بطور متناوب با دوره‌های کوتاه و متوسط استراحت یا کاهش فعالیت همراه است. این مفهوم مبنای فیزیولوژیکی پابرجایی دارد. پژوهشگران ثابت کرده‌اند که ورزشکاران می‌توانند بطور قابل توجهی کار بیشتری در خلال تمرین انجام دهند، با این شرط که میزان کار را به وهله‌های کوتاه و فشرده تقسیم کنند تا امکان دوره‌های استراحت یا کاهش فعالیت بین وهله-های متوالی میسر شود.

اگر چه تعداد جلسات تمرین عامل مهمی در انجام تمرینات ورزشی است، ولی اهمیت کمتری نسبت به مدت یا شدت تمرین دارد. تحقیقاتی که در این زمینه انجام گرفته است، نشان می‌دهد که ۳ تا ۵ جلسه تمرین در هفته می‌تواند مناسب باشد (۱۰). تمرینات تناوبی یکی از متداول‌ترین روش‌های تمرینی برای بهبود عملکرد استقامتی در فصل قبل از مسابقه می-باشد. این تمرینات به عنوان یک رویکرد موثر در بهبود سلامتی عضلات قلبی-عروقی، آمادگی جسمانی در مدت زمان کوتاه به کار گرفته می‌شوند (١٤). یک برنامه تمرینات تناوبی شدید با دوره‌های استراحت کوتاه می‌تواند موجب افزایش اجرای هوازی و بی-هوازی در مدت زمان کوتاه شود. یک دوره تمرین اینتروال شدید با توجه به حجم کم آن موجب بهبود اجرای هوازی، افزایش بیوژنز میتوکندریایی عضلات اسکلتی و بهبود عملکرد میتوکندری می‌شود (٦). برخی پژوهش‌ها گزارش کردند که تمرین HIT کم حجم می‌تواند سودمندهای مشابهی با تمرین تداومی سنتی در بهبود ظرفیت اکسیداسیون عضله اسکلتی، عملکرد عروق محیطی و افزایش اکسیژن مصرفی بیشینه را در پی داشته باشد (۱). از طرفی تولید انرژی از طریق گلیکولیز، در تمرینات شدید مانند تمرینات قایقران به تولید لاکتات می‌انجامد و اگر سطح تولید لاکتات به حدی باشد که از توانایی اکسایش میتوکندری‌ها فراتر رود، غلظت لاکتات افزایش می-یابد. به هرحال چون در این تمرینات ظرفیت

گلیکولیزی اکسایش میتوکندری محدود می‌باشد محصول نهایی تبدیل به لاکتات می‌شود، بنابراین هر چه میزان لاکتات در فعالیت شدید بالاتر باشد است مقدار خستگی هم بیشتر می‌باشد.

بطور کلی، تمرین‌های تناوبی یکی از روش‌های معمول برای پیشرفت ورزشکاران دو و میدانی، شنا و برخی دیگر از ورزش‌ها مانند قایقرانی است و استفاده از این روش در ورزشکاران استقامتی موجب توسعه آمادگی قلبی- تنفسی و افزایش کارایی دستگاه‌های مختلف انرژی در بدن آن‌ها می‌شود. هرچند روش تمرین تناوبی بیشتر در برنامه تمرین ورزشکاران سرعتی در دو و میدانی و شنا دیده می‌شود ولی باید اذعان کرد که حتی برای افزایش استقامت پایه همه ورزشکاران نیز می‌توان از آن استفاده کرد. امروزه ورزشکاران تمرینات اینتروال شدید را بعنوان بخشی از برنامه جامع ورزشی خود تعیین کنند. بنابراین، پژوهشگر بدنبال آن است تا تاثیر هشت هفته تمرینات HIIT کم حجم و پر حجم بر پاسخ لاکتات و برخی شاخص‌های عملکردی قایقرانان زن دعوت شده به اردوی تیم ملی کانو کانادایی را مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۶ قایقران زن دعوت شده به اردوی تیم ملی کانو کانادایی، به صورت تصادفی به دو گروه تمرینی تناوبی کم تواتر و تمرین تناوبی پرتواتر تقسیم شدند. هیچ یک از آزمودنی‌ها از مکمل ورزشی و یا داروی خاصی تا یک ماه قبل از شروع دوره تحقیق نباید استفاده کرده باشند. همچنین از آن‌ها خواسته شد هیچ گونه مکمل غذایی یا دارویی حین دوره پژوهش مصرف نکنند. یک هفته قبل از پیش آزمون، شرکت کنندگان با محیط آزمایشگاه، دستگاه گاز آنالایزر و نحوه اجرای آزمون بر روی دستگاه ارگومتر آشنا شدند. شرکت کنندگان بین ساعت ۹ تا ۱۳ صبح در مرکز سنجش و توسعه قابلیت‌های جسمانی حضور پیدا کردند و در پیش آزمون جهت سنجش میزان Tmax، VO2max، vVo2max و لاکتات شرکت کردند. سپس پروتکل تمرینی خاص اجرا شد. جلسات پس آزمون ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، انجام شد.

پروتکل تمرین: پروتکل تمرینی به مدت هشت هفته انجام شد. تمرینات تناوبی شدید اختصاص دادند. تمرینات تناوبی شدید در هفته اول ۶ دور پارو زدن بر روی ارگومتر به مدت یک دقیقه با ۱۰۰ درصد vVo2max همراه با ۳ دقیقه ریکاوری بین هر دوره بود. در هر هفته دو دور به صورت فزاینده به تمرینات اضافه شد. لازم به ذکر است گروه کم تواتر ۳ جلسه در هفته و گروه پرتواتر ۶ جلسه در هفته تمرین می‌کردند.

روش‌های اندازه‌گیری متغیرهای فیزیولوژیک: vVo2max و Vo2max با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر اندازه‌گیری شد. ابتدا شرکت کنندگان به مدت ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی را انجام دادند. سپس قایقرانان روی دستگاه ارگومتر مستقر شده و بعد از پوشیدن ماسک گاز آنالایزر، ۲ دقیقه روی دستگاه نشستند تا دستگاه به صورت خودکار تنظیم (کالیبره) شود. مرحله گرم کردن اختصاصی شامل پارو زدن بر روی ارگومتر به مدت ۷ دقیقه با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت بود؛ سپس آزمون پارو زدن بر روی ارگومتر تا جایی که فرد به Vo2max خود برسد، به اجر درآمد. معیارهایی که برای تعیین Vo2max در نظر گرفته شد عبارت بودند از: عدم افزایش اکسیژن مصرفی با وجود افزایش سرعت پارو زدن، رسیدن به فلات در اکسیژن مصرفی یا افت در اکسیژن مصرفی، افزایش نسبت تبادل تنفسی به بالاتر از ۱/۲، افزایش ضربان قلب ۱۰ ±ضربه با توجه به ضربان قلب بیشینه برآوردی و یا

خستگی و واماندگی قابل توجه در آزمودنی تا حدی که دیگر قادر به ادامه فعالیت نباشد. همچنین مقادیر vVO2max به منظور تعیین حداقل سرعتی که فرد در آن حد به Vo2max خود می‌رسد، توسط دستگاه گاز آنالایزر محاسبه شد. علاوه بر این، شاخص Tmax قایقرانان با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر بر روی دستگاه ارگومتر، ۴۸ ساعت پس از آزمون مربوط به تعیین vVo2max و Vo2max اندازه‌گیری شد. پس از گرم کردن مطابق با روش ذکر شده، از ورزشکار خواسته شد که پارو زدن را با vVo2max تعیین شده، در بیشترین زمان ممکن ادامه دهد. مدت زمانی که شرکت کنندگان توانستند با vVo2max تعیین شده، پارو بزنند، با کرنومتر ثبت گردید و به عنوان Tmax درنظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری تغییرات لاکتات قبل و بعد از دوره تمرینی ۸ هفته‌ای و پس از تست Vo2max از آزمودنی‌ها با استفاده از کیت لاکتات و لاکتومتر تغییرات لاکتات اندازه‌گیری شد.

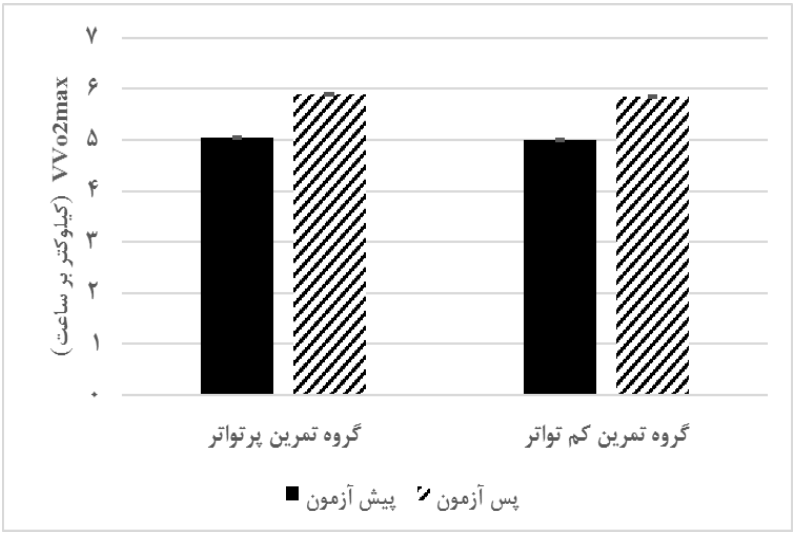
تجزیه و تحلیل داده‌ها: در این پژوهش از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنف استفاده شد. برای مطالعه اثر هشت هفته تمرین در دو گروه از آزمون تی همبسته و تی مستقل برای تشخیص اختلاف هر یک از میانگین‌ها استفاده شد. سطح معنی‌داری $p \leq$ ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ۲۱ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Exell 2010 استفاده می‌شود.

جدول۱- مشخصات عمومی آزمودنی ها. اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد

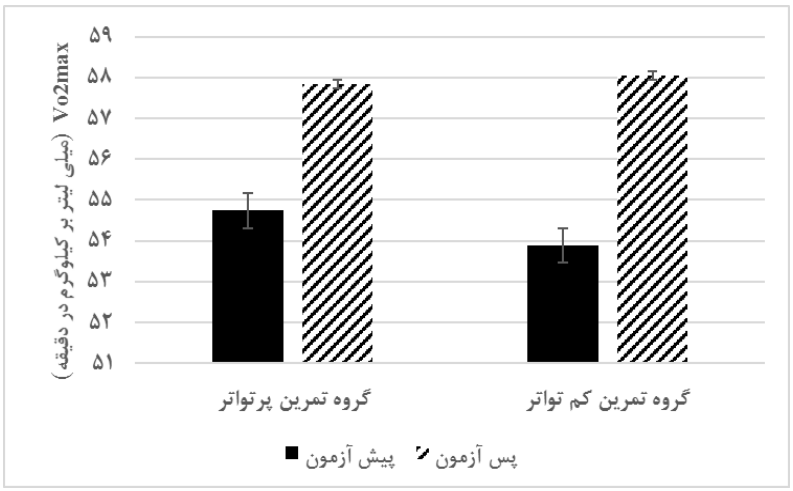
گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون
گروه کم تواتر	۶۳/۱±۸/۶۱	۶۴/۳±۸/۱۶
گروه پرتواتر	۶۵/۵±۳۰/۶۱	۶۶/۶±۹/۴۵
گروه کم تواتر	۲۳/۱±۶۴/۱۷	۲۳/۱±۶۸/۰۵
گروه پرتواتر	۲۳/۱±۲۷/۷۴	۲۳/۱±۵۳/۷۱
گروه کم تواتر	۱۶۴/۳±۵/۴۳	۲۴/۱±۶۸/۰۵
گروه پرتواتر	۱۶۵/۳±۱/۴	۲۳/۱±۵۳/۷۱

نتایج

مطابق با نتایج بین مقادیر پیش آزمون و پس آزمون Tmax، vVo2max، VO2max و لاکتات گروه تمرین تناوبی با حجم بالا و تمرین تناوبی با حجم کم تفاوت معناداری وجود دارد ($p \leq$ ۰/۰۵). همچنین، به علت عدم وجود اختلاف معنادار در مقادیر Tmax، vVo2max، VO2max و لاکتات در پیش آزمون دو گروه، جهت مقایسه مقادیر Tmax، vVo2max، VO2max و لاکتات در پس آزمون از آزمون T مستقل استفاده گردید. مطابق با نتایج فرض صفر مبنی بر برابری میانگین‌های دو گروه پذیرفته می‌شود ($p \leq$ ۰/۰۵). بنابراین بین دو گروه در مقادیر پس آزمون Tmax، vVo2max، VO2max و لاکتات تفاوت معناداری وجود ندارد.

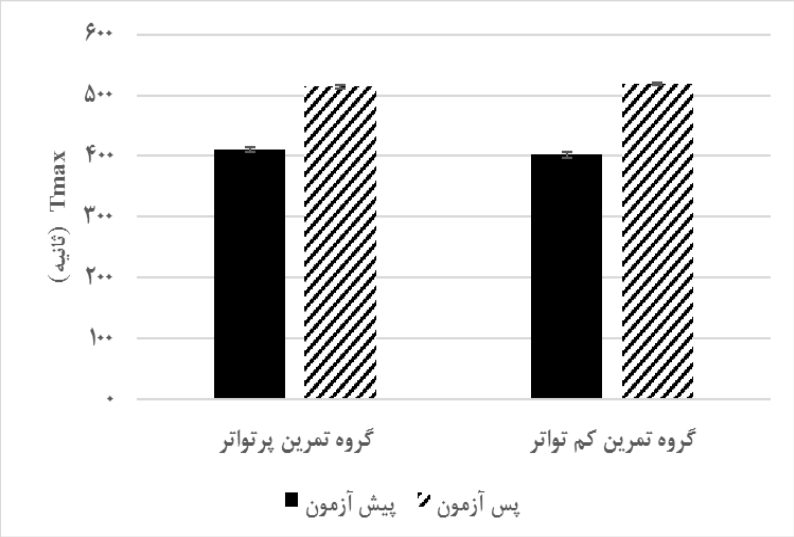


شکل ۱- مقادیر پیش آزمون و پس آزمون Tmax گروه تمرین تناوبی با حجم بالا و تمرین تناوبی با حجم کم



شکل ۲- مقادیر پیش آزمون و پس آزمون VO2max گروه تمرین تناوبی با حجم بالا و تمرین تناوبی با حجم کم

شکل ۳- مقادیر پیش آزمون و پس آزمون لاکتات گروه تمرین تناوبی با حجم بالا و تمرین تناوبی با حجم کم



شکل ٤- مقادیر پیش آزمون و پس آزمون Tmax گروه تمرین تناوبی با حجم بالا و تمرین تناوبی با حجم کم

بحث

در مطالعه حاضر نشان داده شد بعد از هشت هفته تمرین تناوبی با شدت بالا تحمل لاکتات در هر دو گروه تمرین با حجم بالا و کم افزایش یافته است. بطوریکه افراد در هر دو گروه قادر بودند بارهای تمرینی بالاتر را در مقادیر بالاتر لاکتات اجرا کنند. باینحال بین دو گروه در مقادیر پس آزمون لاکتات تفاوت معناداری مشاهده نشد. لاکتات از عوامل مهم آمادگی جسمانی و فیزیولوژیکی به ویژه قایقرانی به شمار می‌آید و در عملکرد قایقرانان به هنگام مسابقه نقش تعیین کننده‌ای دارد. بنابراین مربیان همواره در پی یافتن روش‌های تمرینی مناسبی هستند تا ورزشکاران بتوانند به هنگام مسابقه لاکتات بهینه خود را به دست آورند و عملکرد مناسبی داشته باشند (۵). تجمع بیش از حد یون هیدروژن در طول فعالیت ممکن است بر سازگاری‌های سیستم تنظیم کننده PH در درون عضله اسکلتی تاثیر منفی بگذارد. یافته‌های جدید نشان دادند تمرینات متناوب با دوره‌های استراحت کوتاه و PH پایان فعالیت ٦/٨١ منجر به کاهش غلظت ظرفیت بافری درون سلولی می‌شود و این در حالی است که تمرینات متناوب با دوره‌های استراحت طولانی و PH پایان فعالیت ٦/٩ منجر به افزایش غلظت ظرفیت بافری درون سلولی می‌شود. همراستا با مطالعه حاضر پنج هفته تمرین شدید بر روی دوچرخه موجب کاهش لاکتات عضلانی و در ادامه کاهش تجمع یون هیدروژن شد و این نتایج به طور برجسته‌ای به کاهش تولید لاکتات و یا افزایش حرف لاکتات نسبت داده شده است. به علاوه بعد از تمرینات استقامتی کاهش گلیکوژنولیز گزارش شده است که این کاهش گلیکوژنولیز بی هوازی منجر به کاهش لاکتات خواهد شد (٤). علاوه براین، با این نتایج، پژوهش قره داغی و همکاران (۱۳۹۲)، نشان داد لاکتات پس از فعالیت وامانده ساز ۲۰ درصد در زمان پایان تمرینات هوازی، متعاقب ٤ هفته تمرین تناوبی کاهش داشت. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد پس از یک دوره تمرینات متناوب هوازی، لاکتات عضلانی در طول اولین ٦٠ ثانیه پس از فعالیت شدید تغییر معنی داری پیدا نکرد (۹). در پژوهشی دیگر نشان داده شده است پس از سه ماه تمرین هوازی

تجمع لاکتات در خون پس از آزمون پیشرونده به صورت معنی داری کاهش یافت، که مکانیسم احتمالی آن این است که در شرایط حداکثری توان هوازی مقدار تجمع لاکتات در فیبرهای عضلانی نوع یک کمتر از نو دو است. بنظر می‌رسد تمرین، مصرف گلیکوژن را در طول فعالیت‌هایی که در شدت حداکثر اکسیژن مصرفی همچون تمرینات تناوبی انجام می شوند افزایش می‌دهد و عامل مرکزی این سازگاری ممکن است آنزیم پیروات دهیدروژناز باشد که متابولیسم کربوهیدرات را به وسیله تنظیم کردن ورود استیل مشتق شده از پیروات به چرخه اسید کربوکسیلیک تعدیل می‌کند (۱۷). که این یعنی همان افزایش استیل کوآنزیم A ورودی به چرخه کربس و کاهش لاکتات تولیدی. البته اثبات این موضوع نیازمند انجام پژوهش‌های دیگری در آینده است.

همچنین، تجزیه و تحلیل یافته‌های حاصل از این پژوهش تغییر معنی‌داری در Tmax، vVo2max ،VO2max قایقرانان زن کانو کانادایی در هر دو گروه تمرین تناوبی با حجم بالا و تمرین تناوبی با حجم کم پس از هشت هفته نشان داد. نتایج برخی از مطالعات قبلی نیز بیانگر افزایش سطح عملکرد هوازی پس از فعالیت ورزشی می‌باشد. در همین راستا، نیک سرشت (۱۳۹۵)، به بررسی تأثیر تمرین پلایومتریک، تناوبی شدید هوازی و موازی بر عملکرد استقامت هوازی ویژه در بازیکنان فوتبال آماتور مرد پرداخت. نتایج نشان داد، استقامت هوازی ویژه در گروه‌های تمرین به‌طور معناداری افزایش یافت. اما، این افزایش در گروه موازی بالاتر از گروه‌های دیگر بود، هرچند تفاوت معناداری بین گروه‌های تناوبی شدید هوازی و پلایومتریک مشاهده نشد. تمرین موازی نسبت به تمرین تناوبی شدید هوازی و پلایومتریک صرف در افزایش استقامت هوازی ویژه قایقرانان آماتور مرد مؤثرتر است. قره‌داغی و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهشی تاثیر چهار هفته تمرین متناوب هوازی شدید ویژه فوتبال بر شاخص‌های عملکردی هوازی بازیکنان فوتبال انجام دادند. نتایج نشان داد که پس از چهار هفته تمرین VO2max, Tmax, و vVO2max در بین گروه تمرینی و کنترل تغییر معناداری پیدا نکرد (۹). بطور کلی می‌توان گفت چهار هفته تمرین به صورت هفته‌ای سه جلسه بر شاخص‌های هوازی بازیکنان تاثیر معناداری ندارد. فرانسون و همکاران (۲۰۱۸)، به بررسی سازگاری‌های تمرینات تناوبی با شدت بالا بر عملکرد و عضلات اسکلتی در بازیکنان فوتبال پرداختند. نتایج نشان داد، آنزیم سیترات سینتتاز حدود ۱۸ درصد در گروه تمرینات سرعتی-استقامتی در مقایسه با گروه بازی های کوچک افزایش داشت. علاوه براین، بتاهیدروکسی کوآ دهیدروژناز در هر دو گروه حدود ۲٤ درصد افزایش داشت. بیان پروتئین GLUT-4 تنها در گروه بازی‌های کوچک حدود ٤۰ درصد افزایش داشت. در پایان، گروه بازی‌های کوچک بهبود ۳۹ درصدی در تست یویو را نسبت به گروه بازی‌های کوچک نشان دادند (۸). علاوه براین، زیمان و همکاران (۲۰۱۱)، در پژوهشی تغییرات هوازی و بی‌هوازی را با تمرینات اینتروال شدید در دانشجویان پسر فعال بررسی کردند. بطور کلی نتایج نشان داد تمرینات HIT گروه تمرینی باعث بهبود معناداری در هر دو بخش هوازی و بی هوازی شده است (۱۹). از طرفی با توجه به عدم تغییرات معنادار بین دو گروه در مقادیر توان هوازی بنظر می‌رسد کوتاه بودن دوره تمرین، بالا بودن توان هوازی اولیه شرکت‌کنندگان و عدم کنترل دقیق میزان فعالیت و انگیزه افراد در این نتایج تاثیرگذار بوده باشد.

از سوی دیگر، موفقیت قایقرانان به حفظ سرعت بالای پاروزنی آن‌ها در تمام مسافت ۲۰۰۰ متر مسابقه بستگی دارد؛ بنابراین علاوه بر متابولیسم هوازی، بهبود منابع انرژی بی‌هوازی شامل کراتین فسفات، ATP، اکسیژن

ذخیره در میوگلوبین و گلیکولیز بی‌هوازی، ضروری به نظر می‌رسد (۱۱). از آنجا که زمان رسیدن به واماندگی در قایقرانان افزایش داشت و با توجه به ارتباط بالای این شاخص با ظرفیت بی‌هوازی، ممکن است این عامل بر vVo2max گروه تناوبی شدید اثرگذاشته باشد (۱۵).

در این زمینه اظهار شده است که ۱ تا ۲ جلسه در هفته تمرینات تناوبی شدید با ۱۰۰ درصد VO2max می تواند vVo2max را تغییر دهد (۱۲). همچنین در مقایسه اثر تمرین تناوبی شدید با تواتر بالا و پایین بر vVo2max تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد؛ به نظر می‌رسد اگر فعالیت زیر بیشینه بتواند از طریق بهبود هماهنگی و کارآیی حرکت، منجر به افزایش vVo2max در هر دو گروه شده باشد. از طرف دیگر Tmax نیز در هر دو گروه تناوبی شدید، افزایش معنی-داری داشت؛ در حالی که بین دو گروه، تفاوت معنی-داری مشاهده نشد. این نتیجه با یافته‌های محمدزاده سلامت و رجبی (۲۰۱۱) و قره‌داغی و دیگران (۲۰۱۲) که افزایش معنی‌دار شاخص زمان رسیدن به واماندگی را طی پروتکل چهار هفته‌ای درگروه تناوبی شدید گزارش کرده‌اند، همخوانی دارد (۹، ۱۶). تمرینات تناوبی شدید با به کارگیری دستگاه گلیکولیتیک بی هوازی، می‌تواند منجر به بهبود ظرفیت بی هوازی شده و در نهایت، شاخص زمان واماندگی را افزایش دهد (۳). همچنین لارسن و دیگران افزایش Tmax را به سازگاری‌های عصبی - عضلانی، افزایش آستانه لاکتات و آستانه تهویه‌ای به وجود آمده طی ٤ هفته تمرینات تناوبی شدید، مرتبط می‌دانند (۱۵). بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر و پژوهش‌های قبلی، انجام تمرینات تناوبی با حجم بالا و کم می‌تواند به بهبود توان هوازی و تحمل لاکتات در قایقرانان کمک کند. افزایش توان هوازی و بی‌هوازی در اثر تمرینات تناوبی با حجم بالا و کم را می‌توان به افزایش تغییرات ساختاری در عضلات و تغییرات عصبی مانند افزایش هدایت عصبی، افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، افزایش همزمانی واحدهای حرکتی، کاهش مهار عصبی نسبت داد. این وجود، در ارتباط با اثر تمرینات تناوبی به روش حجم بالا و کم بر توان بی-هوازی پژوهش‌های کمی وجود دارد و مکانیسم مسئول افزایش توان بی‌هوازی در اثر این تمرینات به درستی مشخص نیست.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که انجام هشت هفته تمرین اینتروال شدید کم حجم و پر حجم بر عملکرد هوازی و پاسخ لاکتات قایقرانان کانو کانادایی تاثیر معنی‌داری دارد. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که تفاوت بین تمرینات اینتروال شدید کم حجم و پر حجم بر عملکرد هوازی و پاسخ لاکتات وجود ندارد.

منابع

1. Abdolmaleki, A., Samavatisharif, M. A., Nikhbakht, N. P., Amini, R. 2014. The effects of 12 weeks of low-volume high-intensity interval training and traditional continuous exercise training on adiponectin level and lipids profile in obese young men, *Journal of Ilam University of Medical Sciences*, 22(5): 150-159.

2. Berardi, G. 2013. Finding balance: fitness, training, and health for a lifetime in dance: *Routledge*, 12(8): 256-263.

3. Billat, L.V. 2001. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports Medicine*, 31(1): 13-31.

4. Bishop, D., Edge, J., Thomas, C., Mercier, J. 2008. Effects of high-intensity training on muscle lactate transporters and postexercise recovery of muscle lactate and hydrogen ions in women. American Journal of Physiology-Regulatory, *Integrative and*

Comparative Physiology, 295(6): R1991-R1998.

5. Cairns, S.P. 2006. Lactic acid and exercise performance. *Sports Medicine*, 36(4): 279-291.

6. Chavanelle, V., Boisseau, N., Otero, Y. F., Combaret, L., Dardevet, D., Montaurier, C., Sirvent, P. 2017. Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on glycaemic control and skeletal muscle mitochondrial function in db/db mice. *Scientific Reports*, 7(1): 1-10.

7. Denadai, B., Ortiz, M., Stella, S., Mello, M. 2003. Validade da velocidade crítica para a determinação dos efeitos do treinamento no limiar anaeróbio em corredores de endurance. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(1): 16-23.

8. Fransson, D., Nielsen, T. S., Olsson, K., Christensson, T., Bradley, P. S., Fatouros, I. G., Mohr, M. 2018. Skeletal muscle and performance adaptations to high-intensity training in elite male soccer players: speed endurance runs versus small-sided game training. *European Journal of Applied Physiology*, 118(1): 111-121.

9. Gharahdaghi, N., Kordi, M. R., Gaeini, A. A. 2013. The effect of a short term soccer specific training on aerobic fitness and muscle injury of soccer players. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 1(1): 20-33.

10. Gibala, M.J. 2018. Interval training for cardiometabolic health: why such a HIIT? *Current Sports Medicine Reports*, 17(5): 148-150.

11. Gibala, M. J., McGee, S. L. 2008. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2): 58-63.

12. Jones, A. M., Carter, H. 2000. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29(6): 373-386.

13. Kenefick, R., Mattern, C., Mahood, N., Quinn, T. 2002. Physiological variables at lactate threshold under-represent cycling time-trial intensity. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(4): 396-402.

14. Laursen, P.B., Jenkins, D.G. 2002. The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32(1): 53-73.

15. Laursen, P.B., Shing, C.M., Peake, J.M., Coombes, J.S., Jenkins, D.G. 2005. Influence of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3): 527-533.

16. Mohammad Zadeh Salamat, K., Rajabi, H. 2009. Effect of rise in resistance in breathing process through a aerobic training period on time to exhaution and perceived exertion index in non athletic subjects. *Physical Education and Sport Sciences Auarterly*, 2(6): 53-61.

17. Rodas, G., Ventura, J.L., Cadefau, J. A., Cussó, R., Parra, J. 2000. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5): 480-486.

18. Sperlich, B., Zinner, C., Heilemann, I., Kjendlie, P.L., Holmberg, H.C., Mester, J. 2010. High-intensity interval training improves VO 2peak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9–11-year-old swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5): 1029-1036.

19. Ziemann, E., Grzywacz, T., Luszczyk, M., Laskowski, R., Olek, R.A., Gibson, A.L. 2011. Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4): 1104-1112.

The Effect of Eight Weeks of Low and High Volume HIIT Training on Lactate Response and Some Performance Indicators of Canadian Canoers

Farahnaz Amirshaghaghi*, Fatemeh Karamjani
Faculty of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract
The number of training sessions is an important factor in exercise training. Therefore, this study was aimed at investigating the effect of eight weeks of low and high volume HIIT training on lactate response and some performance indicators of Canadian canoe rowers. Sixteen female rowers invited to the Canadian Canoe National Team Camp were randomly divided into two groups: low frequency interval training and high frequency interval training. Rowing ergometer and respiratory gas analyzer were used and at the same time, physiological variables of aerobic function including maximum oxygen consumption (VO2max), minimum speed to reach maximum oxygen consumption (vVo2max) and exhaustion time (Tmax) were measured. Intense intermittent training was performed in both groups in the form of 6 one-minute rowing sessions with 100% vVo2max and with an increase of two rounds per week. The difference was that the low-frequency group practiced 3 sessions per week and the high-frequency group practiced 6 sessions per week. Exercises were performed for eight weeks. Data were analyzed by paired t-test and independent t-test. Significance between variables was considered at the level of $P \leq 0.05$. The results showed a significant difference in lactate, VO2max, vVo2max and Tmax between pre-test and post-test of both high-volume periodic training and low-volume periodic training. However, no significant difference was observed in the post-test values between the two groups in any of the variables ($P \leq 0.05$). Due to the lack of significant differences between the two groups, the combination of these two methods at different times of a Canadian canoeing season seems to be helpful in preparing athletes.

Keywords: High intensity Training, Aerobic Power, Lactate, Canadian Canoe.