دریافت:۹۵/۵/۱۸ پذیرش: ۹۶/۳/۱۵ ص ص: ۲۱۲-۲۰۳

اثر تمرین متقاطع دو-شنا به شکل HIT بر توان هوازی و بی‌هوازی دوندگان نیمه‌استقامت زن

وحید ولی‌پور دهنو[۱]، آتوسا الیاسی‌زاده[۲]، مصطفی بهرامی[۳]، علی‌یاور عزیزپور[۴]

چکیده

مقدمه و هدف: پژوهشگران و مربیان در جستجوی مؤثرترین روش‌ها برای بهبود اجرای ورزشی هستند. هدف از پژوهش حاضر، بررسی پاسخ توان هوازی و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک به دو نوع تمرین تناوبی با شدت بالا (HIT) بود.

روش‌شناسی: در این پژوهش، ۱۶ نفر از دوندگان نیمه استقامت زن خرم آباد (سن: ۲/۸۹±۲۲ سال، قد: ۴/۷۶± ۱۶۵/۸ سانتیمتر، وزن ۸/۵۲±۵۸ کیلوگرم) به‌صورت داوطلبانه انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول تمرین HIT دو و گروه دوم تمرین HIT دو-شنا را به‌صورت ترکیبی، سه روز در هفته (دو روز دو و یک روز شنا)، به مدت چهار هفته انجام دادند. برای تعیین توان هوازی و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک به‌ترتیب از آزمون‌های Bruce بیشینه و RAST استفاده شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های t زوجی و تحلیل کواریانس استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که در دو گروه توان هوازی افزایش غیرمعنادار و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک در دو گروه افزایش معنادار داشت ($P<0.05$). همچنین دو نوع تمرین اثر متفاوتی بر توان هوازی و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک نداشت.

نتیجه‌گیری: دو نوع تمرین HIT اثر مشابهی بر توان هوازی و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک دوندگان زن نیمه استقامت دارد.

واژگان کلیدی: آزمون بروس؛ آزمون RAST؛ تمرین تناوبی با شدت بالا؛ توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک؛ توان هوازی

۱. استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران، نویسنده مسئول valipour114@yahoo.com
۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
۳. استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۴. مربی، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

مقدمه

یکی از بهترین روش‌های تمرینی که امروزه در تمام رشته‌های ورزشی کاربرد موثری دارد، تمرینات تناوبی است که این روش تمرینی جهت بهبود و افزایش توان تمام دستگاه‌های انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱). بعلاوه، در کنار تمرین تناوبی، یکی از اصول مهم طراحی تمرین، تنوع تمرین است. تمرین باید متنوع باشد تا علاقه ورزشکاران از میان نرود و ملالت به جای آن ننشیند. شایان ذکر است که مربیان به آسانی می‌توانند با تغییر نوع تمرینات، شیوه اجرا و جای تمرین، اصل یاد شده را در برنامه‌ی تمرینی خود رعایت کنند (۱، ۲).

تمرین تناوبی با شدت بالا[1] (HIT) تمرینی متناوب (تمرین–استراحت) است که با شدتی برابر یا بیشتر از ۹۰ درصد اوج اکسیژن مصرفی[2] انجام می‌شود. این نوع تمرین به‌طور رایج به‌صورت وهله‌های کوتاه و شدید انجام می‌شود که به‌وسیله استراحت‌هایی کوتاه از هم جدا می‌شوند. با توجه به شدت تمرینات، یک تلاش HIT ممکن است از چند ثانیه تا چندین دقیقه طول بکشد که وهله‌های گوناگون آن به‌وسیله‌ی چند دقیقه استراحت یا فعالیت با شدت کم از هم جدا می‌شوند (۳، ۴، ۵).

عضلات پایین تنه و بالا تنه هر دو در دوندگان و شناگران از اهمیت بالقوه‌ای برخوردارند، اما با توجه به نقش نسبی اندام‌ها در دو رشته ورزشی بالا، به‌نظر می‌رسد اختلافی بین آن‌ها در میزان درگیری عضلات وجود داشته باشد. همچنان که نشان داده شده حداکثر اکسیژن مصرفی در ورزشکاران سه‌گانه در خلال دویدن بیشتر از هنگام شنا کردن است، چون عضلات حجیم پائین تنه در خلال دویدن بیشتر درگیر هستند (۶، ۷). در رشته ورزشی شنا از عضلات بالا تنه بیشتر از عضلات پائین تنه استفاده می‌شود و در عوض در دونده‌ها، عضلات پائین تنه بیشتر از عضلات بالا تنه درگیر هستند.

هنگام فعالیت جسمانی، خون از طریق تحریک اعصاب سمپاتیک و تنگ شدن عروق سایر اعضاء، به‌سمت عروق تارهای عضلانی که با انبساط‌پذیری رگی مواجه شده‌اند، روانه می‌شود و نیاز عضلات درگیر را پاسخ می‌دهد (۸). بر این اساس، مطالعات پیشین گزارش کرده‌اند که تمرین تناوبی با شدت بالا، باعث پیشرفت بیشتر در توانایی پمپ کردن خون توسط قلب نسبت به تمرین تداومی متوسط می‌شود (۹). این یافته احتمالاً می‌تواند دلیل افزایش بیشتر در حداکثر اکسیژن مصرفی به دنبال تمرین تناوبی با شدت بالا در مقایسه با تمرین تداومی متوسط که در برخی مطالعات مشاهده شده است (۱۰)، را شرح دهد. آستورینو و همکاران[3] (۲۰۱۲) نیز در پاسخ به تمرینات اینتروال شدید، نسبت به تمرینات هوازی مداوم، افزایش حجم ضربه‌ای و برونده قلبی را نشان دادند (۱۱). همچنین در تحقیقی نشان داده شده که تمرین‌های تناوبی شدید رویکردی کارا برای بهبود ظرفیت‌های دستگاه‌های هوازی و بی‌هوازی هستند (۱۲).

تمرین متقاطع[4] شکلی از یک رویکرد گسترده برای ساختاربندی برنامه تمرینی به‌منظور بهبود اجرای رقابتی در یک ورزش ویژه به‌وسیله تمرین در ورزش‌های متنوع است (۱۳). استفاده از ظرفیت اثرات متقاطع تمرین، عامل مهمی برای ترکیب دو یا چند روش تمرینی است که معمولاً برای جلوگیری از بیش‌تمرینی و یکنواختی، استراحت دادن به عضلات خسته و نیز برای افزایش حجم تمرین بکار برده می‌شود (۲، ۱۴). این ویژگی تمرینی، معمولاً در سه گانه‌کاران رواج دارد که در آن دویدن و دوچرخه‌سواری این وضعیت را دارند. ترکیب اثرات تمرین

1. High Intensity Interval Training
2. VO2peak
3. Astorino, et al
4. Cross.Training

ویژه و متقاطع تمرینی در کلیه ورزش‌ها بویژه سه‌گانه ممکن است به‌وسیله درگیری فرایندهای سازگاری مرکزی و محیطی شرح داده شود. در واقع به‌نظر می‌رسد که اجرا در یک رشته ویژه ممکن است از طریق انتقال اثرات تمرین به رشته ورزشی دیگر سودمند باشد. برای مثال، بر طبق مطالعه موتون و همکاران[1] (۱۹۹۳) ترکیب برنامه تمرینی دوچرخه‌سواری و دویدن ممکن است مزایای مشابهی برای اجرای دویدن همانند یک برنامه ویژه دویدن ایجاد کند (۱۵). به هر حال، این نتایج تنها در ورزشکاران تفریحی به‌دست آمده نه در ورزشکاران سطح بالا (۱۴). لیبر و همکاران (۱۹۸۹) در مردان غیرفعال (حداکثر اکسیژن مصرفی ۴۲/۶ میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه) افزایش‌های معنادار مشابهی در حداکثر اکسیژن مصرفی دویدن پس از ۱۱/۵ هفته تمرین دویدن (۲۸/۴ درصد) یا شناکردن (۲۵ درصد) در یک شدت مطلق مشابه نشان دادند. ترکیب تمرین دو–شنا در برابر تمرین دو به تنهایی در بین دوندگان تفریحی بهبودهای مشابهی در اجرای دویدن را برانگیخت (۱۶). فوستر و همکاران[2] (۱۹۹۵) در بررسی اثر تمرین دویدن و ترکیب تمرین دویدن و شنا کردن در ۱۰ مرد و ۲۰ زن خوب تمرین کرده نتیجه گرفتند که تمرین ترکیبی، اجرای دویدن را بهبود می‌دهد اما به اندازه اثر تمرین ویژه دویدن نیست (۱۷). تاکنون پژوهشی تأثیر تمرین متقاطع دو–شنا به روشHIT در دوندگان زن نیمه استقامت را بررسی نکرده است. همچنین با توجه به شدت زیاد تمرینات HIT و احتمال خستگی و آسیب در نتیجه تکرار زیاد این نوع تمرین و فرضیه تمرین متقاطع که پیشنهاد می‌کند علیرغم اصل ویژگی تمرین، ورزشکاران ممکن است اجرا در یک نوع ورزش را به‌وسیله تمرین در یک ورزش دیگر بهبود دهند (۱۷)، هدف از پژوهش حاضر بررسی پاسخ توان هوازی و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک به دو نوع تمرین HIT یکی به شکل دو و دیگری به شکل دو–شنا در دوندگان زن نیمه استقامت بود.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها

شانزده آزمودنی زن سالم با میانگین سن (۲/۸۹±۲۲ سال) که در زمینه دو نیمه استقامت حداقل ۵ سال سابقهٔ تمرینی داشتند، در این پژوهش شرکت نمودند. همچنین کلیه آزمودنی‌ها قادر به انجام شنای کرال سینه یا حداقل تجربه شنا کردن آزاد در استخر بودند. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند که گروه اول (۸ نفر، تمرین دویدن) تمرین HIT دو و گروه دوم (۸ نفر، تمرین دو–شنا) تمرین HIT متقاطع را به‌صورت دو–شنا (یک جلسه شنا و دو جلسه دو) برای چهار هفته و با کنترل دقیق اجرا کردند. آزمودنی‌ها از اهداف و خطرهای احتمالی مطالعه مطلع شدند و رضایت‌نامهٔ کتبی امضا کردند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

پروتکل تمرینی

هر دو نوع پروتکل تمرینی شنا و دو به شکل تمرین تناوبی شدید بودند که سه روز در هفته برای ۴ هفته انجام شد. گروه اول تمرین تناوبی شدید را به صورت ۲ دور آزمون RAST[3] در هفته اول، ۳ دور در هفته‌های دوم و سوم و ۲ دور در هفته چهارم انجام دادند. گروه دوم همان تمرین را دوبار در هفته و یک بار در هفته هم تمرین تناوبی شدید شنا را به صورت ۸×۲۵ متر (۸ تکرار عرض استخر) انجام دادند. در هر دو نوع تمرین فاصله بین

[1] Mutton, et al.
2 Foster et al
3 Running.based Anaerobic Sprint Test

تکرارها ۱۰ ثانیه و فاصله بین دورها ۴ دقیقه بود. پروتکل‌های تمرینی به‌صورت مفصل در جدول شماره ۱ آورده شده است.

شیوه‌های اندازه‌گیری

در ابتدا و انتهای دوره، آزمون‌های تردمیل بروس و RAST به‌ترتیب برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک آزمودنی‌ها با فاصله یک روز برای جلوگیری از تداخل عوامل خستگی فیزیکی و روانی انجام شد.

الف: آزمون نوارگردان بروس: هدف این آزمون ارزیابی استقامت عمومی (حداکثر اکسیژن مصرفی) ورزشکاران است. شیوه اجرای آزمون به این شکل است که ورزشکار بر روی تردمیل تا واماندگی می‌دود. در مراحل زمانی در خلال آزمون، سرعت (کیلومتر بر ساعت) و درجه شیب (درصد) تردمیل بر طبق جدول ۲ افزایش می‌یابد. از زمان شروع آزمون تا زمان واماندگی زمان به‌وسیله آزمونگر ثبت خواهد شد. سپس زمان در فرمول زیر قرار داده خواهد شد و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی به‌دست خواهد آمد (۱۸). در اینجا T کل زمانی است که آزمودنی بر روی تردمیل تا واماندگی دویده است.

$$VO_2max = 4.38 \times T - 3.9$$

جدول ۱: پروتکل‌های تمرینی دو و شنا

هفته	اول			دوم			سوم			چهارم		
گروه	تعداد دورها/ نوع تمرین			تعداد دورها/ نوع تمرین			تعداد دورها/ نوع تمرین			تعداد دورها/ نوع تمرین		
اول	۲/ دویدن	۲/ دویدن	۲/ دویدن	۳/دویدن	۳/ دویدن	۳/ دویدن	۳/ دویدن	۳/ دویدن	۳/ دویدن	۲/ دویدن	۲/ دویدن	۲/ دویدن
دوم	۲/ دویدن	۲/شنا	۲/ دویدن	۳/ دویدن	۳/شنا	۳/ دویدن	۳/ دویدن	۳/شنا	۳/ دویدن	۲/ دویدن	۲/شنا	۲/ دویدن

ب: آزمون RAST: از آزمون RAST برای اندازه‌گیری اجرای بی‌هوازی با اسیدلاکتیک ورزشکاران استفاده می‌شود. ابتدا وزن آزمودنی ثبت شد، سپس ۱۰ دقیقه گرم کردن اجرا شده و پس از ۵ دقیقه استراحت مسیر ۳۵ متری مشخص شده را ۶ بار با حداکثر سرعت دویده و زمان هر تکرار به‌طور جداگانه ثبت گردید و پس از هر تکرار آزمودنی‌ها ۱۰ ثانیه استراحت کردند. برای اندازه‌گیری توان از فرمول زیر استفاده شد (۱۸):

$$Power = Weight \times Distance^2 \div Time^3$$

روش‌های آماری

آزمون کولموگروف–اسمیرنوف نشان داد که توزیع داده‌ها طبیعی است. بنابراین، برای بررسی اختلافات درون گروهی و بین گروهی به‌ترتیب از آزمون‌های T وابسته و تحلیل کواریانس استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون α=۰/۰۵ لحاظ شد.

یافته‌ها

با توجه به نتایج آزمون T وابسته، هر دو گروه افزایش معناداری را در توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک نشان دادند؛ اما تغییرات در توان هوازی در هر دو گروه معنادار نبود (جدول ۳). همچنین، نتایج آزمون تحلیل کواریانس نشان داد که دو روش تمرینی تأثیر متفاوتی بر توان هوازی و توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک نداشته است.

جدول ۲: نحوه تنظیم مراحل آزمون تردمیل بروس

مرحله	زمان (دقیقه)	سرعت (کیلومتر/ ساعت)	شیب (درصد)
۱	۰	۲/۷۴	۱۰
۲	۳	۴/۰۲	۱۲
۳	۶	۵/۴۷	۱۴
۴	۹	۶/۷۶	۱۶
۵	۱۲	۸/۰۵	۱۸
۶	۱۵	۸/۸۵	۲۰
۷	۱۸	۹/۶۵	۲۲
۸	۲۱	۱۰/۴۶	۲۴
۹	۲۴	۱۱/۲۶	۲۶
۱۰	۲۷	۱۲/۰۷	۲۸

جدول۳: مقادیر توان هوازی و بی هوازی با اسیدلاکتیک آزمودنی‌ها قبل و بعد ازتمرین (میانگین ± انحراف معیار)

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	t	سطح معنی‌داری
توان بی‌هوازی با- اسیدلاکتیک (وات)	اول	۷۲/۱۸±۱۹/۸۷	۸۰/۶۴±۲۲/۹۱	-۳/۱۵۴	P=۰/۰۳۴
	دوم	۶۹/۳۴±۹/۵۶	۹۰/۸۰±۱۴/۹۹	-۳/۶۵۱	P=۰/۰۲۲
توان هوازی (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	اول	۳۸/۴۱±۴/۸۶	۴۰/۹۰±۴/۴۶	-۱/۹۶۱	P=۰/۱
	دوم	۳۷/۱۷±۳/۹۹	۳۸/۸۷±۳/۷۴	-۱/۳۱۵	P=۰/۲

$p \leq 0.05$ بعنوان سطح معنادار در نظر گرفته شده است

بحث

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که ترکیب تمرین شنا با تمرین دو برای دوندگان نیمه استقامت زن، توان بی-هوازی با اسیدلاکتیک اندازه‌گیری شده به‌وسیله آزمون RAST را حتی بیشتر از تمرین دویدن به‌تنهایی افزایش می‌دهد. اما افزایش در حداکثر اکسیژن مصرفی در هر دو روش تمرینی غیرمعنادار بود. یافته‌های مطالعات بررسی کننده تمرین متقاطع با استفاده از انواع غیر مشابه ورزش در ورزشکاران بسیار تمرین کرده، نشان می‌دهد که از ترکیب انواع ورزش‌هایی که گروه‌های عضله حرکت دهنده اصلی متفاوتی دارند، مثل شنا کردن و دویدن مزیت اندکی به‌دست می‌آید (۱۹). اگر چه در مطالعه حاضر تغییرات اجرای دویدن به‌طور مستقیم اندازه‌گیری نشده است، اما افزایش توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک و افزایش غیرمعنادار حداکثر اکسیژن مصرفی، موافق با گزارش‌های

پیشین مبنی بر افزایش اجرای ورزشی در دوندگان مرد و زن با استفاده از تمرین متقاطع شنا و دو و نیز گزارش-های مبنی بر افزایش اجرای دویدن با استفاده از تمرین غیر ویژه اما مشابه از نظر عضلانی مثلاً بالا رفتن از پله و دوچرخه‌سواری، است (۱۷).

برای ورزشکاران تازه کار یا کم تحرک، تمرین شنا، به‌خاطر بهبود تناسب اندام در رشته‌های دیگر مانند هر فعالیت هوازی دیگر، می‌تواند مفید واقع شود (۱۶). جرگلی و همکاران (۱۹۸۴) نشان دادند که حداکثر اکسیژن مصرفی شناگران تفریحی در شنای درجا، ۱۱ درصد بهبود داشت، اما حداکثر اکسیژن مصرفی دوندگان روی تردمیل پس از یک برنامه شنا تغییر نکرد. همچنین بعد از یک بلوک ۱۰ هفته‌ای تمرین شنا با اجرای ماهرانه تنها حداکثر اکسیژن مصرفی ۱ درصد از دوندگان روی تردمیل بهبود داشته است (۲۰).

دو شیوه از تمرین متقاطع یعنی تمرین غیر ویژه اما مشابه از نظر عضلانی[1] (مثلاً دوچرخه‌سواری و دویدن) و تمرین غیر ویژه و غیر مشابه از نظر عضلانی[2] (مثلاً شنا کردن و دویدن) در ادبیات وجود دارد (۱۷). در مطالعه حاضر از رویکرد دوم تمرین متقاطع استفاده شد. برای انجام این مطالعه از مفهوم فرو بردن لاکتات[3] استفاده شد که پیشنهاد می‌کند تمرین استقامتی تارهای عضله غیر فعال در خلال دویدن ممکن است بزرگی تجمع لاکتات در خلال دویدن را کاهش دهد و بنابراین به افزایش اجرا کمک کند (۱۷). بنابراین، با توجه به مفهوم تمرین متقاطع می‌توان با تمرین دادن بیشتر تارهای غیر فعال و کم‌تر فعال در یک رشته ورزشی، از ظرفیت آنها در حین اجرای ورزشی بیشتر استفاده کرد. یکی از راهکارهایی که به اجرای ورزشی کمک می‌کند، مصرف لاکتات تولید شده در تارها و عضلات بسیار فعال به‌وسیله تارهای غیرفعال یا کمتر فعال است. این اصل به‌خوبی به‌وسیله این شکل تمرین متقاطع رعایت می‌شود.

حداکثر اکسیژن مصرفی در خلال اولین دو ماه تمرین افزایش می‌یابد و سپس به فلات می‌رسد، در حالی که درصد استفاده از حداکثر اکسیژن مصرفی در خلال ورزش به مرور زمان تغییر می‌کند؛ در نتیجه، در حالی که تغییرات در حداکثر اکسیژن مصرفی و درصد استفاده از حداکثر اکسیژن مصرفی در خلال ورزش در ابتدای برنامه تمرینی، اجرای یک آزمودنی را مؤثر می‌کند، تغییرات بعدی در حداکثر اکسیژن مصرفی اجرایی (در حین اجرا)، به‌وسیله تغییرات در درصد استفاده از حداکثر اکسیژن مصرفی در خلال ورزش، به تنهایی به‌وجود می‌آید (۲۱). بنابراین، چون آزمودنی‌های مطالعه حاضر دوندگان نیمه استقامت با حداقل ۵ سال سابقه تمرینی بوده‌اند، عدم افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در این افراد قابل توجیه است. اگر چه در مطالعه حاضر حداکثر اکسیژن مصرفی دوندگان به‌طور معناداری افزایش نیافت، این نتیجه نمی‌تواند به عدم افزایش اجرای استقامتی تعمیم داده شود، چون اگر چه حداکثر اکسیژن مصرفی برای دویدن استقامتی ضروری و یک پیش‌نیاز است، عوامل فیزیولوژیکی و اجرایی دیگری در تعیین ظرفیت استقامتی مهم هستند. این عوامل وابسته به مسافت مسابقه می‌باشند که عبارتند از: درصدی از حداکثر اکسیژن مصرفی که یک دونده می‌تواند بدون تجمع اسیدلاکتیک حفظ کند، توانایی استفاده از چربی به‌عنوان یک سوخت در شدت‌های بالای کار و بدین ترتیب حفظ کربوهیدرات و دویدن در سرعت مسابقه با مصرف انرژی به‌طور نسبتا کم (اقتصاد دویدن خوب) (۲۲،۲۱).

توجیه دیگر احتمالاً این است که پروتکل تمرینی انجام شده در پژوهش حاضر بیشتر مبتنی بر سیستم اسیدلاکتیک بوده است. پس طبیعی است که حداکثر اکسیژن مصرفی تغییر آنچنانی نخواهد کرد و بیشتر توان

1. non.specific, but muscularly similar
2. non.specific, and muscularly dissimilar
3. lactate sink

بی‌هوازی و درصد استفاده از اکسیژن مصرفی (در مطالعه حاضر بررسی نشده، اما افزایش توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک می‌تواند تا حدودی توجیه کننده باشد) تحت تاثیر قرار گرفته است. همچنین مدت زمان اجرای پروتکل تمرینی ۴ هفته بوده که البته مدت زمان کافی برای تغییر متغیرهای مسئول افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در این ورزشکاران تمرین کرده نیست.

تمرین تناوبی با شدت بالا برای چندین هفته (مانند پروتکل مطالعه حاضر) سازگاری‌هایی از قبیل ظرفیت اکسایشی عضله اسکلتی، افزایش محتوای گلیکوژن استراحتی، کاهش میزان مصرف گلیکوژن (کاهش تولید ADP بعد از تمرین)، کاهش تولید لاکتات در خلال ورزش با بار کاری یکسان، افزایش ظرفیت کل بدن و عضله اسکلتی برای اکسیداسیون چربی، افزایش ساختار و عملکرد عروق محیطی، بهبود اجرای ورزشی اندازه‌گیری شده به‌وسیله آزمون‌های زمان تا واماندگی یا رکوردگیری و افزایش برداشت اکسیژن بیشینه را ایجاد می‌کند (۴). عوامل یاد شده در بالا به همراه کاهش تولید ADP پس از تمرین، افزایش آستانه لاکتات و افزایش درصد استفاده از حداکثر اکسیژن مصرفی در حین ورزش، باعث بهبود اجرای استقامتی می‌شود (۲۱).

نشان داده شده که تمرین ورزشی تغییرات ساختاری و عملکردی را در بافت رگی و همچنین رگزایی مویرگ-ها[1] به‌وجود می‌آورد. بعلاوه، این سازگاری‌ها در تارهایی که فعالیت انقباضی آنها در حین ورزش بیشتر است، به نسبت بیشتر خواهد بود. در تمرین تناوبی سرعتی، بکارگیری بیشتر تارهای نوع دو نسبت به تمرینات با شدت کمتر و تمرینات استقامتی، باعث افزایش سازگاری‌ها در این نوع تارها خواهد شد. بنابراین، انجام تمرینات سرعتی شدید علاوه بر ایجاد سازگاری‌های رگی، ظرفیت اکسایشی بافت عضلانی را نیز افزایش خواهد داد (۲۳). بنابراین، تمرین دادن عضلات کمتر فعال در حین دویدن با استفاده از سیستم تمرین متقاطع و آن هم به شکل تمرین تناوبی سرعتی شدید مانند مطالعه حاضر، می‌تواند کمک زیادی به بهبود جریان خون و در نتیجه مصرف لاکتاتی داشته باشد که در عضلات اصلی در حین دویدن تولید می‌شود.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که ۱) تمرین تناوبی با شدت بالا به شکل دویدن و نیز ترکیب دویدن با شنا کردن (تمرین متقاطع) برای چهار هفته توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک را در دوندگان زن نیمه استقامت افزایش می‌دهد ۲) این افزایش در نتیجه تمرین متقاطع بیشتر از تمرین دویدن به تنهایی بود. بنابراین، با توجه به ماهیت شدت بالای تمرینات تناوبی با شدت بالا و احتمال بروز آسیب در نتیجه تکرار زیاد این تمرینات، استفاده از تمرین متقاطع دویدن و شنا کردن برای ۴ هفته در زنان دونده نیمه استقامت، برای افزایش توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک و نیز احتمال کاهش آسیب و یکنواختی تمرین پیشنهاد می‌شود.

تقدیر و قدردانی: این کار پژوهشی بخشی از کار پایان‌نامه دانشجو خانم آتوسا الیاسی‌زاده می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه لرستان انجام شده است. همچنین از آزمودنی‌های مطالعه حاضر به جهت صرف وقت برای این مطالعه سپاس‌گزاری می‌نماییم.

1. angiogenesis of capillary

References:

1. Rahimi A, Safaee Nezhad V. 2010. Training science. Sec ed. Bamdad Ketab. (Persian)
2. Hoeger WWK, Hoeger SA. 2013. Lifetime physical fitness and wellness: A Personalized Program. 12th ed. Wadsworth, Cengage Learning.
3. Cladden LB. 2004. Lactate metabolism-a new paradigm for the third millenjum. J Appl Physiol. 53(6):1987-93.
4. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. 2012. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. J Physiol. 590(5):1077–1084.
5. McKay BR, Paterson DH, Kowalchuk JM. 2009. Effect of short-term high-intensity interval training vs. continuous training on O_2 uptake kinetics, muscle deoxygenation, and exercise performance. J Appl Physiol. 107(1):128-38.
6. Bentley DJ, Millet GP, Vleck VE, McNaughton LR. 2002. Specific Aspects of Contemporary Triathlon: Implications for Physiological Analysis and Performance. Sports Med. 32(6):345-359.
7. Laursen PB, Rhodes EC. 2001. Factors Affecting Performance in an Ultra endurance Triathlon. Sports Med. 31(3):195-209.
8. Wilmore JH, Costill DL. 2008. Physiology of Sport and Exercise. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics. (Persian)
9. Tjonna AE, Lee SJ, Rognmo O, Stolen TO, Bye A, Haram PM, et al. 2008. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome. A pilot study. Circulation. 118(4):346-54.
10. Khodai K, Badri N, Rastegar Moghadam Mansori SM. 2013. The effect of short-term high intensity interval training (HIIT) on some cardiovascular indices, anaerobic power output, jump and sprint performances in active female students. J of Sport in Biomotor Sciences. 8(2):23-31.(Persian)
11. Astorino TA, Allen RP, Roberson DW, Jurancich M. 2012. Effect of high –intensity interval training on cardiovascular function, Vo2max, and muscular force. J Strength Cond Res. 26(1):138-45.
12. Farzad B, Gharakhanlou R, Agha-Alinejad H, Bahraminejad M, Bayati M, Mehrabian F, Poloei I. 2010. Effect of 4 Weeks of Supramaximal Sprint Interval Training on Physiological, Hormonal and Metabolic Factors. Iranian J of Endocrin & Metabo. 12(1): 34-41.(Persian)
13. Tanaka H. 1994. Transfer of training effects on VO_2max between cycling, running and swimming. Sports med. 18(5):330-9.
14. Hausswirth C, Lehenaff D. 2001. Physiological Demands of Running during Long Distance Runs and Triathlons. Sports Med. 31(9):679-689.
15. Mutton DL, Loy SF, Rogers DM, Holland GJ, Vincent WJ, Heng M. 1993. Effect of run vs combined cycle/run training on Vo_{2max} and running performance. Med Sci Sports Exerc. 25:1393-7.
16. Millet GP, Candau RB, Barbier B, Busso T, Rouillon JD, Chatard JC. 2002. Modelling the Transfers of Training Effects on Performance in Elite Triathletes. Int J Sports Med. 23:55-63.
17. Foster C, Hector LL, Welsh R, Schrager M, Green MA, Snyder AC. 1995. Effects of specific versus cross-training on running performance. Eur J Appl Physiol. 70:367–372.
18. Mackenzie B. 2005. 101 performance evaluation tests. Electric Word plc. 9,44.
19. Whyte G. 2006. The physiology of training. First ed.Churchill Livingstone.

20. Gergley TJ, McArdle WD, DeJesus P, Toner MM, Jacobowitz S, Spina RJ. 1984. Specificity of arm training on aerobic power during swimming and running. Med Sci Sports Exerc. 16:349–354.
21. Bassett DRJR, Howley ET. 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. Med. Sci. Sports Exerc. 32(1):70–84.
22. Saunders PU, Pyne DB, Telford RD, Hawley JA. 2004. Factors affecting running economy in trained distance runners. Sports Med. 34(7):465-485.
23. Laughlin MH, Roseguini B. 2008. Mechanisms for exercise training-induced increasesin skeletal muscle blood flow capacity: Differences with interval sprint training versus aerobic endurance training. J Physiol Pharmacol. 59(Suppl 7):71–88.