

مقایسه اثر دو نوع تمرین تداومی و تناوبی شدید بر عملکرد هوازی قایقرانان مرد نخبه

آسیه میرزا آقاجانی^۱، حسن علی خانی^{۲*}، زهرا حجتی^۳، علی قرائت^۴

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

۲. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

۳. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

۴. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران

چکیده

زمینه و هدف: از آنجا که استفاده از تمرینات تناوبی موجب تاثیر بیشتر بر عملکرد هوازی می شود؛ در پژوهش حاضر به مقایسه اثر دو نوع تمرین تداومی و تناوبی شدید بر عملکرد هوازی قایقرانان مرد نخبه پرداخته شد. **روش تحقیق:** از بین ۶۰ قایقران حاضر در مسابقات قهرمان کشوری سال ۱۳۹۴، تعداد ۱۸ قایقران مرد دعوت شده به اردوی تیم ملی روئینگ، به صورت تصادفی به دو گروه تمرینی تداومی و تناوبی شدید تقسیم شدند. از ارگومتر قایقرانی و دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی استفاده شد و همزمان، متغیرهای فیزیولوژیک عملکرد هوازی شامل حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max)، حداقل سرعت رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی ($\sqrt{VO_2max}$) و زمان رسیدن به واماندگی ($Tmax$) اندازه گیری شدند. تمرین تداومی ۳ هفته، ۱۰ جلسه پارو زدن در مسافت ۱۰ کیلومتر با شدت ۷۰ الی ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بود. ۸۰ درصد تمرین تناوبی شدید مشابه گروه تداومی بود، اما ۲۰ درصد دیگر به شکل ۶ دور پارو زدن یک دقیقه ای با ۱۰۰ درصد ($\sqrt{VO_2max}$) و با افزایش یک دور در هر هفته اجرا شد. آزمون t وابسته و مستقل به ترتیب برای مقایسه درون گروهی و بین گروهی در سطح $p < 0.05$ به کار گرفته شد. **یافته ها:** در گروه تداومی و تناوبی شدید، افزایش معنی دار VO_2max (به ترتیب $p = 0.01$ و $p = 0.001$) و $\sqrt{VO_2max}$ ($p = 0.02$ و $p = 0.004$) مشاهده شد؛ اما شاخص زمان واماندگی ($Tmax$)، فقط در گروه تناوبی شدید افزایش معنی دار داشت ($p = 0.01$). نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه دو گروه در شاخص VO_2max ($p = 0.52$)، $\sqrt{VO_2max}$ ($p = 0.42$) و $Tmax$ ($p = 0.14$)، تفاوت معنی داری را نشان نداد. **نتیجه گیری:** هر دو نوع تمرین شاخص های VO_2max و $\sqrt{VO_2max}$ را بهبود بخشیدند، اما میزان بهبودی پس از تمرین تناوبی به طور غیر معنی دار بیشتر بود؛ با اختصاص تنها ۲۰ درصد جلسات تمرین به تمرینات تناوبی شدید، اظهار نظر قطعی به مطالعه بیشتر موکول می گردد.

واژه های کلیدی: تمرین تداومی، تمرین تناوبی شدید، عملکرد هوازی، قایقرانی.

مقدمه

شده است که تمرینات تناوبی شدید (HIIT)^{۱۳} که به صورت جلسات کوتاه و متناوب و با حداکثر تلاش با شدتی نزدیک به VO_{2peak} اجرا می شوند، می توانند موجب افزایش سریع عملکرد در دوره های کوتاه شوند (اسفرجانی و لارسن^{۱۴}، ۲۰۰۷). پژوهش های بسیاری به اثرات مثبت این نوع تمرین بر متغیرهای عملکرد هوازی و در نهایت، ثبت رکورد های بهتر قایقرانان اشاره کرده اند (دریلر و دیگران، ۲۰۰۹؛ بورگومستر و دیگران، ۲۰۰۶؛ سیلر و تانسن، ۲۰۰۹).

دوفیلد^{۱۵} و دیگران (۲۰۰۶) در پژوهشی اثر تمرین با شدت بالا را بر میزان افزایش VO_{2max} مشاهده کردند. ترنت و دیگران (۲۰۱۴) در مطالعه ای اثر تمرین تناوبی شدید با حجم کم و شدت زیاد را بر برخی متغیرهای عملکرد هوازی قایقرانان نشان داده اند. اگر چه اثرات تمرین تناوبی شدید قابل توجه است، اما محدودیت های این نوع تمرین از قبیل افزایش احتمال آسیب دیدگی و رسیدن به فلات عملکردی پس از یک دوره استفاده از آن، به کارگیری این تمرین را در چرخه های تمرینی مشکل می کند (سیلر و تانسن، ۲۰۰۹). گزارش شده است که فعالیت های تداومی نسبت به فعالیت های تناوبی، فشار فیزیولوژیکی بیشتری را بر دستگاه قلبی-عروقی و انتقال اکسیژن ورزشکار وارد می کنند؛ چنین شرایطی ممکن است زمان باقی ماندن در VO_{2max} را افزایش داده و منجر به بهبود بیشتری در ظرفیت هوازی و عملکرد استقامتی ورزشکار نسبت به فعالیت های تناوبی با همین شدت شود (لارسن و دیگران، ۲۰۰۵). این در حالی است که دنادای^{۱۶} و دیگران (۲۰۰۴) در پژوهشی گزارش کرده اند که پروتکل های دویدن تناوبی با شدت ۹۰ تا ۱۰۰ درصد VO_{2max} موثرتر از پروتکل های دویدن تداومی است. این پژوهشگران معتقدند که فعالیت های تناوبی با بهره گیری از دوره های استراحت و کاهش درک فشار در طی فعالیت زمان سپری شده در VO_{2max} ، زمان کل فعالیت را افزایش می دهد.

قایقرانی یکی از رشته های مدال آور در مسابقات المپیک و بین المللی است. به دلیل تاثیرگذاری مدال های این رشته در رتبه بندی کلی مسابقات، متولیان این رشته در تلاشند با بکارگیری امکانات و شرایط تمرینی مناسب، اجرای قایقرانان را به حداکثر رسانده و احتمال مدال آوری را افزایش دهند. با توجه به این که ورزشکاران رشته روئینگ^۱ در مسافت ۲۰۰۰ متر پارو می زنند، گزارش شده است که متغیرهای اجرای هوازی از قبیل حداکثر اکسیژن مصرفی در دقیقه^۲ (VO_{2max})، سرعتی که در آن ورزشکار به حداکثر اکسیژن مصرفی خود می رسد^۳ ($v_{VO_{2max}}$) و حداکثر زمان عملکرد در $v_{VO_{2max}}$ تا سطح واماندگی^۴ ($Tmax$)؛ در ثبت بهترین رکورد آن ها نقش به سزایی دارند (لاندره^۵، ۱۹۹۷). به عبارت دیگر، مقادیر بالای متغیرهای ذکر شده نشان دهنده میزان آمادگی فرد و توانایی اجرای تعداد بالای ضربه پارو در واحد زمان است (ترنت^۶ و دیگران، ۲۰۱۴).

مربیان در تلاشند بهترین پروتکل های تمرینی را برای افزایش هر چه بیشتر متغیرهای اجرای هوازی، طراحی کنند. از آنجا که قایقرانی از نوع مهارت های مداوم^۷ است و رعایت اصل ویژگی تمرین برای شبیه سازی هر چه بیشتر مسابقه مورد نیاز است، تمرینات تداومی^۸ با حجم بالا و شدت بین ۷۰ تا ۷۵ درصد، برای بالا بردن عملکرد قایقرانان پیشنهاد شده است (بورگومستر^۹ و دیگران، ۲۰۰۶). همچنین با توجه به این که اجرای تکنیک با الگوی برنامه ریزی شده قلبی، در قایقرانی اهمیت دارد، تمرینات با حجم بالا می توانند سازگاری های فیزیولوژیک برای اجرای ماهرانه تکنیک را فراهم کنند (دریلر^{۱۰} و دیگران، ۲۰۰۹). نتایج پژوهش سیلر و تانسن^{۱۱} در سال ۲۰۰۹ اثر بخشی تمرینات تداومی را بر VO_{2max} و $v_{VO_{2max}}$ و آستانه لاکتات نشان داد. مطالعات متعدد گزارش کرده اند که اغلب مدال آوران المپیک در رشته های قایقرانی، شنا و دوچرخه سواری؛ بیشترین زمان تمرین خود را به تمرینات تداومی اختصاص داده اند (سیلر و تانسن، ۲۰۰۹؛ گیبالا^{۱۲} و دیگران، ۲۰۰۸). از سوی دیگر، گزارش

1. Rowing
2. Maximal oxygen uptake
3. Velocity at VO_{2max}
4. Time to exhaustion

5. Londeree
6. Trent
7. Continuous skills
8. Continuous training

9. Burgomaster
10. Driller
11. Seiler & Tønnessen
12. Gibala

13. High intensity interval training
14. Laursen
15. Duffield
16. Denadai

صبح در مرکز سنجش و توسعه قابلیت های جسمانی آکادمی ملی قایقرانی ایران حضور پیدا کردند و در پیش آزمون جهت سنجش میزان $\dot{V}O_2\max$ ، $\dot{V}O_2\max$ و $Tmax$ شرکت کردند. سپس پروتکل تمرینی خاص اجرا شد. جلسات پس آزمون ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، انجام شد. از محدودیت های خارج از کنترل این پژوهش، فقدان کنترل دقیق خواب و رژیم غذایی شرکت کنندگان بود.

روش های اندازه گیری متغیرهای فیزیولوژیک: برای اندازه گیری $\dot{V}O_2\max$ و $\dot{V}O_2\max$ از دستگاه گاز آنالایزر مدل K4B2 ساخت شرکت Cosmed ایتالیا استفاده 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 $\dot{V}O_2\max$ خود برسد، به اجر درآمد. معیارهایی که برای تعیین $\dot{V}O_2\max$ 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 ± 10 ضربه به 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 $v\dot{V}O_2\max$ به منظور تعیین حداقل سرعتی که فرد در آن حد به $\dot{V}O_2\max$ خود میرسد، توسط دستگاه گاز آنالایزر محاسبه شد (لارسن و دیگران، ۲۰۰۵). علاوه بر این، شاخص $Tmax$ قایقرانان با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر بر روی دستگاه ارگومتر، ۴۸ ساعت پس از آزمون مربوط به تعیین $\dot{V}O_2\max$ و $\dot{V}O_2\max$ اندازه گیری شد. پس از گرم کردن مطابق با روش ذکر شده، از ورزشکار خواسته شد که پارو زدن را با $\dot{V}O_2\max$ تعیین شده، در بیشترین زمان ممکن ادامه دهد. مدت زمانی که شرکت کنندگان توانستند با $\dot{V}O_2\max$ تعیین شده، پارو بزنند، با کرنومتر ثبت گردید و به عنوان $Tmax$ در نظر گرفته شد (شیخولوند و دیگران، ۲۰۱۶).

مزایای استفاده از تمرینات تناوبی شدید، پژوهشگران و مربیان را علاقه مند می کند که از این تمرینات بیش از پیش استفاده کنند. اما محدودیت های این تمرینات از جمله آسیب های وارده به ورزشکاران و تمرین زدگی به خصوص در فواصل نزدیک به مسابقات، به کارگیری آن را دشوار می کند. در این زمینه برخی پژوهشگران پیشنهاد کرده اند که پروتکل های تمرینی تناوبی شدید با نسبت ۲۰ درصد به کل تمرینات قایقرانان روئینگ، مورد استفاده قرار گیرد (گیبالا و دیگران، ۲۰۱۴؛ سیلر و تانسن، ۲۰۰۹). از آنجا که عوامل حجم و شدت تمرین در طراحی پروتکل مناسب تمرینی نقش کلیدی دارند و با توجه به این که بیشتر پژوهش های انجام شده نسبت ۱۰۰ درصد تمرینات تناوبی شدید را مورد بررسی قرار داده اند، و با عنایت به جلسات پرفشار تمرینات روئینگ در دوره های ۲۱ روزه تمرینی برای قایقرانان نخبه با سطح آمادگی جسمانی و مهارتی بالا، ضرورت به کارگیری نسبت مناسبی از تمرینات تناوبی شدید در طول دوره تمرینات روئینگ برای قایقرانان نخبه تیم ملی را دوچندان می کند. در مطالعه حاضر سعی می شود استفاده از نسبت ۲۰ درصد تمرینات تناوبی در برنامه تمرین ورزشکاران روئینگ و مقایسه آن با تمرین تداومی مورد بررسی قرار گیرد؛ بنابراین، هدف تحقیق حاضر یافتن پاسخ این سوال بود که کدامیک از دو نوع تمرین تناوبی و تداومی شدید بر متغیرهای $\dot{V}O_2\max$ ، $\dot{V}O_2\max$ و $Tmax$ موثرترند؟

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود و جامعه آماری را قایقرانان روئینگ مرد حاضر در مسابقات قهرمانی ایران در سال ۱۳۹۴ تشکیل دادند. تمام ۱۸ نفر قایقران حاضر در اردوی تیم ملی با میانگین $\dot{V}O_2\max$ برابر با $56 \pm 2/18$ میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه، سن برابر با $22 \pm 2/5$ سال، قد 181 ± 5 سانتی متر و وزن برابر با $6/5 \pm 81$ کیلوگرم به عنوان نمونه آماری در تحقیق شرکت کردند. این افراد به طور تصادفی در دو گروه ۹ نفره شامل تمرین تداومی و تناوبی شدید قرار گرفتند.

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 ۱۲

روش های آماری: از آمار توصیفی برای توصیف داده ها، از آزمون های کلموگروف - اسمیرنوف برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها و از آزمون لون جهت تجانس واریانس متغیرها استفاده شد. همچنین از آزمون t همبسته برای بررسی نتایج درون گروهی و از آزمون t مستقل برای مقایسه دو گروه بهره برداری گردید. سطح معنی داری در کلیه آزمون ها $p < 0.05$ در نظر گرفته شد و کلیه محاسبات توسط نرم افزار SPSS 16 به اجرا درآمد.

یافته ها

نتایج آزمون t وابسته نشان داد که هر دو گروه تمرین تداومی و تناوبی شدید در شاخص Vo_2max و vVo_2max افزایش معنی داری داشتند. همچنین نتایج این آزمون، افزایش معنی دار شاخص Tmax را فقط در گروه تناوبی شدید نشان داد (جدول ۱).

پروتکل تمرینی: برنامه تمرینات هر دو گروه به مدت سه هفته و هر هفته ۱۰ جلسه انجام شد. در گروه تداومی، قایقرانان در هر جلسه مسافت ۱۰ کیلومتر را با شدت ۷۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب، با قایق روئینگ در دریاچه آزادی، پارو زدند. همچنین گروه تناوبی، ۲۰ درصد جلسات کل دوره را به تمرینات HIIT پرداختند؛ بدین صورت که ۸ جلسه در هفته را مشابه با گروه تداومی و دو جلسه را به 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 vVo_2max همراه با ۳ دقیقه ریکاوری بین هر دوره بود. در هر هفته یک دور به صورت فزاینده به تمرینات اضافه شد. لازم به ذکر است تمرینات در ۶ روز هفته به صورت صبح و عصر انجام شد و گروه تناوبی دو جلسه تمرین تناوبی خود را در صبح شنبه و سه شنبه برگزار کرد. همچنین هر دو گروه عصر دوشنبه و پنجشنبه را استراحت کردند (شیخلووند و دیگران، ۲۰۱۶).

جدول ۱. نتایج آزمون t وابسته به منظور بررسی تفاوت بین پیش آزمون و پس آزمون شاخص های Vo_2max ، vVo_2max و Tmax در دو گروه تداومی و تناوبی شدید

شاخص	گروه ها	میانگین پیش آزمون ها	میانگین پس آزمون ها	انحراف استاندارد	t	p
Vo_2max (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	تداومی	۵۶/۱۴	۵۸/۵۰	۰/۹۹	۹/۱۵*	۰/۰۰۱
	تناوبی	۵۶/۱۲	۵۹/۲۰	۱/۴۹	۷/۹۷*	۰/۰۰۱
vVo_2max (کیلومتر بر ساعت)	تداومی	۴/۹۹	۵/۰۵	۰/۰۹	۲/۴۰*	۰/۰۰۳
	تناوبی	۵/۰۱	۵/۱۳	۰/۰۸	۵/۵۶*	۰/۰۰۱
Tmax (ثانیه)	تداومی	۳۱۹/۰۶	۳۲۳/۷۳	۱۵/۹۲	۲/۲۱	۰/۰۰۵
	تناوبی	۳۱۸/۵۰	۳۳۶	۱۵/۵	۵/۲۵*	۰/۰۰۱

* نشانه اختلاف معنی دار بین پیش آزمون و پس آزمون هر گروه در سطح $p < 0.05$.

همچنین برای مقایسه اثر دو نوع تمرین تداومی و تناوبی شدید در شاخص های Vo_2max ، vVo_2max و Tmax از آزمون t مستقل استفاده شد. بر اساس نتایج این آزمون، بین دو گروه تمرین تداومی و تناوبی شدید تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج آزمون t مستقل به منظور مقایسه تغییرات شاخص های Vo_2max و vVo_2max و Tmax در دو گروه تداومی و تناوبی شدید

متغیرها	t	p	میزان تفاوت	خطای استاندارد
Vo_2max (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	۰/۶۵	۰/۵۲	۰/۶۵	۱
vVo_2max (کیلومتر بر ساعت)	۰/۸۲	۰/۴۲	۰/۰۵	۰/۰۶
Tmax (ثانیه)	۱/۵۵	۰/۱۴	۱۳/۶۶	۸/۸

بحث

می شود. همچنین در مقایسه اثر تمرین تناوبی و تناوبی شدید بر VO_2max تفاوت معنی داری مشاهده نشد. به نظر می رسد هر دو گروه از مزایای تمرینات هوازی بهره برده اند. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش بورگومستر و دیگران (۲۰۰۸) و قره داغی و دیگران (۲۰۱۳) مبنی بر فقدان تفاوت معنی دار بین دو گروه تناوبی و تناوبی شدید در شاخص VO_2max پس از چهار هفته تمرین همخوانی دارد. هلگراد^۵ و دیگران (۲۰۱۰) گزارش کرده اند که تمرینات تناوبی بر سازگاری های محیطی و تمرینات تناوبی بر سازگاری های مرکزی موثرترند. به عبارت دیگر، هر دو شیوه تمرینی با سازوکارهای خاص خود می توانند موجب بهبود VO_2max شوند. از طرف دیگر، نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعه بیاتی و دیگران (۲۰۱۰) و اسپرلیچ و دیگران (۲۰۱۱) همخوانی ندارد. بیاتی و دیگران (۲۰۱۰) افزایش معنی دار VO_2max را در گروه تناوبی شدید نسبت به تناوبی در مردان فعال پس از ۴ هفته و اسپرلیچ و دیگران (۲۰۱۱) در فوتبالیست های ۱۴ ساله پس از ۵ هفته گزارش کرده اند. در این پژوهش ها تمام جلسات گروه تناوبی شدید به تمرینات HIIT اختصاص داشت. یکی از دلایل تفاوت در نتایج را می توان به پروتکل طراحی شده تمرینات مرتبط دانست. از آنجا که در مطالعات اشاره شده گروه تمرین تناوبی شدید تمام جلسات را به HIIT پرداخته اند، تاثیر افزایشی آن بر VO_2max بیشتر از تمرین تناوبی بوده است.

از دیگر نتایج به دست آمده این بود که vVO_2max در هر دو گروه به طور معنی دار افزایش یافت؛ اما بین دو گروه تفاوت معنی داری مشاهده نشد. میزان افزایش vVO_2max در گروه تناوبی ۶/۶ درصد و در گروه تناوبی شدید ۸/۷ درصد بود. این نتایج با یافته های بیلات^۶ (۲۰۰۱) که افزایش vVO_2max را پس از ۴ هفته در دوندگان ۵۰۰۰ متر و دمارله^۷ و دیگران (۲۰۰۳) که افزایش ۷ درصدی را در vVO_2max ورزشکاران تمرین کرده پس از ۴ هفته نشان دادند، همخوانی دارد. به نظر می رسد تمرینات منظم ۳۰ جلسه ای صبح و عصر قایقرانان ممکن است موجب هماهنگی بیشتر در حرکات دست و پا شود و در نهایت اقتصاد حرکت را بهبود بخشد.

نتایج پژوهش حاضر افزایش VO_2max را در هر دو گروه تناوبی و تناوبی شدید نشان داد، اما بین دو گروه تفاوت معنی داری مشاهده نشد. افزایش VO_2max دو گروه در پژوهش حاضر با نتایج مطالعه معتمدی و دیگران (۲۰۱۰) و اسفرجانی و لارسن (۲۰۰۷) همخوانی دارد، اما با یافته های جونز و کارتر^۱ (۲۰۰۰) و استیونز^۲ و دیگران (۲۰۱۵) ناهمسو است. فقدان تغییر معنی دار در پژوهش های اخیر ممکن است به دلیل کوتاه بودن طول دوره تمرین (۲ هفته) و تعداد کم جلسات تمرینی باشد. افزایش نتایج پژوهش حاضر افزایش VO_2max پس از تمرین تناوبی را می توان به عواملی چون برون ده قلبی و اختلاف اکسیژن خون سرخرگی - سیاهرگی نسبت داد. تمرین استقامتی باعث افزایش حجم پلاسما و خون می شود. بر اساس قانون فرانک-استارلینگ این افزایش حجم پلاسما و خون، باعث افزایش حجم ضربه ای و در نتیجه افزایش برون ده قلبی می شود. افزایش برون ده قلبی در دسترس بودن اکسیژن را افزایش می دهد و در نتیجه، VO_2max افزایش می یابد (ژو^۳ و دیگران، ۲۰۰۱). کرییر^۴ و دیگران (۲۰۰۴) در مطالعه ای اثر ۴ هفته تمرین تناوبی و تناوبی شدید را بر دوچرخه سواران بررسی کرد. سازگاری های قلبی - عروقی و VO_2max همه آزمودنی ها پس از این دوره تمرین، افزایش یافت. به نظر می رسد که در پژوهش حاضر، بکارگیری مداوم اغلب عضلات بدن برای طی کردن مسافت ۱۰ کیلومتری با شدت ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب در ورزش روئینگ، موجب استفاده غالب از دستگاه تامین انرژی هوازی شده و ممکن است ظرفیت اکسایشی عضلات و دانسیته مویرگی و میتوکندریایی را افزایش دهد. در نهایت تحویل اکسیژن به عضلات فعال افزایش یافته و VO_2max در دقیقه را تحت تاثیر قرار می دهد (سیلر و تانسن، ۲۰۰۹). از سوی دیگر، به نظر می رسد گروه تمرین تناوبی شدید که افزایش بیشتری در VO_2max داشته اند، علاوه بر مزایای تمرینات شدید، از جلسات تمرین تناوبی نیز بهره برده اند. احتمالاً علاوه بر افزایش سریع ظرفیت اکسایشی عضلات، سازگاری های عصبی - عضلانی می تواند یکی از دلایل افزایش VO_2max در این گروه باشد (لارسن و دیگران، ۲۰۰۵). آن ها گزارش کردند که ۴ هفته HIIT موجب افزایش معنی دار VO_2max

1. Jones & Carter

3. Zhou

5. Helgerud

7. Demarle

2. Stevens

4. Creer

6. Billat

افزایش همزمان VO_2max و اقتصاد حرکت می تواند منجر به افزایش $\dot{V}O_2max$ شود (اسفرجانی و لارسن، ۲۰۰۷). از سوی دیگر، موفقیت قایقرانان به حفظ سرعت بالای پاروونی آن ها در تمام مسافت ۲۰۰۰ متر مسابقه بستگی دارد؛ بنابراین علاوه بر متابولیسم هوازی، بهبود منابع انرژی بی هوازی شامل کراتین فسفات، ATP، اکسیژن ذخیره در میوگلوبین و گلیکولیز بی هوازی، ضروری به نظر می رسد (گیبالا و مک گی^۱، ۲۰۰۸). از آنجا که زمان رسیدن به واماندگی در قایقرانان افزایش داشت و با توجه به ارتباط بالای این شاخص با ظرفیت بی هوازی، ممکن است این عامل بر $\dot{V}O_2max$ گروه تناوبی شدید اثر گذاشته باشد (لارسن و دیگران، ۲۰۰۵). در این زمینه اظهار شده است که تا ۲ جلسه در هفته تمرینات تناوبی شدید با ۱۰۰ درصد VO_2max می تواند $\dot{V}O_2max$ را تغییر دهد (جونز و کارتر، ۲۰۰۰) و ورزشکارانی که دارای $\dot{V}O_2max$ بهتری هستند، احتمالاً بدون افزایش کسر اکسیژن، شروع سریع تری در فعالیت دارند (کریپر و دیگران، ۲۰۰۴). همچنین در مقایسه اثر تمرین تداومی و تناوبی شدید بر $\dot{V}O_2max$ تفاوت معنی داری مشاهده نشد؛ به نظر می رسد اگر فعالیت زیر بیشینه بتواند از طریق بهبود هماهنگی و کارایی حرکت، منجر به افزایش $\dot{V}O_2max$ در گروه تداومی شده باشد، تقریباً به همان اندازه ممکن است افزایش توان و ظرفیت بی هوازی، بهبود $\dot{V}O_2max$ در گروه تناوبی شدید در ایجاد کرده باشد. نتایج پژوهش حاضر با قره داغی (۲۰۱۳) و چمری^۲ و دیگران (۲۰۰۵) همخوانی دارد که با توجه به پروتکل ۴ هفته ای شامل یک جلسه تمرین تناوبی شدید در هفته در این پژوهش ها، قابل توجه است. همچنین مطالعاتی نظیر اسفرجانی و لارسن (۲۰۰۷) و بیلات (۲۰۰۱) که تمرینات تناوبی شدید و تداومی را در دوندگان استقامتی بررسی کرده اند، تفاوت معنی داری بین دو گروه گزارش شده است. به نظر می رسد که یکی از دلایل این اختلاف، اثر تعاملی سطح مهارتی آزمودنی ها با نوع پروتکل تمرینی باشد؛ بدین معنی که در پژوهش های اشاره شده، شرکت کنندگان افراد غیرنخبه بوده اند و سطح مهارت آن ها در حد ورزشکاران دانشگاهی بوده و تمریناتشان شامل ۳ جلسه تمرین تناوبی شدید در هر هفته، به مدت ۴ هفته بوده است. به نظر می رسد که سازگاری های مرتبط با $\dot{V}O_2max$ شامل کاهش دخالت سوخت و ساز بی هوازی در شروع فعالیت، افزایش آستانه لاکتات و آستانه تهویه ای و بهبود توان بی هوازی، افزایش مصرف چربی و جلوگیری از تخلیه

گلیکوژن می باشد (لارسن و دیگران، ۲۰۰۵). از طرف دیگر، $Tmax$ فقط در گروه تناوبی شدید، افزایش معنی داری داشت؛ در حالی که در گروه تداومی و همچنین بین دو گروه، تفاوت معنی داری مشاهده نشد. اگر چه زمان رسیدن به واماندگی در گروه تداومی افزایش داشت، اما این افزایش معنی دار نبود. این نتیجه با یافته های محمدزاده سلامت و رجبی (۲۰۱۱) و قره داغی و دیگران (۲۰۱۳) که افزایش معنی دار شاخص زمان رسیدن به واماندگی را طی پروتکل ۴ هفته ای در گروه تناوبی شدید گزارش کرده اند، همخوانی دارد. تمرینات تناوبی شدید با به کارگیری دستگاه گلیکولیتیک بی هوازی، می تواند منجر به بهبود ظرفیت بی هوازی شده و در نهایت، شاخص زمان واماندگی را افزایش دهد (بیلات، ۲۰۰۱). همچنین لارسن و دیگران (۲۰۰۵) افزایش $Tmax$ را به سازگاری های عصبی - عضلانی، افزایش آستانه لاکتات و آستانه تهویه ای به وجود آمده طی ۴ هفته تمرینات تناوبی شدید، مرتبط می دانند. از سوی دیگر، نتیجه به دست آمده مبنی بر عدم تفاوت معنی دار شاخص $Tmax$ بین گروه تمرین تداومی و تناوبی شدید، با یافته های قره داغی و دیگران (۲۰۱۳) همخوانی دارد، اما با یافته های اسفرجانی و لارسن (۲۰۰۷) که افزایش معنی دار زمان واماندگی در گروه تناوبی شدید نسبت به گروه تداومی را در دوندگان ۳۰۰۰ متر ۱ تا ۳ سال تمرین کرده پس از ۱۰ هفته گزارش کرده است؛ و یافته های فرلی^۳ و دیگران (۲۰۱۳) که تفاوت معنی داری را در شاخص $Tmax$ بین دو گروه دوندگان مرد تمرین کرده نشان داده است؛ همخوانی ندارد. در مطالعات ذکر شده مدت زمان تمرین ۱۰ و ۸ هفته بوده است و همچنین تمام جلسات در گروه تناوبی شدید، به صورت HIIT اجرا گردیده است؛ بنابراین به کارگیری بیشتر ظرفیت بی هوازی از طریق تمرین تناوبی شدید، افزایش $Tmax$ را در پی داشته است. در پژوهش حاضر، در گروه تداومی پروتکل پرفشار مسافت ۱۰ کیلومتر پاروونی طی ۱۰ جلسه تمرین هفتگی به صورت صبح و عصر در طول روز، به کارگیری منابع بی هوازی را به همراه داشته و بدین طریق، افزایش نزدیک به سطح معنی داری در $Tmax$ مشاهده گردید. همچنین شباهت ۸۰ درصدی جلسات گروه تناوبی شدید با گروه تداومی، احتمالاً نتوانسته زمان رسیدن به واماندگی را به حدی افزایش دهد که اختلاف معنی دار بین دو گروه ایجاد شود.

1. McGee
2. Chamari
3. Ferley

نتیجه گیری: به طور کلی هر دو روش تمرینی تداومی و تناوبی شدید توانستند مقادیر $\dot{V}O_2\max$ ، $\dot{V}O_2\max$ و T_{max} را افزایش دهند. گرچه در این شاخص ها بین دو گروه تفاوت معنی داری مشاهده نشد، اما بالاتر بودن مقادیر $\dot{V}O_2\max$ و $\dot{V}O_2\max$ و افزایش معنی دار در T_{max} گروه تناوبی شدید با توجه به نسبت ۲۰ درصدی این تمرینات، نشان از آن دارد که طراحی دوره های تمرینی تناوبی شدید برای قایقرانان نخبه، عملکرد بهتر آنان را به همراه داشته باشد.

قدردانی و تشکر

در پایان از تمام کسانی که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، به ویژه کادر فنی و قایقرانان روئینگ تیم ملی ایران کمال تشکر را داریم.

منابع

- Bayati, M., Gharakhanlou, R., Agha-Alinejad, H., & Farzad, B. (2010). The effect of 4 weeks of high-intensity interval training on selected physiological and metabolic indices in active men. *Sport Physiology*, 6(11), 107-124. [Persian]
- Berger, N.J., Tolfrey, K., Williams, A. G., & Jones, A.M. (2006). Influence of continuous and interval training on oxygen uptake on-kinetics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(3), 504-512.
- Billat, L.V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports Medicine*, 31(1), 13-31.
- Burgomaster, K.A., Heigenhauser, G.J., & Gibala, M.J. (2006). Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. *Journal of Applied Physiology*, 100(6), 2041-2047.
- Burgomaster, K.A., Howarth, K.R., Phillips, S.M., Rakobowchuk, M., MacDonald, M.J., McGee, S.L., & Gibala, M.J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*, 586(1), 151-160.
- Chamari, K., Hachana, Y., Kaouech, F., Jeddi, R., Moussa-Chamari, I., & Wisløff, U. (2005). Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 24-28.
- Creer, A.R., Ricard, M.D., Conlee, R.K., Hoyt, G.L., & Parcell, A.C. (2004). Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 25(2), 92-98.
- Demarle, A.P., Heugas, A.M., Slawinski, J.J., Tricot, V.M., Koralsztein, J.P., & Billat, V.L. (2003). Whichever the initial training status, any increase in velocity at lactate threshold appears as a major factor in improved time to exhaustion at the same severe velocity after training. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 111(2), 167-176.

- Denadai, B.S., Ortiz, M.J., & Mello, M.T.D. (2004). Physiological indexes associated with aerobic performance endurance runners: effects of race duration. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *10*(5), 401-404.
- Driller, M.W., Fell, J.W., Gregory, J.R., Shing, C.M., & Williams, A.D. (2009). The effects of high-intensity interval training in well-trained rowers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *4*(1), 110-121.
- Duffield, R., Edge, J., & Bishop, D. (2006). Effects of high-intensity interval training on the response during severe exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *9*(3), 249-255.
- Edge, J., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *European Journal of Applied Physiology*, *96*(1), 97-105.
- Esfarjani, F., & Laursen, P.B. (2007). Manipulating high-intensity interval training: Effects on, the lactate threshold and 3000m running performance in moderately trained males. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *10*(1), 27-35.
- Ferley, D.D., Osborn, R.W., & Vukovich, M.D. (2013). The Effects of uphill vs. level-grade high-intensity interval training on $\dot{V}O_{2max}$, V_{max} , VLT, and T_{max} in well-trained distance runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27*(6), 1549-1559.
- Gharedaghi, N., Kordi, R., & Gaeini, A. (2013). The Effect of four weeks of high intensity aerobic interval training (Hoff) on VO_{2max} , T_{max} and vVO_{2max} in Iranian soccer players. *Sport Biosciences*, *17*, 47-58. [Persian]
- 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.
- Gibala, M.J., Gillen, J. B., & Percival, M.E. (2014). Physiological and health-related adaptations to low-volume interval training: Influences of nutrition and sex. *Sports Medicine*, *44*(2), 127-137.
- Helgerud, J., Storen, O., & Hoff, J. (2010). Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance runners? *European Journal of Applied Physiology*, *108*(6), 1099-1105.
- Jones, A.M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, *9*(6), 373-386.
- 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 & Conditioning Research*, *19*(3), 527-533.
- Londeree, B.R. (1997). Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *29*(6), 837-843.

Mohammad-zadeh Salamat, K., & Rjabi, H. (2011). Effect of rise in resistance breathing process through a aerobic training period on time exhaustion and perceived exertion in non athletic subject. *Research in Sport Science Quarterly*, 6, 53-62. [Persian]

Motamedi, P., Rajabi, H., & Ebrahimi, E. (2010). The effect of interval and continuous training, aerobic and resistance on motor performance in endurance trained male runners. *Research in Sport Management and Motor Behavior*, 15, 46-59. [Persian]

Seiler, S., & Tønnessen, E. (2009). Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sportscience*, 13, 1-27.

Sheykhloovand, M., Gharaat, M., Khalili, E., & Agha-Alinejad, H. (2016). The effect of high-intensity interval training on ventilatory threshold and aerobic power in well-trained canoe polo athletes. *Science & Sports*. In press.

Sperlich, B., De Marées, M., Koehler, K., Linville, J., Holmberg, H.C., & Mester, J. (2011). Effects of 5 weeks of high-intensity interval training vs. volume training in 14-year-old soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1271-1278.

Stevens, A.W., Olver, T.T., & Lemon, P. W. (2015). Incorporating sprint training with endurance training improves anaerobic capacity and 2,000-m erg performance in trained oarsmen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 22-28.

Trent, L.W., Cronin, J.B., & McGuigan, M.R. (2014). Strength tests for elite rowers: low-or high-repetition? *Journal Sports Sciences*, 32(8), 701-709.

Weston, A.R., Myburgh, K.H., Lindsay, F.H., Dennis, S.C., Noakes, T.D., & Hawley, J.A. (1996). Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 75(1), 7-13.

Zhou, B., Conlee, R.K., Jensen, R., Fellingham, G.W., George, J., & Fisher, A.G. (2001). Stroke volume does not plateau during graded exercise in elite male distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1849-1854.

Abstract**Comparison of the effects of continuous and high intensity interval training on aerobic performance in elite male rowers**Asieh Mirzaaghajani¹, Hasan Alikhani^{2*}, Zahra Hojjati³, Mohammadali Gharaat⁴

1. MS.c in Exercise Physiology, Rasht Branch, Islamic Azad University
2. Assistant Professor, Lahijan Branch, Islamic Azad University
3. Assistant Professor, Rasht Branch, Islamic Azad University
4. Ph.D Student in Exercise Physiology, Shahid Rajeai University

Background and Aim: Since the use of interval training could be affected on aerobic performance, the effects of two types of continuous and high intensity interval training on aerobic performance in elite rowers were discussed in the present study. **Materials and Methods:** Among sixty elite male rowers that participated in inter-country rowing championship, eighteen rowers (who selected as Iran national team members) divided randomly into two groups (continuous training and high intensity interval training). Rowing ergometer (Concept 2 model) and gas analyzer device was used, moreover simultaneously physiological factors measured ($VO_2\max$ and $\dot{V}O_2\max$ with gas analyzer, T_{\max} with chronometer). The training protocol in continuous group was consisted of 10 km rowing for three weeks (10 sessions per week) with 70-75% of maximum heart rate. High intensity interval (HIIT) group was done 8 sessions of continuous training per week plus 2 sessions of HIIT (including 6 sets X 1 minute ergo performance X 100% $\dot{V}O_2\max$). To analyze data, t-test was used to compare the differences within and between groups and the level of significance was set as $p < 0.05$. **Results:** In both continuous and HIIT groups significant increase was observed in $VO_2\max$ ($p=0.01$, $p=0.001$ respectively) and $\dot{V}O_2\max$ ($p=0.02$, $p=0.004$ respectively) in post-test. Moreover, the T_{\max} was increased in the HIIT group significantly ($p=0.001$). The results of independent t-test in $VO_2\max$ ($p=0.52$), $\dot{V}O_2\max$ ($p=0.42$) and T_{\max} ($p=0.14$) did not show any significant differences. **Conclusion:** These findings showed although both types of training schedules improved $VO_2\max$ and $\dot{V}O_2\max$; however improvement rate after HIIT training was no significantly higher. With accounting of only 20 percent of high intensity interval training sessions, a definitive statement about comparing the two types of exercises, further study needs.

Keywords: Continuous training, High intensity interval training, Aerobic performance, Rowing.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 4, no. 7, Spring & Summer 2016

Received: Jul 11, 2015

Accepted: Nov 30, 2015

* Corresponding Author, Address: Lahijan, Khorramshahr Street, 10 m Sadeghieh, 3 Alley, Green building, unit 3.
E-mail: alikhanihasan@yahoo.com