

اثر دو نوع تمرین تناوبی شدید بر شاخص های عملکردی و خونی پاروزنان مرد نخبه

محمدعلی قرائت^{*}، علی رضا رضانی^۲

۱. دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، تهران، ایران.

۲. دانشیار دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: تمرینات تناوبی اثرات متفاوتی بر شاخص های فیزیولوژیک و عملکردی ورزشکاران دارد. همچنین اثرات متنوعی بر عوامل خونی موثر بر عملکرد در پی این تمرینات گزارش گردیده است. بنابراین، مطالعه حاضر قصد دارد به بررسی اثر دو نوع تمرین تناوبی بر شاخص های عملکردی و عوامل خونی پاروزنان نخبه مرد و مقایسه آن با تمرین سنتی بپردازد. **روش تحقیق:** تعداد ۳۰ پاروزن نخبه با میانگین سنی $30 \pm 22/40$ سال، حاضر در اردوهای ملی در سال ۱۳۹۳ به طور تصادفی در سه گروه تمرین تناوبی فزآینده، تناوبی یکنواخت و سنتی استقامتی قرار گرفتند. اکسیژن مصرفی بیشینه، میانگین سرعت ارگومتر (vRmax)، بیشترین زمان فعالیت ارگومتر در سرعت میانگین (TvRmax)، ضربان قلب و لاکتات خون پس از آزمون بیشترین زمان فعالیت ارگومتر در دو مرحله پیش و پس از آزمون اندازه گیری شدند. دوره تمرین در سه گروه تناوبی فزآینده، تناوبی یکنواخت و سنتی؛ ۸ هفته طول کشید. شاخص های خونی شامل سلول های قرمز خون، هماتوکریت، هموگلوبین و میانگین تخریب هموگلوبین با دستگاه آنالیزگر خون اندازه گیری شدند. از روش تحلیل واریانس یک سویه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی داری $p < 0/05$ برای استخراج نتایج استفاده شد.

یافته ها: بهبود معنی داری در اکسیژن مصرفی بیشینه (به ترتیب با $p = 0/001$ و $p = 0/03$ ، $vRmax$ و $p = 0/02$) و $TvRmax$ (به ترتیب با $p = 0/03$ و $p = 0/01$) در دو گروه تمرین فزآینده و یکنواخت مشاهده شد. میانگین برون ده توان نیز در گروه تمرین فزآینده ($p = 0/02$) و یکنواخت ($p = 0/03$) بهبود یافت؛ اما تغییرات در عوامل هموریولوژیک بین سه گروه تفاوت معنی داری نداشت ($p > 0/05$).

نتیجه گیری: تمرینات تناوبی فزآینده و یکنواخت موجب ارتقای سطح عملکرد پاروزنان می گردند؛ اما تمرین تناوبی فزآینده در میزان تحمل فعالیت شدید در آستانه لاکتات، بهبودی بیشتری ایجاد می کند.

واژه های کلیدی: تمرین تناوبی، هموریولوژی، آستانه لاکتات، پاروزنان نخبه.

مقدمه

قرمز، تغییر در میزان هماتوکریت و تعداد هموگلوبین در ارتباط است (السید، ۱۹۸۸؛ السید و دیگران، ۲۰۰۵). همچنین اثرات طولانی مدت ورزش، سیالیت خون را بهبود می بخشد (سوری و دیگران، ۲۰۰۷). به خوبی مشخص شده که ورزش و فعالیت بدنی بر کاهش غلظت هموگلوبین موثر است؛ با این حال، عوامل موثر بر تغییرات هماتولوژی بعد از ورزش های شدید به طور کامل روشن نیست (شیپر^{۱۹} و دیگران، ۱۹۸۵).

از دیدگاه سنتی، آنچه بیشتر از این در ورزش های استقامتی مرسوم بوده، استفاده مربیان از جلسات تمرینی با حجم بالا می باشد. هر چند اضافه بار برای پیشرفت در چنین ورزش هایی ضروری است، اما تمرین بیش از حد^{۲۰} در برخی موارد می تواند موجب ایجاد آسیب های عضلانی و تخریب عوامل خونی شود که نه تنها عملکرد را در ورزشکاران نخبه تغییر نمی دهد، بلکه منجر به کاهش توان عملکردی ورزشکاران می گردد (بیشاپ^{۲۱} و دیگران، ۲۰۰۸). بنابراین، یافتن روش های تمرینی بهینه که هم از میزان آسیب ها کاسته و هم عملکرد را بهبود بخشد، جای بحث و مطالعه بیشتر دارد.

تمرین تناوبی یکی از موثرترین شیوه های تمرینی است که ابعاد مختلف بیوشیمیایی، فیزیولوژیک و عملکردی ورزشکاران را تحت تاثیر قرار می دهد (بنتلی و دیگران، ۲۰۰۱؛ دریلر و دیگران، ۲۰۰۹). تمرینات تناوبی دامنه وسیعی از پروتکل های تمرینی را شامل می شود که با توجه به شدت، مدت فعالیت یا ریکاوری، تعداد و هله ها در یک جلسه تمرینی یا تعداد جلسات تمرین در هفته؛ تغییر می کند. برخی از پروتکل های این تمرینات در رشته های ورزشی همچون دویدن، دوچرخه سواری، شنا، فوتبال، اسکیت و مورد بررسی قرار گرفته است (اسفرجانی و لارسن، ۲۰۰۷؛ شیخلووند^{۲۲} و دیگران، ۲۰۱۵). در این میان، پارونزی (روئینگ) رشته ای است که به دلیل بکارگیری سیستم های انرژی مختلف در طول مسابقه، از ویژگی های منحصر به فردی برخوردار بوده و با توجه به کمبود مطالعه در مورد آن؛ جای بررسی بیشتری دارد (میرزا آقاجانی و دیگران، ۲۰۱۶).

بهبود عملکرد در ورزشکاران نخبه به آسانی بدست نمی آید و افزایش حجم تمرین ممکن است تاثیر مورد انتظار را در ارتقای سطح عملکرد ورزشکاران نخبه نداشته باشد. بنابراین، مربیان باید راه های جدیدی را جهت ارتقای سطوح فیزیولوژیک، هماتولوژیک و عملکردی این ورزشکاران ببینند (بروس^۱ و دیگران، ۲۰۰۰؛ دریلر^۲ و دیگران، ۲۰۰۹). در برخی مطالعات پیشین به افزایش سطح عملکرد استقامتی در پی انجام تمرینات تناوبی شدید اشاره گردیده است. این بهبود عملکرد استقامتی در پی تغییرات اکسیژن مصرفی بیشینه^۳ (VO_{2max})، آستانه بی هوازی^۴ (AT) و اقتصاد حرکت به دست می آید (بنتلی^۵ و دیگران، ۲۰۰۱). برخی از این تحقیقات، اثرات تمرین تناوبی در برخی رشته های استقامتی را بر اساس اکسیژن مصرفی بیشینه، برون ده توان^۶ بیشینه (PPO)، میانگین برون ده توان^۷ (MPO)، آستانه لاکتات^۸ (LT)، میانگین سرعت رسیدن به اکسیژن مصرفی بیشینه^۹ (VO_{2max}) و زمان بیشینه فعالیت با سرعت رسیدن به اکسیژن مصرفی بیشینه^{۱۰} ($TvVO_{2max}$) بر سازگاری های فیزیولوژیک و هموریولوژیک^{۱۱} بررسی نموده اند (استپتو^{۱۲} و دیگران، ۱۹۹۹؛ اسفرجانی و لارسن^{۱۳}، ۲۰۰۷؛ اسکینر^{۱۴} و دیگران، ۲۰۱۰). همچنین سازگاری های عصبی، افزایش فعالیت آنزیم های بی هوازی (مک دوگال^{۱۵} و دیگران، ۱۹۹۸)، افزایش غلظت فسفوکراتین در عضلات (روداس^{۱۶} و دیگران، ۲۰۰۰) و تغییر خصوصیات فیبرهای عضلانی کند انقباض به تند انقباض در پی انجام تمرینات تناوبی مشاهده شده است (مک دوگال و دیگران، ۱۹۹۸؛ روداس و دیگران، ۲۰۰۰؛ فرزاد و دیگران، ۲۰۱۱). از طرفی، تغییرات عوامل موثر بر ریولوژی خون بر انتشار اکسیژن در بافت میوکارد به نسبت بافت عضله اسکلتی، اثر مثبت دارد. همچنین مطالعات گزارش نموده اند که اثرات کاهش یا افزایش تغییر شکل سلول های قرمز و تجمع آن ها هنگام نارسایی های عروقی نظیر تنگی کرونر و آرترواسکلروزیس^{۱۷} مشهود می باشد (السید^{۱۸} و دیگران، ۲۰۰۵؛ سوری و دیگران، ۲۰۰۷). حال آن که بهبود عملکرد ورزشی با افزایش سلول های

1. Bruce
2. Driller
3. Maximal oxygen uptake
4. Anaerobic threshold
5. Bentley
6. Peak power output
7. Mean power output
8. Lactate threshold

9. Velocity to achieve VO_{2max}
10. Time of working in velocity to achieve VO_{2max} in Rowing
11. Hemorheologic
12. Stepto
13. Esfarjani & Laursen
14. Skinner
15. MacDougall
16. Rodas

17. Atherosclerosis
18. El-Sayed
19. Shaper
20. Over training
21. Bishop
22. Sheykhlouvand

شامل میانگین سنی $22/40 \pm 3/60$ سال، قد $187/40 \pm 5/90$ سانتی متر، وزن $83/70 \pm 8/70$ کیلوگرم و درصد چربی $8/70 \pm 2/30$ بودند. از همه پاروزنان موافقتنامه کتبی جهت شرکت در آزمون دریافت گردید. روش تحقیق بر اساس توافق نامه هلسینکی بود و توسط کمیته اخلاق دانشگاه تربیت مدرس مورد تایید قرار گرفت. متغیرهای وابسته در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون اندازه‌گیری شدند. نمونه های خونی توسط سرنج مخصوص جمع آوری گردید و در تیوب حاوی EDTA جهت اندازه‌گیری شاخص های خونی ریخته شد.

آزمون توان بی هوازی: شاخص PPO و MPO توسط یک مرحله تلاش ۳۰ ثانیه‌ای بیشینه (آزمون وینگیت^۱) روی چرخ کارسنج مونارک^۴ مدل EA۹۴، ساخت کشور سوئد و با بکارگیری وزنه ای معادل $0/075$ کیلوگرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن؛ اندازه‌گیری شد (مک دوگال و دیگران، ۱۹۹۸). از پاروزنان خواسته شد تا با حداکثر سرعت ممکن پدال بزنند و پس از رسیدن به حداکثر سرعت، وزنه اعمال شد. پاروزنان به طور کلامی به ادامه فعالیت با بیشترین سرعت ممکن برای مدت ۳۰ ثانیه تشویق می‌شدند (فرزاد و دیگران، ۲۰۱۱). در پایان آزمون، متغیرهای برون ده توان ثبت گردید.

نحوه اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی بیشینه: میزان VO_{2max} با استفاده از پروتکل فاکس و کاستیل^۵ که برای ورزشکاران نخبه طراحی گردیده، اندازه‌گیری شد. در این پروتکل، پاروزنان پس از ۷ دقیقه گرم کردن روی نوارگردان، شروع به دویدن با سرعت ثابت $14/30$ کیلومتر بر ساعت نمودند. شیب دستگاه ابتدا روی صفر قرار داشت، اما هر ۲ دقیقه به میزان ۲ درجه به آن افزوده شد. مدت زمان تحمل ادامه دویدن هر ورزشکار ثبت گردید و بر اساس آن، میزان VO_{2max} بدست آمد (روبرگز، ۲۰۰۷).

نحوه سنجش شاخص های هموریولوژیک: تعداد کل سلول‌های خونی، گلبول های قرمز^۶ (RBC)، هموگلوبین^۷ (Hb)، هماتوکریت^۸ (Hc) و میانگین تخریب هموگلوبین^۹ (MCH) در دو مرحله پیش از آغاز دوره تمرین و پس از اتمام دوره تمرینی، توسط دستگاه آنالیزگر خون مدل دیاترون ساخت کشور مجارستان^{۱۰} به روش شمارش سلولی محاسبه گردید. همچنین از انگشت اشاره در حالت استراحت و ۳ دقیقه پس از اجرای آزمون

برای یک مسابقه ۲۰۰۰ متر پاروزنی، استقامت در توان غالب است (سچر^۱، ۱۹۹۳؛ روبرگز^۲، ۲۰۰۷). مسابقه پاروزنی ۲۰۰۰ متر (با توجه به نوع قایق) به مقدار تقریبی ۲۴۰-۲۲۰ پارو در کل زمان فعالیت نیاز دارد، عضلات را برای مدت ۳۳۰ الی ۴۵۰ ثانیه به کار می‌گیرد و می‌تواند به عنوان یک فعالیت استقامتی کوتاه مدت با شدت بالا دسته بندی شود (بروس و دیگران، ۲۰۰۰؛ دریلر و دیگران، ۲۰۰۹؛ قرائت و دیگران، ۲۰۱۶). در این فعالیت، پاروزنان از ۷۰ تا ۷۵ درصد سیستم هوازی و ۲۵ تا ۳۰ درصد سیستم بی هوازی بهره می‌برند (قرائت و دیگران، ۲۰۱۶). تمرینات یکنواخت پاروزنی بیشترین سهم را در برنامه‌های سالانه پاروزنان نخبه دارد؛ حال آن که انجام تمرین در شدت برابر یا بیشتر از شدت مسابقه، ممکن است به کسب آمادگی لازم جهت تحمل لاکتات و بهبود رکورد ورزشکار کمک نماید و منجر به ایجاد سازگاری های هموریولوژیک متفاوت بر اساس شیوه های متنوع تمرین شود (دریلر و دیگران، ۲۰۰۹؛ قرائت و دیگران، ۲۰۱۶؛ میرزا آقاجانی و دیگران، ۲۰۱۶).

انتظار می رود تمرینات تناوبی با شدت ها و حجم های مختلف اثرات متفاوتی بر عوامل عملکردی و فیزیولوژیک ورزشکاران نخبه روئینگ داشته باشند و با توجه به این که بهبود عوامل خونی خود می‌تواند عملکرد پاروزنان نخبه را تحت تاثیر قرار دهد؛ در مطالعات گذشته، کمتر به اثرات هموریولوژیک و عملکردی پروتکل های مختلف تمرینات تناوبی در پاروزنان پرداخته شده است. از این رو، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر دو نوع تمرین تناوبی گوناگون بر شاخص های عملکردی و خونی پاروزنان مرد نخبه به اجرا درآمد تا موثرترین و بهترین روش تمرین تناوبی برای کمک به این ورزشکاران روشن تر شود.

روش تحقیق

پژوهش پیش رو از نوع مطالعات نیمه تجربی با رویکرد کاربردی است. از بین پاروزنان مرد شرکت کننده در مسابقات قهرمانی ایران، تعداد ۳۰ پاروزن نخبه که طی یک سال قبل از مطالعه به تیم ملی جوانان یا بزرگسال دعوت شده و در حال تمرین مستمر سنتی روئینگ بودند (سال ۱۳۹۳)، جهت شرکت در این مطالعه داوطلب شدند و به طور تصادفی در سه گروه ۱۰ نفری شامل گروه تمرین استقامتی، گروه تناوبی فزاینده و گروه تناوبی یکنواخت قرار گرفتند. شرکت کنندگان دارای ویژگی های فردی

1. Secher
2. Robergs
3. Wingate test

4. Monark
5. Fax & Costill
6. Red blood cell

7. Hemoglobulin
8. Hematocrit
9. Mean corpuscular hemoglobin

10. Diatron, Abacus C, Hungary

پروتکل های تمرین: در مطالعه حاضر، سه شیوه تمرینی مختلف به مدت ۸ هفته با تکرار ۴ جلسه در هفته بکار گرفته شد (جدول ۱). گروه تناوبی فزآینده در هر جلسه، ۶ وهله تمرینی ۲ دقیقه‌ای را اجرا کردند، بدین صورت که تمرین با شدت ۹۰ درصد vRmax آغاز شد و در هر وهله ۲ دقیقه‌ای، ۵ درصد بر میزان آن افزوده گردید (به ترتیب ۹۰، ۹۵، ۱۰۰، ۱۰۵، ۱۱۰ و ۱۱۵ درصد vRmax). دوره های استراحت فعال ۲ دقیقه‌ای با شدت ۴۰ درصد vRmax بین وهله‌های تمرینی در نظر گرفته شد. گروه تمرین تناوبی یکنواخت تعداد ۶ وهله ۲ دقیقه‌ای با شدت ثابت ۱۰۵ درصد vRmax را با استراحت فعال ۲ دقیقه‌ای با شدت ۴۰ درصد vRmax اجرا کردند (شیخولوند و دیگران، ۲۰۱۶). در گروه تمرین سنتی، جلسات تمرینی با توجه به میزان کالری مصرفی میانگین در دو پروتکل تمرینی پیشین و معادل ۷۵ درصد vRmax (اسفرجانی و لارسن، ۲۰۰۷) طراحی گردید، به گونه ای که ۴۰ دقیقه تمرین مداوم روی ارگومتر بدون استراحت به صورت ایزوکالریک اعمال شد (جدول ۱).

روی دستگاه ارگومتر پاروزنی، نمونه گیری خونی انجام شد تا میزان لاکتات خون توسط دستگاه لاکتومتر مدل اسکوت ساخت کشور آلمان^۱ اندازه گیری شود.

روش تعیین میزان میانگین سرعت ارگومتر در ۴ دقیقه^۲ (vRmax) و بیشترین زمان فعالیت روی ارگومتر با میانگین سرعت^۳ (TvRmax): آزمون ۴ دقیقه روی ارگومتر پاروزنی با ریتم میانگین ۲۸ ضربه در دقیقه و بیشترین توان دلخواه^۴ (P@4min@Str28) انجام شد و نتایج عملکردی شامل مسافت، MPO و PPO ثبت گردید (دریبلر و دیگران، ۲۰۰۹). در روز بعد، با استفاده از vRmax، میزان TvRmax هر ورزشکار محاسبه شد. این آزمون ها شبیه بدست آوردن میزان vVO_{2max} و $vTVO_{2max}$ روی نوارگردان است که در آزمون های مختلف پاروزنی مورد استفاده قرار می گیرد (سچر و دیگران، ۱۹۸۲؛ سچر، ۱۹۹۳). در کلیه آزمون ها از یک نوع مشابه دستگاه ارگومتر پاروزنی^۵ استفاده گردید.

جدول ۱. شدت و مدت برنامه های تمرینی تناوبی فزآینده، یکنواخت و استقامتی سنتی به اجرا در آمده

وَهله های تمرین		وَهله ۱		وَهله ۲		وَهله ۳		وَهله ۴		وَهله ۵		وَهله ۶	
نوع تمرین		استراحت	فعالیت	استراحت	فعالیت	استراحت	فعالیت	استراحت	فعالیت	استراحت	فعالیت	استراحت	فعالیت
تناوبی فزآینده	شدت تمرین (vRmax/%)	۹۰٪	۹۵٪	۴۰٪	۹۵٪	۴۰٪	۱۰۰٪	۴۰٪	۱۰۵٪	۴۰٪	۱۱۰٪	۴۰٪	۱۱۵٪
	مدت زمان	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه
تناوبی یکنواخت	شدت تمرین (vRmax/%)	۱۰۵٪	۱۰۵٪	۴۰٪	۱۰۵٪	۴۰٪	۱۰۵٪	۴۰٪	۱۰۵٪	۴۰٪	۱۰۵٪	۴۰٪	۱۰۵٪
	مدت زمان	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه	۲ دقیقه
۴۰ دقیقه تمرین روی دستگاه ارگومتر پاروزنی با ریتم ۱۸ ضربه در دقیقه و شدت ۷۵ درصد vRmax سنتی													

شد. بررسی تفاوت های بین گروهی نیز با آزمون تحلیل واریانس یک سویه^۶ و در صورت وجود تفاوت معنی دار، با آزمون تعقیبی توکی^۹ صورت گرفت. کلیه آزمون ها در سطح معنی داری $p < 0.05$ انجام شدند و تمامی تحلیل های آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ به اجرا درآمدند.

روش های تجزیه و تحلیل آماری: کلیه یافته های مطالعه حاضر به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد بیان گردیده اند. جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف^۷ استفاده شد. برای بررسی وجود تفاوت های درون گروهی از آزمون t وابسته^۸ بهره برداری

1. Lactate Scout, Senslab GmbH Leipzig, Germany

2. Velocity to achieve VO_{2max} in rowing

3. Time of working in velocity to achieve VO_{2max} in rowing

4. Power at 4 minutes rowing with 28 strokes per minute

5. Concept II model B, morrisville, VT

6. Kolmogrov- Smirnov test

7. Paired t-test

8. One-way ANOVA

9. Tukey

یافته‌ها

در اجرای گروه تمرین فزآینده ($p=0/01$) و یکنواخت ($p=0/01$) در پس‌آزمون نسبت به گروه استقامتی سنتی بود. نتایج حاصل از بررسی تغییرات PPO تفاوت معنی داری بین گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان نداد ($p>0/05$)؛ اما مقایسه این شاخص درون گروه‌ها، افزایش معنی داری در گروه تمرین استقامتی سنتی ($p=0/04$ و $t=2/83$)، تناوبی فزآینده ($p=0/01$ و $t=2/09$) و تناوبی یکنواخت ($p=0/02$) و $t=2/58$) نشان داد. از طرف دیگر، نتایج پس‌آزمون MPO نشان داد که این شاخص پس از تمرین تناوبی فزآینده ($p=0/01$) و $t=4/61$)، یکنواخت ($p=0/02$ و $t=3/59$) و استقامتی سنتی ($p=0/04$ و $t=4/18$)؛ نسبت به پیش‌آزمون به طور معنی دار افزایش یافته است. این در حالی بود که تغییرات درون گروهی این شاخص نیز افزایش معنی دار آماری ($p=0/02$) و $F_{2,28}=4/41$) در مرحله پس‌آزمون در گروه تناوبی فزآینده و تناوبی یکنواخت نسبت به گروه استقامتی سنتی نشان داد (به ترتیب با $p=0/02$ و $p=0/03$). علیرغم همه این‌ها، ضریب قلب پس از اتمام آزمون TvRmax در پس‌آزمون سه گروه نسبت به پیش‌آزمون، تغییر معنی داری ($p>0/05$) نداشت.

در مورد VO_{2max} ، با بررسی نتایج درون گروهی، افزایش معنی داری در پس‌آزمون گروه تناوبی فزآینده نسبت به پیش‌آزمون مشاهده گردید ($p=0/04$ و $t=6/5$)، همچنین تفاوت معنی داری بین گروه‌ها، در پس‌آزمون مشاهده شد ($p=0/03$ و $F_{2,28}=6/75$)، این تفاوت‌ها در گروه تمرین استقامتی سنتی با تناوبی فزآینده و یکنواخت معنی دار بود (به ترتیب با $p=0/001$ و $p=0/03$)، همچنین نتایج درون گروهی، افزایش معنی داری در $vRmax$ در پس‌آزمون گروه تناوبی فزآینده ($p=0/01$ و $t=2/78$) و یکنواخت ($p=0/01$ و $t=3/31$) نسبت به پیش‌آزمون را نشان داد. تفاوت بین گروهی در $vRmax$ ، افزایش معنی داری ($p=0/02$ و $F_{2,28}=4/34$) را پس از اجرای هر دو تمرین تناوبی فزآینده و یکنواخت (به ترتیب با $p=0/01$ و $p=0/01$) نسبت به تمرین استقامتی نشان داد؛ این در حالی بود که داده‌های حاصل از پیش‌آزمون بین سه گروه تفاوت معنی دار آماری نداشت ($p>0/05$). به علاوه، مقایسه درون گروهی افزایش معنی دار $TvRmax$ در پس‌آزمون دو گروه تناوبی فزآینده ($p=0/001$ و $t=3/59$) و یکنواخت ($p=0/02$ و $t=2/72$) را نشان داد. تفاوت‌های بین گروهی نیز حاکی از افزایش معنی دار ($p=0/03$ و $F_{2,28}=3/98$)

جدول ۲. توصیف شاخص‌های عملکردی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های مختلف در پاروزنان نخبه

متغیرها	فاز عملکرد	تمرین استقامتی سنتی	تمرین تناوبی فزآینده	تمرین تناوبی یکنواخت
VO_{2max} (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)	پیش‌آزمون	$55/34 \pm 2/32$	$54/86 \pm 3/42$	$56/11 \pm 3/12$
	پس‌آزمون	$58/18 \pm 4/28$	$61/75 \pm 3/91$	$59/85 \pm 3/55$
$V Rmax$ (متر بر ثانیه)	پیش‌آزمون	$4/95 \pm 0/11$	$4/975 \pm 0/09$	$4/94 \pm 0/12$
	پس‌آزمون	$5/02 \pm 0/13$	$5/11 \pm 0/12$	$5/09 \pm 0/11$
$T vRmax$ (ثانیه)	پیش‌آزمون	$311/22 \pm 14/25$	$317/33 \pm 17/82$	$319/56 \pm 14/52$
	پس‌آزمون	$328/54 \pm 14/67$	$351/03 \pm 11/54$	$347/11 \pm 12/89$
PPO (وات)	پیش‌آزمون	$493/07 \pm 11/31$	$488/91 \pm 12/96$	$492/2 \pm 6/76$
	پس‌آزمون	$517/76 \pm 8/59$	$536/87 \pm 16/41$	$527/12 \pm 14/21$
MPO (وات)	پیش‌آزمون	$382/32 \pm 12/79$	$383/21 \pm 11/72$	$378/53 \pm 11/22$
	پس‌آزمون	$437/56 \pm 14/32$	$459/01 \pm 16/72$	$455/11 \pm 15/67$
$HR@v Rmax$	پیش‌آزمون	$171/13 \pm 6/20$	$174/11 \pm 5/32$	$176/32 \pm 7/28$
	پس‌آزمون	$169/32 \pm 11/34$	$169/16 \pm 11/51$	$168/98 \pm 12/12$

میزان RBC در پیش‌آزمون و پس‌آزمون سه گروه شرکت‌کننده تفاوت معنی‌دار نداشت ($p > 0.05$). همچنین با مقایسه درون‌گروهی تفاوت معنی‌داری بین قبل و بعد از دوره تمرینی در این شاخص مشاهده نشد ($p > 0.05$). نتایج حاصل از اندازه‌گیری Hb، درصد هماتوکریت و MCH نیز تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تمرین تناوبی و تمرین استقامتی سنتی نشان‌دهنده

($p > 0.05$) و تغییرات درون‌گروهی نیز معنی‌دار نبودند ($p > 0.05$). میزان لاکتات و ضربان قلب در TvRmax نیز در قبل و بعد از دوره تمرینی بین سه گروه مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت ($p > 0.05$) و تغییرات درون‌گروهی معنی‌داری هم بدست نیامد ($p > 0.05$).

جدول ۳. توصیف شاخص های هموریولوژیکی در مراحل مختلف در سه گروه تمرینی

شاخص خونی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	استقامتی سنتی	تناوبی فزاینده	تناوبی یکنواخت
RBC (گرم/میلی لیتر خون)	۴/۶۵ ± ۰/۱۲	۴/۸۳ ± ۰/۱۲	۴/۶۵ ± ۰/۱۲	۴/۵۱ ± ۰/۰۹	۴/۸۱ ± ۰/۱۲
Hb (گرم/دسی لیتر)	۱۴/۱۴ ± ۰/۳۲	۱۴/۲۳ ± ۰/۳۱	۱۴/۱۴ ± ۰/۳۲	۱۳/۹۰ ± ۰/۲۵	۱۳/۷۵ ± ۰/۳۲
Hc (درصد)	۴۰/۹۵ ± ۱/۴۲	۳۹/۷۱ ± ۰/۷۱	۴۰/۹۵ ± ۱/۴۲	۴۰/۰۱ ± ۰/۸۲	۳۹/۴۸ ± ۰/۷۳
MCH (پیکوگرم)	۲۸/۶۲ ± ۰/۴۶	۲۹/۳۷ ± ۰/۵۲	۲۸/۶۲ ± ۰/۴۶	۲۸/۹۸ ± ۰/۷۱	۲۹/۳۱ ± ۰/۳۷
LA@T vRmax (میلی مول/لیتر)	۱۳/۰۵ ± ۰/۶۹	۱۴/۳۲ ± ۱/۹۱	۱۳/۰۵ ± ۰/۶۹	۱۴/۳۳ ± ۰/۹۸	۱۴/۸۹ ± ۰/۳۹
					۱۴/۶۷ ± ۲/۱۱

بحث

هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی اثر دو شیوه متفاوت تمرین تناوبی شدید بر شاخص های عملکردی و عوامل خونی پاروزنان نخبه تیم ملی پاروزنی (روئینگ) و مقایسه آن ها با تمرینات استقامتی سنتی بود. نتایج بدست آمده در مورد شاخص های عملکردی نشان داد که VO_{2max} در نتیجه هر سه تمرین افزایش یافته است؛ اما این تغییر در گروه تناوبی فزاینده بیشتر بود. افزایش VO_{2max} به دنبال هر دو نوع تمرین تناوبی یا استقامتی با تحقیقات پیشین همخوانی دارد (کنتا و هاسمن^۱، ۱۹۹۸؛ مک دوگال و دیگران، ۱۹۹۸؛ دریلر و دیگران، ۲۰۰۹). در همین راستا، گزارشات پژوهش های پیشین حاکی از آن است که انجام یک دوره تمرین استقامتی روی ارگومتر پاروزنی موجب بهبود توان هوازی می‌شود (دریلر و دیگران، ۲۰۰۹؛ میرزا آقاجانی و دیگران، ۲۰۱۶)؛ این بهبودها ممکن است در نتیجه افزایش برون ده قلبی و برداشت بیشتر اکسیژن از خون باشد (میرزا آقاجانی و دیگران، ۲۰۱۶). اما نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرین

تناوبی ارگومتر پاروزنی تغییرات بیشتری در VO_{2max} نسبت به تمرین استقامتی ایجاد نموده است. این بهبود عملکرد می‌تواند بدلیل سازگاری های مرکزی همچون افزایش حجم ضربه ای و حجم خون بازگشتی به قلب بوده یا از سازگاری محیطی با برداشت بیشتر اکسیژن خون توسط عضلات فعال نشات گیرد (استپتو و دیگران، ۱۹۹۹؛ فرزاد و دیگران، ۲۰۱۱). همچنین افزایش تعداد میتوکندری یا عملکرد پمپ کلسیم به عنوان عوامل درگیر در بهبود VO_{2max} مطرح شده اند (مک دوگال و دیگران، ۱۹۹۸).

دو شاخص vRmax و TvRmax پس از هر دو نوع تمرین تناوبی (فزاینده و یکنواخت) نسبت به گروه تمرین استقامتی سنتی افزایش یافتند. این افزایش با گزارش های قبلی که افزایش vVO_{2max} را در دیگر ورزش ها در پی انجام تمرینات تناوبی گزارش نموده اند، همخوانی دارد (بنتلی و دیگران، ۲۰۰۱؛ احمدی زاد و السید، ۲۰۰۵؛ بیشاپ و دیگران، ۲۰۰۸). محققین دلیل افزایش vVO_{2max} را سازگاری های عصبی و افزایش اقتصاد

یون H^+ دیرتر شروع به تجمع نموده است (قرائت و دیگران، ۲۰۱۶؛ شیخلووند و دیگران، ۲۰۱۸). این افزایش در آستانه لاکتات در گروه های تناوبی با بهبود میزان VO_{2max} و vVO_{2max} نسبت به گروه استقامتی تایید می گردد.

از دیگر اهداف تحقیق حاضر بررسی تاثیر تمرینات تناوبی (فزاننده و یکنواخت) و استقامتی سنتی بر عوامل هموریولوژیک بود و نتایج بدست آمده، عدم تغییر معنی دار این شاخص ها را آشکار ساخت. برخی پژوهش های پیشین گزارش کرده اند که یک دوره ۴ هفته ای فعالیت شدید اثری بر عوامل خونی و در پی آن، ارتقای سلامت قلبی و جلوگیری از آتروسکلروزیس ندارد (احمدی زاد و السید، ۲۰۰۵؛ السید و دیگران، ۲۰۰۵)؛ نتایجی که با یافته های پژوهش حاضر همخوانی دارد. از طرف دیگر، عدم تغییر عوامل خونی پس از تمرین با بسیاری از تحقیقات پیشین که تغییرات معنی دار را در هماتوکریت و سلول های قرمز خون گزارش نموده اند (شیپر و دیگران، ۱۹۸۵؛ سوری و دیگران، ۲۰۰۷)؛ ناهمسو است. در پژوهش قرائت و دیگران (۲۰۱۶) تخریب سلول های خون در پی فعالیت ورزشی مشاهده شده که این موارد هم با نتایج ما همخوانی ندارد. این ناهمخوانی ممکن است به دلیل تفاوت های موجود در نحوه فعالیت (نشسته در پارورنی در مقابل ایستاده در دویدن) ایجاد شده باشد که جای بحث و مطالعه بیشتر دارد. به علاوه، بعضی تحقیقات که به بررسی دوندگان و دوچرخه سواران نخبه اجرا کننده تمرینات تناوبی شدید پرداخته اند، بهبود عملکرد تا ۶ جلسه فعالیت را گزارش نمودند؛ در حالی که از جلسه ۷ تا ۱۲ تغییر معنی داری مشاهده نشده است (بنتلی و دیگران، ۲۰۰۱؛ اسفرجانی و لارسن، ۲۰۰۷). این موضوع می تواند در پارورزان نخبه در تحقیقات آتی مورد مطالعه و اندازه گیری قرار گیرد.

نتیجه گیری: بر اساس یافته های پژوهش حاضر، عوامل هموریولوژیک از فعالیت های تناوبی شدید در قالب تمرین فزاننده و یکنواخت و تمرینات استقامتی سنتی طی یک دوره ۸ هفته ای، تاثیر نمی پذیرند؛ اما هر دو نوع تمرین تناوبی موجب بهبود شاخص های عملکردی $vRmax$ ، $TVRmax$ و MPO نسبت به

حرکت دانسته اند (السید و دیگران، ۲۰۰۵؛ اسکینر و دیگران، ۲۰۱۰). با این حال، در تحقیق حاضر تفاوت معنی داری بین این دو شیوه تمرین تناوبی مشاهده نشد. ممکن است مشابهت محرک های متابولیکی تولید شده در این دو نوع تمرین همچون میزان لاکتات تولید شده، موجب راه اندازی مسیرهای مشابه فیزیولوژیک شده و به افزایش مشابه در عملکرد انجامیده باشد (روداس و دیگران، ۲۰۰۰).

از دیگر نتایج تحقیق حاضر افزایش دو شاخص PPO و MPO پس از هر سه تمرین به اجرا درآمده نسبت به پیش آزمون بود. افزایش این دو شاخص در پی تمرین استقامتی می تواند به دلیل بهبود کفایت حرکت و هزینه کرد بهتر انرژی باشد (اسفرجانی و لارسن، ۲۰۰۷). علاوه بر این، افزایش برون ده توان بیشینه در پی تمرین های تناوبی در تحقیقات پیشین هم گزارش گردیده است (مک دوگال و دیگران، ۱۹۹۸؛ دریلر و دیگران، ۲۰۰۹). این شاخص در آغاز مسابقه که با ریتم بالاتر از میانگین کل مسیر انجام می گیرد، حائز اهمیت است. میانگین برون ده توان پس از طی نمودن چند پاروی آغازین و نیز در انتهای مسیر ۲۰۰۰ متر از اهمیت زیادی برخوردار است (قرائت و دیگران، ۲۰۱۶). افزایش میانگین برون ده توان پس از انجام تمرینات تناوبی با برخی تحقیقات پیشین مطابقت دارد. این تحقیقات دلایل بهبود میانگین برون ده توان را علاوه بر سازگاری های عصبی، افزایش فعالیت آنزیم های بی هوازی (مک دوگال و دیگران، ۱۹۹۸)، افزایش غلظت فسفوکراتین در عضلات (روداس و دیگران، ۲۰۰۰) و تغییر خصوصیات فیبرهای عضلانی کند انقباض به تند انقباض بیان نموده اند (فرزاد و دیگران، ۲۰۱۱). البته در میزان لاکتات پس از اتمام آزمون $TVRmax$ ، تغییر معنی داری مشاهده نشد. از آنجا که زمان رسیدن به خستگی ($TVRmax$) پس از دو نوع تمرین تناوبی نسبت به تمرین استقامتی افزایش معنی داری داشته و میزان لاکتات پایانی بدون تغییر بوده است، می توان به افزایش آستانه لاکتات در گروه های تناوبی به عنوان یک عامل احتمالی تاثیرگذار اشاره نمود. با توجه به بهبود معنی دار در شاخص های عملکردی پارورزان، چنین نتیجه گیری می گردد که

مطالعاتی و عملی نمودن این مطالعات در پاروزنان، کمک کنند. گروه تمرین استقامتی سنتی شدند. بر این اساس، ضمن آن که نمی توان یکی از دو نوع برنامه تناوبی (فزاينده يا يکنواخت) را بر دیگری ارجح دانست؛ استفاده از تمرینات تناوبی در مقایسه با تمرینات سنتی استقامتی، شرایط عملکردی بهتری را برای پاروزنان فراهم خواهد کرد. بررسی بیشتر تاثیر تمرینات تناوبی و مطالعه عوامل آنزیمی و هورمونی می توانند در دست یابی به اهداف

مطالعاتی و عملی نمودن این مطالعات در پاروزنان، کمک کنند. **قدردانی و تشکر** نویسندگان این مقاله از مسئولان فدراسیون قایقرانی به خاطر کمک به اجرای تحقیق و از کلیه ورزشکاران و مربیان تیم ملی روئینگ مردان برای نگرش مثبت و شرکت در انجام این مطالعه؛ قدردانی می نمایند.

منابع

- Ahmadizad, S., & El-Sayed, M. S. (2005). The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood rheology. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), 243-249.
- Bishop, P. A., Jones, E., & Woods, A. K. (2008). Recovery from training: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 1-10.
- Bentley, D. J., McNaughton, L. R., Thompson, D., Vleck, V. E., & Batterham, A. M. (2001). Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(12), 2077-2081.
- Bruce, C. R., Anderson, M. E., Fraser, S. F., Stepto, N. K., Klein, R., Hopkins, W. G., & Hawley, J. A. (2000). Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(11), 1958-1963.
- 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, 110-121.
- El-Sayed, M. S., Ali, N., & Ali, Z. E. S. (2005). Haemorheology in exercise and training. *Sports Medicine*, 35(8), 649-670.
- El-Sayed, M. S. (1988). Effects of exercise and training on blood rheology. *Sports Medicine*, 26(5), 281-292.
- Esfarjani, F., & Laursen, P. B. (2007). Manipulating high-intensity interval training: effects on VO_{2max} , the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(1), 27-35.
- Farzad, B., Gharakhanlou, R., Agha-Alinejad, H., Curby, D. G., Bayati, M., Bahraminejad, M., & Mäestu, J. (2011). Physiological and performance changes from the addition of a sprint interval program to wrestling training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2392-2399.
- Gharaat, M. A., Agha-Alinejad, H., Eidi-Abarghani, L., & Mehri-Alvar, Y. (2016). Effect of caffeine on recovery from ergometer rowing. *Journal of life Sciences in Sport*, 8(1), 77-94. [persian]
- Kentta, G., & Hassmen, P. (1998). Overtraining and recovery. *Journal of Sports Medicine*, 26, 1-16.

- MacDougall, J. D., Hicks, A. L., MacDonald, J. R., McKelvie, R. S., Green, H. J., & Smith, K. M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 2138-42.
- Mirzaaghajani, A., Alikhani, H., Hojjati, Z., & Gharaat, M. A. (2016). Comparison of the effects of continuous and high intensity interval training on aerobic performance in elite male rowers. *Journal of Practical Studies of Bioscience in Sport*, 4 (7), 23-32. [Persian]
- 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 metabolisms. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6), 480-6.
- Robergs, R. (2007). Simplified method and program for incremental exercise protocol development. *Journal of Exercise Physiology*, 1-23.
- Secher. N. H. (1993). The Physiology of rowing. *Sports Medicine*, 15, 23-53.
- Secher. N. H., Vaago, O., & Jackson, R. (1982). Rowing performance and maximal aerobic power of oarsmen. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 4, 9-11.
- Shaper, A. G., Pocock, S. J., Walker, M., Phillips, A. N., Whitehead, T. P., & Macfarlane, P. W. (1985). Risk factors for ischaemic heart disease: the prospective phase of the British Regional Heart Study. *Journal of Epidemiology Community Health*, 39 (3), 197-209.
- Sheykhloovand, M., Gharaat, M. A., Bishop, P., Khalili, E., Karami, E., & Fereshtian, S. (2015). Anthropometric, physiological, and performance characteristics of elite canoe polo players. *Psychology & Neuroscience*, 8(2), 257-266.
- Sheykhloovand, M., Gharaat, M. A., Khalili, E., Agha-Alinejad, H., Rahmaninia, F., & Arazi, H. (2018). Low-volume High-intensity Interval versus Continuous Endurance Training: Effects on Hematological and Cardiorespiratory System Adaptations in Professional Canoe Polo Athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(7), 1852-60.
- Skinner, T. L., Jenkins, D. G., Coombes, J. S., Taaffe, D. R., & Leveritt, M. D. (2010). Dose response of caffeine on 2000 m rowing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(3), 571-576.
- Soori, R., Naghizadeh, A., Dehghan, M., Nemati, A., Torabi, F., Sheikholeslami, D., & Asadi, A. (2007). Comparison the effects of different times of physical activity in diverse nutritional status on cardiovascular risk factors in high risk middle aged women. *Research Journal of Biological Sciences*, 32, 256-262.
- Stepito, N. K., Hawley, J. A., Dennis, S. C., & Hopkins, W. G. (1999). Effects of different interval-training programs on cycling time trial performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 735-741.

Abstract**Effect of two high intensity interval trainings on performance and rheological characteristics of elite male rowers****Mohammad Ali Gharaat^{1*}, Alireza Ramezani²**

1. PhD in Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.

Background and Aim: Interval training have tremendous effects on physiological aspects of athletic performance. Also there are wide range of findings reported about rheological essences of training. The present study was intended to investigate the effects of two different high intensity interval training (HIIT) regimens on rowing performance and compare it to traditional rowing training in elite male rowers. **Materials and Methods:** Thirty elite rowers who represented in Iran national rowing team in 2014 divided into incremental high intensity interval (INC) training (n=10), smooth-like high intensity interval (SMO) training (n=10) and traditional endurance (TRA) training (n=10) randomly (age: 22.4±3.6 year, height: 187.4±5.9 cm, weight: 83.7±8.7 kg, body fat percent: 8.7±2.3). Performance characters including VO₂max, vRmax, TvRmax, HR and Lactate and also, hemorheological factors were assessed in pre-training. These factors also assessed after a period of 8-week interval training (2 times per week) as post-training. ANOVA was recruited to evaluate the significance level of the changes in 0.05 level using SPSS 16.0. **Results:** Significant positive increases in VO₂max (p=0.0001 and p=0.03 respectively), vRmax (p=0.02) and TvRmax of INC and SMO (p=0.03 and p=0.01 respectively) were observed. Also MPO improved in INC (p=0.02) and SMO (p=0.03). But no any significant change in rheological factors (RBC, Hct, Hb and HCM) was shown between three groups (p>0.05). **Conclusion:** Both of interval training regimens improved performance characteristics of the rowers. Nevertheless, INC improves performance in lactate threshold more than SMO.

Key words: Interval training, Rheological factors, Lactate threshold, Elite rowers.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 6, no. 11, Spring & Summer 2018

Received: Mar 1, 2016

Accepted: Dec 17, 2016

*Corresponding Author, Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran;
Email: ALIGHARA@SRTTU.EDU