تأثیرات یک دوره تمرینات اینتروال کوتاه مدت شدید (HIIT) بر توان هوازی و بی هوازی دوندگان دختر

سیده هدی احدزاده [*1]***، دکتر ناصر بهپور*** [2]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

۲. استادیار و عضو هئیت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیرات یک دوره تمرینات تناوبی کوتاه مدت شدید (HIIT) بر توان هوازی و بی هوازی دوندگان دختر بود. آزمودنی‌های این تحقیق ۲۰ دختر (با میانگین سن ۲/۶۵±۲۴/۹ سال، قد ۴/۹۴±۱۶۷/۹ سانتیمتر، وزن ۳/۳۰±۵۹/۶ کیلوگرم) بودند که به صورت همگن در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. قبل و بعد از اجرای پروتکل تمرینی، میزان توان هوازی و توان بی هوازی همه آزمودنی‌ها ارزیابی شد. سپس گروه تجربی با استفاده از تست رست (که شامل ۶ وهله دویدن با تمام توان در مسافت ۳۵ متری و با وهله بازیافتی ۱۰ ثانیه اندازه گیری می‌شود) به مدت دو هفته انجام دادند و در نهایت بعد از اجرای پروتکل تمرینی، از همه آزمودنی‌ها آزمون مجدد به عمل آمد. برای تعیین اختلاف بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر یک از گروه‌های تحقیق از روش آماری t وابسته و برای مقایسه بین میزان تغییرات گروه‌های مطالعه از آزمون t مستقل استفاده شد. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها، نتایج نشان داد که در گروه تجربی، تفاوت معنی داری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون در میزان توان هوازی و بی هوازی مشاهده شد در حالیکه هیچگونه تفاوت معنی داری در گروه کنترل مشاهده نگردید. لذا با توجه به نتایج مطالعه، در دراز مدت چنانچه بطور مستمر و پیگیر به آنها پرداخته شود، احتمالاً بهبودی آنها به نحو آشکارتری ظاهر خواهد شد.

کلید واژه‌ها:

توان هوازی، توان بی هوازی، تمرینات اینتروال

[*]h.ahadzadeh1986@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سبک زندگی بی تحرّک افراد عادی و از طرف دیگر کمبود وقت آنان برای پرداختن بـه فعالیـت بدنی همچنین نیازهای ورزشکاران، پژوهشگران را بر آن داشـته تـا بـا ترکیـب مـدل‌هـای مختلـف تمرینی روش‌های جدیدی را طرّاحی کنند تا با کمترین زمان ممکن نیازهای از قبیل بهبود سیستم قلبی عروقی، اجرای هوازی و بی هوازی را مرتفع سازند. برنامهٔ تمرینی مؤثّر نیازمند ترکیبی از نـوع تمرین، شدت، مدت و تعداد جلسات برای اعمال اضافه بار بـر دسـتگاه‌هـای مختلـف بـدن و ایجـاد سازگاری می باشد. پژوهشـگران تـلاش مـی کننـد کـه ایـن عوامـل ضـروری را تعـدیل کننـد تـا سازگاریهای مطلوب را به حد اکثر برسانند (بیاتی، ۱۳۸۹). کارایی تمرینات ورزشی به شدت، حجم، زمان و تواتر تمرینات و توانایی ورزشکار بستگی دارد، بنابراین تلاش‌های بسیاری انجام گرفته است، به گونه ای که بتوان تعادل بین بار تمرینات و تحمل ورزشکار را کمی کرد. مربیان تلاش مـی‌کننـد این عوامل ضروری را تعدیل کنند تا سازگاریهای مطلوب را به حداکثر برسانند (Meckel; 2009). از طرف دیگر، ورزشکاران اغلب به یک برنامه تمرینی برای رسیدن بـه حـداکثر آمـادگی در یـک دوره زمانی کوتله به ویژه پس از دوره‌های کم تمرینی و بی تمرینی نیاز دارد (Rodas; 2000). در چنـین شرایطی، اجرای تمرینات تناوبی شدید[1] (HIT) مورد توجه قرار گرفته است. در حال حاضـر تعریـف جامعی از HIIT وجود ندارد. ولی عموماً HIIT، به وهله‌های تکراری با فعالیت‌های تناوبی به نسـبت کوتاه با شدت تمام یا شدتی نزدیک به شدتی که VO_{2peak} به دست می‌آید، نسبت داده می‌شود. بـا توجه به شدت تمرینات، یک تلاش HIIT ممکن است از چند ثانیه تا چندین دقیقه طـول بکشـد و وهله‌های گونـاگون بـه وسـیله ی چنـد دقیقـه اسـتراحت یـا فعالیـت بـا شـدت کـم از هـم جـدا

[1] High Intensity Interval Training (HIT)

www.SID.ir

می‌شوند(Cladden; 2004). شواهد نشان می‌دهند که اگر زمان بازگشت به حالت اولیه بین وهله‌های شدید کاهش یابد، سهم گلیکولیز نیز برای تامین انرژی کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه سوخت و ساز هوازی برای جبران این کسر انرژی، افزایش پیدا می‌کند. محققان تأثیر اجراهای مختلفی از HIT را در بهبود سریع ظرفیت ورزشی و متابولیسم انرژی عضله اسکلتی بررسی کرده اند (بروجنی، ۱۳۹۲). گونه‌های مختلفی از اجرای HIT مانند شکل‌های متفاوتی از فعالیت بر دوچرخه کارسنج یا وهله‌های تکرار روی نوار گردان برای بررسی تأثیرات HIT بر سازگاری فیزیولوژیکی استفاده شده است، ولی آزمون دویدن سرعت بی هوازی[1] (RAST) که شامل شش وهله ۳۵ متری دویدن با حداکثر سرعت با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر وهله به عنوان اجرای از HIT روی ورزشکاران دومیدانی کار که به ماهیت اجرای این ورزش نزدیک است، مطالعه نشده است. ورزش دو فعالیت جسمانی با شدت بالاست که به سطح بالایی از آمادگی هوازی و بی هوازی نیاز دارد و به همین دلیل اظهار شده است ورزش‌های سرعتی دارای تعداد زیادی از حرکات سریع و کوتاه است که با تعداد زیادی حرکت در زمان کوتاه مدت ترکیب شده است و ماهیت تناوبی دارد. براساس این یافته‌ها در دوندگان نیاز به تمرینات خاص برای هر دو سیستم بی هوازی (بدون لاکتیک و لاکتیک) از طریق ورزش‌های تناوبی و سیستم هوازی به دلیل نیاز به این سیستم برای ریکاوری بین وهله‌های کار با شدت بالاست (McInnes; 1995). لائورسن و همکاران (۱۹۹۳) پیشنهاد کردند که سوخت و ساز هوازی در طول دوره‌های بازگشت به حالت اولیه تمرینات شدید برای بازسازی کراتین فسفات و اکسیداسیون اسیدلاکتیک (حذف لاکتات) نقش مهمی دارند. این آشکار خواهد کرد که تمرینات تناوبی شدید به سمت سوخت وساز هوازی سوق پیدا می‌کنند که

[1] Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST)

www.SID.ir

این امر ظرفیت سوخت و ساز هوازی را افزایش می‌دهد (Laursen; 2002). تمرینات تناوبی شدید یک رویکرد کارا برای بهبود ظرفیت‌های سیستم‌های هوازی و بی هوازی هستند. نشان داده شده است که این تمرین‌ها هر دو آنزیم اکسایشی و گلیکولیتیک را افزایش می‌دهد (بروجنی، ۱۳۹۲). گزارش شده است که اجرای پروتکل HIIT به مدت ۴ تا ۶ هفته باعث بهبود عملکرد ورزشی با شدت بالا، ظرفیت بافری عضله، میزان اکسیداسیون چربی و ظرفیت هوازی می‌گردد. Talanian و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که HIIT به مدت دو هفته باعث افزایش مشخصه‌های کلی بدن و ظرفیت اسکلتی برای اکسیداسیون اسید چرب در طی ورزش می‌شود (Talanian; 2007). پارا و همکارانش نیز به این نتیجه رسیدند که ۲ هفته تمرین روزانه HIIT سنتز سیترات و مدت اکسیداتیو عضله و ظرفیت استقامتی طی چرخه هوازی افزایش می‌یابد. قراخانلو و همکارانش به نتیجه رسیدند که تمرینات HIIT باعث افزایش VO_{2max} بعد از اتمام دوره تمرینی می‌گردد (گائینی، ۱۳۹۲). لائورسن و همکارانش افزایش VO_{2peak} را با ۴ هفته تمرین تناوبی شدید در دوچرخه سواران تمرین کرده مشاهده کردند (Laursen; 2002). روش‌های مختلف تمرینات شدید اینتروال مانند دویدن روی تردمیل، باز کردن زانو با ارگومتر و فعالیت شدید تکراری روی چرخ کارسنج برای بررسی اثرات HIIT بر سازگاری‌های فیزیولوژیک در یک جلسه فعالیت حاد استفاده می شود (McKay; 2009). در اغلب مطالعات تمرینات منظم HIIT شامل ورزش هایی که با تست وینگیت انجام می شود یا ورزش هایی که روی چرخ کارسنج و تردمیل که حداقل بمدت ۸ هفته انجام می شود می باشد (Tong; 2011). اخیراً تنها در چند مطالعه تمرینات اینتروال کوتاه مدت و با تواتر بالا در هفته انجام شده که باعث بهبود سازگاری‌های فیزیولوژیک شده است (Talanian; 2007). از آنجایی که تست وینگیت نیاز به چرخ کارسنج و رایانه دارد که برای همه مربیان در

www.SID.ir

دسترس نمی باشد و اغلب بصورت آزمایشگاهی برای برآورد توان بی هوازی و تمرینات HIIT استفاده می شود با این حال تست رست یک روش میدانی برای برآورد توان بی هوازی می باشد که یک تست ویژه ورزش با همبستگی بالا به وینگیت می باشد که تنها نیاز به کورنومتر و ماشین حساب دارد و همچنین تست وینگیت ویژه دوچرخه سواری است ولی تست رست ویژه تمام ورزش هایی هست که دویدن بخش اصلی آنها می باشد (Abbasian; 2012). بنابراین از آنجایی اخیراً در مطالعات انجام شده با تمرینات HIIT اغلب از تست وینگیت استفاده می کنند و تمرینات شدید اینتروال بر اساس وینگیت در زمین برای مربیان عملی نبوده و نیاز به ابزارهای گران قیمت دارد و نیز ویژه دوچرخه سواری می باشد محقق قصد دارد تاثیر دو هفته تمرینات اینتروال شدید با رست را بر توان هوازی و بی هوازی دومیدانی کاران دختر را بررسی نماید. لذا محقق بر آن است که به این پرسش پاسخ دهد که آیا یک دوره تمرینات اینتروال کوتاه مدت شدید تأثیر معنی داری بر توان هوازی و بی هوازی دومیدانی کاران دختر دارد یا خیر؟

روش تحقیق

مطالعه حاضر نیمه تجربی می‌باشد که در آن تعداد ۲۰ نفر از دومیدانی کاران دختر با سابقه ورزشی ۳ سال، بودند که به صورت نمونه در دسترس انتخاب شدند و بعد از همگن کردن گروه‌ها از لحاظ قد و وزن به دو گروه ۱۰ نفری کنترل و تجربی تقسیم شدند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها با توجه به معیارهای ورود به تحقیق (شامل نداشتن مشکلات قلبی عروقی، شکستگی، بیماری‌های عصبی عضلانی، تمایل به شرکت در تحقیق، سلامتی آزمودنی از نظر شناختی، بینایی و شنوایی، عدم ابتلا به بیماری‌های حاد و پیشرفته عصبی عضلانی، ارتوپدیک و نورولوژیک، شکستگی اندام، نقص ساختاری و بیماری‌های قلبی-عروقی) در دایره این تحقیق قرار گرفتند که پس از اطلاع از

www.SID.ir

مراحل انجام کار و تکمیل فرم رضایت نامه، در تحقیق شرکت کردند. ابتدا در هر جلسه تست گیری از ورزشکاران خواسته شد که کاملاً استراحت کرده و بدون هیچ نوع بیماری در تست گیری اولیه و تست گیری پس از تمرین باشند. در کل حدود ۳ روز برای تست گیری پایه و ۳ روز برای تست گیری بعد تمرین زمان صرف شد. برای ثبت میزان قد، وزن و سایر متغیرهای وابسته مطالعه، ابتدا در یک روز قد و وزن توسط ترازوی دیجیتال و متر نواری و توان بی هوازی توسط تست وینگیت ۳۰ ثانیه ای برای آزمودنی‌ها انجام شد. ابزار این تست دو چرخه کارسنج بود. آزمودنی بعد از ده دقیقه گرم کردن شروع به پدال زدن با سرعت ممکن و با مقاومت ۰/۰۷۵ کیلوگرم به ازای هر یک کیلوگرم توده بدن (۷/۵ درصد وزن خالص بدن آزمودنی) میزان کردند. آزمودنی در اجرای آزمون تا آنجا که در توان دارد با سرعت به مدت ۳۰ ثانیه این کار را ادامه دادند. شمارشگر الکتریکی یا مکانیکی چرخش پدال زدن را در فاصله ۵ ثانیه ثبت می کند. سپس میزان توان بی هوازی فرد بر طبق فرمول زیر محاسبه شد:

فرمول محاسبه حداکثر توان خروجی: بر حسب وات بر کیلو گرم

$$\text{توان بی هوازی (کیلو گرم/وات)} = \frac{[(\text{مسافت چرخش} \times \text{تعداد چرخش}) \text{ مسافت} \times \text{نیرو}}{\text{زمان (دقیقه)}}$$

همچنین برای برآورد توان هوازی در این تحقیق، توان هوازی بیشینه به عنوان حداکثر اکسیژنی که آزمودنی می‌تواند در طی یک فعالیت فزاینده مصرف نمایند، توسط آزمون بیشینه بروس (متداولترین آزمون بیشینه نوارگردان) تخمین زده شد و با واحد میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه بیان گردید. آزمودنی پس از گرم کردن مختصری، بر روی نوار گردان قرار گرفتند و در شیب ۱۰ درصدی نوار گردان با سرعت ۱/۷ مایل بر ساعت، به مدت ۳ دقیقه راه می‌رود. هر سه دقیقه

www.SID.ir

یکبار شدت فعالیت به وسیله افزایش دو درصدی شیب دستگاه و افزایش سرعت افزایش می‌یافت تا زمانیکه دیگر قادر نباشد بر روی نوار گردان به فعالیت خود ادامه دهد. سپس زمان انجام فعالیت تا سرحد خستگی، که در این آزمون اندازه گیری شد و در فرمول زیر قرار داده شده و اکسیژن مصرفی بیشینه (با واحد میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه) محاسبه شد:

$$Vo_{2max}= 14.8 - [1.379(time)] + [0.451(time)^2] - [0.012(time)^3]$$

پروتکل تمرین در گروه آزمایش مانند پروتکل اجرا شده در روش مورد استفاده آستورینو و همکارانش می‌باشد با این تفاوت که به جای تست وینگیت از تست رست (که شامل ۶ وهله دویدن با تمام توان در مسافت ۳۵ متری و با وهله بازیافتی ۱۰ ثانیه اندازه گیری می‌شود) استفاده شد (Abbasian; 2012). برحسب میزان کار انجام شده برنامه در ۵ روز از هفته یعنی از شنبه تا چهارشنبه در دو هفته اجرا شد که در جدول زیر این برنامه ارائه شده است. در شروع هر جلسه ۵ دقیقه گرم کردن استاندارد شامل دویدن و حرکات کششی و در انتها سرد کردن انجام شد و نیز با ایجاد انگیزه فعالیت‌های رست با تمام توان اجرا شد. گروه کنترل فعالیت بدنی همیشگی خود در هفته را انجام دادند ولی گروه آزمایش علاوه بر فعالیت بدنی همیشگی در هفته پروتکل تمرینی را نیز اجرا کردند.

جدول (۱) پروتکل تمرین هفتگی در گروه تجربی

روز	تعداد رست (Rast)	فاصله استراحتی بین رست ها
شنبه و یک شنبه	۴	۵ دقیقه
دوشنبه و سه شنبه	۵	۵ دقیقه
چهارشنبه	۶	۵ دقیقه

در قسمت آمار توصیفی، برای گزارش داده‌های مربوط به مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها و نتایج ارزیابی متغیرها، از محاسبه و گزارش میانگین و انحراف استاندارد استفاده شده است. در قسمت

www.SID.ir

آمار استنباطی برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون هر گروه توسط آزمون t وابسته و برای مقایسه بین گروهی از آزمون t مستقل در سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ توسط نرم افزار SPSS انجام شد.

یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌ها و نتایج بررسی همگنی گروه‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود (جداول ۲ و ۳) در گروه تجربی پس از انجام تمرینات تناوبی کوتاه مدت شدید در پس آزمون نسبت به پیش آزمون تفاوت معنی داری در توان هوازی و توان بی هوازی مشاهده گردید (P=۰/۰۰۰۱) و سبب افزایش معنی دار ۵ درصدی در میزان توان هوازی و افزایش معنی دار ۳۲ درصدی در توان بی هوازی گروه تجربی گردید اما در گروه کنترل هیچگونه تفاوت معنی داری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون، در میزان توان هوازی و توان بی هوازی مشاهده نشد (P=۰/۷۲۶ ۰/۶۷۸).

جدول (۲) ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه	میانگین و انحراف استاندارد	F	P
سن (سال)	کنترل	۲۴/۴±۲/۴۸	۰/۰۸۹	۰/۷۶۹
	تجربی	۲۵/۴±۲/۸۷		
قد (سانتیمتر)	کنترل	۱۶۷/۳±۵/۰۵	۰/۰۲۹	۰/۸۶۷
	تجربی	۱۶۸/۵±۵/۰۱		
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۵۹/۵±۳/۵	۰/۲۷۸	۰/۶۰۴
	تجربی	۵۹/۷±۲/۶۶		

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۳) نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون توان هوازی در گروه تجربی و کنترل

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس آزمون	T	P
توان هوازی (آزمون بروس (ml.kg-1.min	کنترل	۴۱/۱ ± ۱/۴۴	۴۱ ±۱/۴۱	۰/۳۶۱	۰/۷۲۶
	تجربی	۴۱ ± ۱/۸۲	۴۲/۹ ±۱/۵۹	۶/۸۶۲	٭ ۰/۰۰۰۱
	T	۰/۱۳۶	۲/۸۱۸		
	P	۰/۸۹۴	٭ ۰/۰۱۱		

جدول (۴) نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون توان بی هوازی در گروه تجربی و کنترل

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس آزمون	**T**	**P**
توان بی هوازی (تست وینگیت، **w/kg^{-1}**)	کنترل	۴/۰۴ ±۰/۴۵	۴/۰۳ ± ۰/۴۵۹	۰/۴۲۹	۰/۶۷۸
	تجربی	۳/۹۶ ± ۰/۳۵	۵/۲۳ ±۰/۶۰۵	۰/۷۳۹	٭ ۰/۰۰۰۱
	T	۰/۴۳۸	۴/۹۹۱		
	P	۰/۶۶۷	٭ ۰/۰۰۰۱		

بحث و نتیجه گیری

تمرینات تناوبی شدید رویکردی کارا برای بهبود ظرفیت‌های سیستم‌های هوازی و بی هوازی هستند (۱۲، ۲۱، ۲۸و۲۲). نشان داده شده است که این تمرین‌ها هر دو آنزیم‌های اکسایشی و گلیکولیتیک را افزایش می‌دهند (۱۲ و ۲۲ و ۲۸). اما تاکنون اثر برنامه تمرینی بر پایه دویدن‌های تکراری ۳۵ متر با دوره‌های استراحت کوتاه بین هر وهله که به ماهیت اجرای ورزش دومیدانی بسیار نزدیک است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که یک دوره تمرینات تناوبی کوتاه مدت شدید (HIIT) تأثیر معنی داری بر میزان توان هوازی آزمودنی‌های گروه تجربی دارد و سبب افزایش معنی دار ۵ درصدی در میزان توان هوازی این افراد شد. این نتیجه با یافته‌های تحقیقات

www.SID.ir

Astorino و همکـاران (۲۰۱۲)،Burgomaster و همکـاران (۲۰۰۸)، لارسـن و همکـاران (۲۰۰۲)، MacDougall و همکاران (۱۹۹۸)، بیاتی و همکاران (۱۳۹۲) همخوان می‌باشد. همچنـین Bailey و همکاران (۲۰۰۹) نیز افزایش معنی دار VO_{2max} را پس از دو هفته تمرین تکرارهای سرعتی گزارش کردنـد (Bailey; 2009). همچنـین بـا نتـایج مطالعـه Linossier و همکـاران (۱۹۹۳) نـاهمخوان می‌باشد. از دلایل ناهمخوانی می‌توان تفاوت در آزمودنی‌های و همچنـین ماهیـت پروتکـل تمرینـی اشاره کرد. در این رابطه لارسـن و همکـاران (۲۰۰۵) افـزایش VO_{2max} (۳/۷ درصـد) را بـا ۴ هفتـه تمرین تناوبی شدید در دوچرخه سواران تمرین کرده مشاده کردند، ولی حجم پلاسما و متغییرهای هماتولوژیکی تحت تأثیر قرار نگرفتند. آنها پیشنهاد کرده اند که سـازگاری‌هـای محیطـی بیشـتر از سازگاری‌های مرکزی مسؤول بهبود اجـرا مـی باشـند (Laursen; 2005). همچنـان کـه بسـیاری از مطالعات افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسایشی را گزارش کرده اند که بیانگر افزایش ظرفیـت هـوازی می باشد (Linossier; 1993). می‌توان بیان کرد که انباشت اسید لاکتیک یکی از مهمتـرین عوامـل در افزایش خستگی هنگام فعالیت ورزشی بیشینه است. یکی از نظریه‌های مطـرح در ایـن موضـوع، آن است که اگر هنگام فعالیت، حداکثر اکسیژن مصرفی متعاقب تأخیر در انباشت لاکتات به دسـت آید، ورزشکار قادر خواهد بود VO_{2max} را برای مدت بیشتری حفظ کند و در نتیجه زمان رسیدن بـه واماندگی را افزایش می‌دهد و خستگی را به تاخیر می‌اندازد (Gaeini; 2008). Demarle و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند هرگونه افزایش در آستانه لاکتات زمان رسـیدن بـه واماندـگی را افـزایش مـی دهد (Demarle; 2003). همچنینWeston و همکاران (۱۹۹۷) افزایش معنی دار ظرفیـت بافرینـگ عضلات اسکلتی را تنها پس از ۳ هفتـه تمرینـات تنـاوبی شـدید مشـاهده کردنـد. آنهـا همچنـین دریافتند که رابطه معناداری بین اجرای ۴۰ کیلومتر تایم تریل و ظرفیت بافرینگ عضلهٔ اسکلتی در

www.SID.ir

دوچرخه سواران بسیار تمرین کرده وجود دارد. این یافته‌ها پیشنهاد می کنند که بهبود اجرای هوازی در پی تمرینات تناوبی شدید ممکن است به واسطه افزایش توانایی در بافر کردن یون هیدروزن باشد (Laursen; 2002). همچنین افزایش در VO_{2max} ممکن است ناشی از بهبود در حمل و تحویل اکسیژن به عضلات اسکلتی از طریق افزایش حجم ضربه ای و نیز افزایش دانسیته مویرگی و میتوکندریایی و در نتیجه افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات فعال باشد (Laursen; 2002). همچنین نشان داده شده که در طول وهله‌های کوتاه مدت فعالیت با شدت بیشینه، متابولیسم، فسفاژن‌های پر انرژی، گلیکولیز و متابولیسم اکسایشی، همگی در چرخهٔ بازسازی ATP مشارکت می‌کنند (Burgomaster; 2005). نشان داده شده است که افزایش فعالیت آنزیم‌های تنظیمی کلیدی این سیستم‌های انرژی، در بهبود اجرای هوازی نقش دارند؛ از این رو به نظر می رسد هم وهله‌های فعالیت سرعتی و تواتر تمرینات بر اجرا و سازگاری آنزیمی مؤثر باشند (Ross; 2001). Billaut و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که سهم تولید انرژی یک وهله فعالیت ۳۰ ثانیه ای سرعتی متشکل ۱۸ درصد ATP، ۲ درصد فسفاژن، ۲۵ درصد گلیکولیز بی هوازی و ۵۵ درصد اکسیداسیون است (Billaut; 2009). با این وجود چند وهلهٔ کوتاه مدت تناوبی با حداکثر توان و تناوبهای استراحتی کوتاه بین وهله ها، سهم مشارکت نسبی متابولیسم هوازی را افزایش می‌دهد که احتمالا به دلیل افزایش پویایی اکسیژن مصرفی می‌باشد (Billaut; 2009). همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که یک دوره تمرینات تناوبی کوتاه مدت شدید (HIIT) تأثیر معنی داری بر میزان توان بی هوازی آزمودنی‌های گروه تجربی دارد و سبب افزایش معنی دار ۳۲ درصدی در میزان توان بی هوازی این افراد شد. این نتیجه با یافته‌های تحقیقات گیتینگ و همکاران (۲۰۱۴)، آسترینو و همکاران (۲۰۱۲)، بورگومستر و همکاران (۲۰۰۸)، لارسن و همکاران (۲۰۰۲)، بیاتی و

www.SID.ir

همکاران (۱۳۹۲) همخوان می‌باشد. اما مطالعه که با پژوهش حاضر ناهمخوان باشد یافت نشد. سازکارهای احتمالی مسئول افزایش توان بی هوازی پس از اجرای پروتکل تمرینی را می‌توان به موارد زیر مانند افزایش غلظت فسفوکراتین عضله (Gaeini; 2008)، افزایش آنزیم‌های بی هوازی (فسفوفروکتوکیناز، آلدولاز، لاکتاتدهیدروژناز)، تغییر در نیمرخ تارهای عضله نسبت داد (بروجنی، ۱۳۹۲). همچنین از دیگر مکانیسم بهبود توان بی هوازی در افراد گروه تجربی می‌توان به سازگارهای عصبی-عضلانی اشاره کرد. این نوع سازگاری شامل افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، فرکانس و همزمانی واحدهای حرکتی است که در نهایت سبب افزایش نیرو، کارایی و هماهنگی عضلانی می‌شود (Gaeini; 2008). بهبود کارایی ناشی از سازگارهای عصبی، خستگی را به تأخیر می‌اندازد و ورزشکاران را قادر می‌سازد تا سطوح بالاتری از تولید لاکتات را تحمل کنند . لینوسیر و همکاران (۱۹۹۳) افزایش حداکثر فعالیت فسفوفروکتوکیناز (۲۰ درصد) و لاکتات دهیدروژناز (۱۹ درصد) را در پس از ۷ هفته تمرین تناوبی شدید گزارش کردند (Linossier; 1993). هلستن و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که شش هفته تمرین تناوبی شدید موجب افزایش معنادار فعالیت آنزیم‌های فسفوفروکتوکیناز و کراتین کیناز عضلانی می شود، که بیانگر افزایش ظرفیت بی هوازی در عضلات تمرین کرده می باشد (Hellsten; 1996). همچنین، مک دوگال و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که هفت هفته تمرین تناوبی شدید منجر به افزایش معنادار فعالیت آنزیم‌های هگزوکیناز، فسفوفروکتوکیناز پس از تمرینات می شود (به نقل از بیاتی و همکاران، ۱۳۹۲) که می‌توان بیان کرد که احتمالاً بخشی از بهبود بی هوازی در این مطالعه به افزایش آنزیم‌های بی هوازی مرتبط است. بنابراین مجموعه سازوکارهای پیش گفته می تواند یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر بهبود اجرای بی هوازی را توجیه نماید. با توجه به هدف کلی این مطالعه که بررسی

www.SID.ir

تأثیرات یک دوره تمرینات اینتروال کوتاه مدت شدید (HIIT) بر توان هوازی و بی هوازی دونـدگان دختر بوده است، نتایج نشان دهنده بهبود توان هوازی و بی هوازی بوده است که با توجـه بـه عـدم بهبود متغیرهای مذکور در گروه کنترل، می‌توان افزایش معنادار در این شاخص‌ها را به اثر تمرینات نسبت داد. لذا در دراز مدت چنانچه بطور مستمر و پیگیر به آنها پرداخته شود، احتمالاً بهبودی آنها به نحو آشکارتری ظاهر خواهد شد.

منابع

۱. بیاتی، مهدی. قراخانلو، رضا. آقاعلی نـژاد، حمیـد. فـرزاد، بابـک. (۱۳۹۰). تـأثیر برنامـۀ تمـرین تناوبی سرعتی شدید بر اجرای هوازی و بـی هـوازی مـردان تمـرین نکـرده. پـژوهش در علـوم ورزشی، شماره نهم، صص: ۴۰-۲۵.

۲. بروجنی، الهام. نظرعلی، پروانه. نقیبی، سعید. (۱۳۹۲). تأثیر چهار هفته تمرین تناوبی شدید بـر برخی شاخص‌های هوازی و بی هوازی زنـان تـیم ملـی بسـکتبال ایـران. نشـریه علـوم زیسـتی ورزشی، دوره ۵، شماره ۴، صص: ۳۵-۴۸.

۳. گائینی، عباسعلی. کرامـر، ویلیـام جـی. دریـانوش، فرهـاد. (۱۳۹۲). فیزیولـوژی ورزش، تهـران، انتشارات حتمی.

4. Abbasian S, Golzar S, Onvani V, Sargazi L. (2012). The predict of RAST Test from WANT test in Elite Athletes. Research Journal of Recent Sciences; 1(3), 72-75.
5. Astorino TA, Allen RP, Roberson DW, Jurancich M. (2012). Effect of high - intensity interval training on cardiovascular function, V_o2max, and muscular force. J Strength Cond Res; 26(1): 138-145.
6. Bailey, S.J., Wilkerson, D.P., Dimenna, F.J., Jones, A.M. (2009). Influence of repeated sprint training on pulmonary O2 uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. J Appl Physiol, 106(6):1875-1887.

Archive of SID

www.SID.ir

7. Billaut, F., Bishop, D. (2009). Muscle fatigue in males and females during multiple-sprint exercise. Sports Med, 39(4):257-278.
8. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, MacDonald MJ, McGee SL, Gibala MJ. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. J Physiol; 586: 151–160.
9. Cladden LB. (2004). "Lactate metabolism-a new paradigm for the third millenjum". J ApplPhysiol; 53(6): 1987- 93.
10. Demarle PA, Heugas AM, Slawinski JJ, Tricot VM, Koralsztein, PJ, Billat LV. (2003). Whichever the initial training status, any increase invelocity 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.
11. Gaeini AA, Rahnama N, Kordi MR, Khaledi N. (2008). The relationship between vLTP and vVO2max during an incremental test to exhaustion in professional endurance runners. Sport Sciences for Health; 3 (3): 53- 56.
12. Hellsten Y, Apple FS, Sjödin B. (1996), Effect of sprint cycle training on activities of antioxidant enzymes in human skeletal muscle. Journal of Applied Physiology; 81 (4): 1484- 1487.
13. Laursen PB, Jenkins DG. (2002), The scientific basis for high intensity interval training: optimising training programmes and maximizing performance in highly trained endurance athletes. Sports Medicine; 32 (1): 53- 73.
14. Linossier, M.T., Denis, C., Dormois, D., Geyssant, A., Lacour, J.R. (1993). Ergometric and metabolic adaptation to a 5-s sprint training programme. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 67(5):408-414.
15. McInnes, S. E., J. S. Carlson, et al. (1995). "The physiological load imposed upon basketball players during competition". Journal of Sports Sciences ,Vol 13; PP:387-397.

Archive of SID

www.SID.ir

16. Meckel, Y., Eliakim,A., Seraev,M., Zaldivar, F.,Cooper, D.M., Sagiv,m., Nemet, D.(2009). The effect of a brief sprint interval exercise on growth factors and inflammatory mediators.J Strength Conditioning Res ,Vol 23 No 1; PP:225-230.
17. McKay BR, Paterson DH, Kowalchuk JM. (2009). Effect of short-term high-intensity interval training vs. continuous training on O2 uptake kinetics, muscle deoxygenation, and exercise performance. J Appl Physiol; 107:128–138.
18. Rodas, G., Ventura, J.L., Cadefau, J.A., Cusso, R., Parra, J., (2000). A short training program for the rapid improvement of both aerobic and nanerobic metabolism. Eur J Appl Physiol, 82: 480-486.
19. Ross, A. et al. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. Sports Med, 31(15):1063-1082.
20. Talanian JL, Galloway SD, Heigenhauser GJ, et al. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. J Appl Physiol; 102(4): 1439-1447.
21. Tong, T. Pak. K. Raymond, W. Nie, J. Lin, H. Zheng, J. (2011). Effects of non-Wingate-based highintensity interval training on cardiorespiratory fitness and aerobic-based exercise capacity in sedentary subjects: a preliminary study. J Exerc Sci Fit; 9, 2, 75–81.
22. Weston AR, My burg KH, Lindsay FH, Noakes TD, Hawley JA.(1997).Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high – intensity interval training by well trained cyclist. Eur J Appl Physiol, Vol 75; PP:7-13.

Archive of SID

www.SID.ir