پژوهش در علوم ورزشی شماره ۲۸، پاییز ۱۳۸۹، صص ۱۱۴-۱۰۳

مقایسه میانگین و اوج ضربان قلب، اکسیژن مصرفی و درک فشار کار در فعالیت‌های تناوبی مختلف باشدت VO_2max

*احسان اصغری[۱]، دکتر حمید محبی[۲]، دکتر ارسلان دمیرچی[۳]، پریسا امینی[۴]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۶/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۱۱/۱۸

چکیده

هدف از این پژوهش، مقایسهٔ میانگین و اوج اکسیژن مصرفی و ضربان قلب و درک فشار کار در فعالیت‌های تناوبی مختلف با شدت VO_2max (حداقل سرعتی که فرد به VO_2max خود می‌رسد) است. ۸ دانشجوی دوندهٔ استقامتی پسر با قد ۱۷۴/۶۲±۴/۹۸ سانتی‌متر، سن ۲۵/۵±۲/۹۲ سال، وزن ۶۹/۵±۷/۳۴ کیلوگرم و توان هوازی ۴۷/۳۸±۳/۲۲ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه به‌صورت تصادفی در سه فعالیت تناوبی با نسبت فعالیت به استراحت ۳۰ ثانیه به ۱۵ ثانیه (IT_1)، ۶۰ ثانیه به ۳۰ ثانیه (IT_2) و۱۲۰ ثانیه به ۶۰ ثانیه (IT_3) شرکت کردند. میانگین و اوج اکسیژن مصرفی و ضربان قلب با استفاده از گازآنالایزر و میزان درک فشار کار توسط شاخص بورگ، هنگام فعالیت‌های تناوبی مختلف ثبت شد. به‌منظور مقایسهٔ تفاوت میانگین‌ها از آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه و در صورت وجود تفاوت معنیدار از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد بین میانگین و اوج اکسیژن مصرفی و ضربان قلب در گروه‌های IT_1 و IT_3 و در درک فشار کار بین همهٔ گروه‌ها، تفاوت مثبت معنی‌داری وجود دارد ($P<0/05$). این نتایج نشان می‌دهد که تناوب‌های کوتاه‌تر با بالا نگاه داشتن ضربان قلب و پایین نگاه داشتن میزان درک فشار کار در طی فعالیت، نه تنها زمان فعالیت را افزایش می‌دهد، بلکه موجب پیشرفت و بهبود در VO_2max و عملکرد فرد نسبت به تناوب‌های طولانی‌تر می‌شود.

کلیدواژه‌های فارسی: فعالیت‌های تناوبی، ضربان قلب، اکسیژن مصرفی، درک فشار کار، دوندهٔ استقامتی.

۱. کارشناس ارشد دانشگاه گیلان
۲. استاد دانشگاه گیلان
۳. دانشیار دانشگاه گیلان
۴. دانشجوی رشته پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) مهم‌ترین متغیر فیزیولوژیکی در تعیین عملکرد استقامتی ورزشکاران استقامتی پیشنهاد شده است (۱)؛ بنابراین افزایش عملکرد قلبی-عروقی و VO_2max ورزشکاران برای رسیدن به بهترین سطح عملکرد و بالاترین سطح پتانسیل ورزشکاری آنها ضروری است (۳، ۲). بالاترین سطح آمادگی قلبی-عروقی در افراد تمرین‌کرده، زمانی به‌دست می‌آید که شدت تمرین، ۹۰ تا ۱۰۰٪ VO_2max آنها باشد و یافته‌های اخیر علمی نیز کارآیی بیشتر تمرینات تناوبی را نسبت به تمرینات تداومی، در این مورد نشان داده-اند (۶، ۵، ۴). با این‌وجود، دربارهٔ مطلوب‌ترین برنامهٔ تمرینی که بیشترین تأثیر را بر عملکرد قلبی-عروقی، VO_2max و عملکرد فرد ایجاد کند، اطلاعات دقیقی در دسترس نیست (۸، ۷). برخی از محققان در مطالعات خود نشان داده‌اند که تمرین‌های تناوبی با وهله‌های طولانی‌تر نسبت به تمرین‌های تناوبی با وهله‌های کوتاه‌تر، بیشترین فشار را بر سیستم هوازی فرد،به هنگام فعالیت وارد می‌کند و ممکن است پیشرفت زیادی در VO_2max و عملکرد ایجاد کند (۱۰، ۹). وروميا[1] و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که اوج ضربان قلب و اکسیژن مصرفی، طی تناوب‌های طولانی‌تر افزایش می‌یابد. از آن‌جا که مقدار اوج این متغیرها در این نوع فعالیت‌ها، نسبت به تناوب‌های کوتاه‌تر، افزایش بیشتری می‌یابد؛ بنابراین ممکن است فشار بیشتری نیز بر سیستم هوازی فرد وارد کند و ظرفیت‌های قلبی-عروقی و عملکردی فرد نیز را افزایش دهد (۱۱). این در حالی است که مک دوگال[2] و همکاران (۱۹۹۸) و همچنین هارمر[3] و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعات خود بیان کردند که دوره‌های استراحت در فعالیت‌های تناوبی کوتاه‌تر، به ویژه هنگام شروع وهلهٔ بعدی فعالیت تناوبی، ممکن است هنگام تغییر وضعیت فرد از مرحله استراحت به فعالیت بیشترین فشار را بر سیستم هوازی وارد کند. ممکن است این امر به دلیل کوتاه بودن وهلهٔ استراحت و جلوگیری از افت بیشتر ضربان قلب در سراسر فعالیت، نسبت به تناوب‌های طولانی‌تر باشد (۱۳، ۱۲). روزنک[4] و همکاران نیز با استفاده از یک نسبت فعالیت به استراحت ۱ به ۱، ۲ به ۱، ۳ به ۱ و ۴به ۱ و شدت یکسان VO_2max، نشان دادند که با وجود بالاتر بودن اوج ضربان قلب در تناوب‌های طولانی‌تر، تناوب‌های کوتاه‌تر میانگین ضربان قلب بالاتری نسبت به تناوب‌های طولانی‌تر دارند. این محققان همچنین بیان کردند، اگرچه میانگین

1. Vuorimaa.
2. MacDougall.
3. Harmer.
4. Rozenek.

www.SID.ir

و اوج اکسیژن مصرفی در تناوب‌های طولانی‌تر بالاتر است، اما میزان درک فشار کار نیز در این نوع فعالیت‌ها بالاتر است و می‌تواند تداوم کل فعالیت را با مشکل مواجه سازد (۱۴). این امر می‌تواند مدت زمان باقی ماندن در شدت‌های بالای فعالیت، نظیر VO_2max و کل زمان فعالیت دوندگان استقامتی و نیمه استقامتی را کاهش دهد. اهمیت این مسئله در این است که این ورزشکاران در زمان مسابقه با سرعتی معادل VO_2max خود می‌دوند. برخی مربیان و کارشناسان ورزشی هنگام برنامه‌ریزی تمرینات ورزشکاران، اوج یک متغیر فیزیولوژیک به‌دست آمده در فعالیت‌های تناوبی را مبنای فشار فیزیولوژیک مناسب وارد بر ورزشکار قرار می‌دهند و بر این اساس شدت تمرینات را تعیین می‌کنند. بعضی از مطالعات نشان می‌دهند که برخی فعالیت‌های تناوبی، علی‌رغم پایین‌تر نگاه داشتن اوج یک متغیر، ممکن است با بالا نگاه داشتن میانگین کل آن متغیر در طول فعالیت، فشار فیزیولوژیکی مناسب‌تری را به فرد وارد کرده، موجب افزایش سطح آمادگی قلبی-عروقی و بهبود عملکرد وی شوند. در نتیجه، هدف از مطالعهٔ حاضر، مقایسهٔ میانگین و حداکثر ضربان قلب، اکسیژن مصرفی و درک فشار کار در فعالیت‌های تناوبی مختلف، باشدت VO_2max و با نسبت فعالیت به استراحت ۱:۲ در دوندگان استقامتی دانشجو می‌باشد.

روش شناسی

از بین دانشجویان دوندهٔ استقامتی دانشگاه گیلان که حداقل یک سال و حداکثر سه سال سابقهٔ شرکت در تمرین‌های دو استقامتی را داشتند و مقامی در سطح کشوری نداشتند، ۸ نفر دانشجوی دوندهٔ استقامتی پسر (جدول۱)، پس از آگاهی از شیوهٔ انجام پژوهش، به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در سه فعالیت تناوبی مختلف، با شدت یکسان VO_2max و همچنین نسبت یکسان فعالیت به استراحت ۲ به ۱ شرکت کردند.

جدول ۱. مشخصات فردی آزمودنی‌ها

متغیر	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	حداقل سرعتی که فرد به حداکثر اکسیژن مصرفی خود می‌رسد (کیلومتر بر ساعت)	چربی بدن (درصد)	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی-لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	حداکثر ضربان قلب
میانگین و انحراف استاندارد	۲۵/۵±۲/۹۲	۱۷۴/۶۲±۴/۹۸	۶۹/۵ ±۷/۳۴	۱۶/۷۵±۰/۷۵	۱۳/۶۱±۲/۵۷	۴۷/۳۸±۳/۲۲	۱۹۴/۵±۲/۹۲

Archive of SID

www.SID.ir

در این پژوهش، به‌منظور تعیین VO_2max و VO_2max، آزمون فزاینده‌ای که با مرحله‌های ۳ دقیقه‌ای آغاز می‌شد، روی تردمیل HORIXON FITNESS مدل Ti 51 ساخت کشور آمریکا، اجرا شد. سرعت اولیه، ۱۳ کیلومتر در ساعت و افزایش سرعت بین مرحله‌ها تا سه مرحله، ۱/۵ کیلومتر در ساعت بود. در مراحل بعدی، سرعت در هر ۲ دقیقه، ۱ کیلومتر در ساعت افزایش می‌یافت (۱۵). اندازه‌گیری VO_2max و VO_2max از طریق گازآنالایزر مدل Quark b^2 ساخت شرکت COSMED ایتالیا و روی نوار گردان صورت گرفت. معیارهای تعیین VO_2max عبارت بود از: افزایش نیافتن میزان اکسیژن مصرفی با وجود افزایش سرعت، افزایش مقادیر نسبت تبادل تنفسی به بیش از ۱/۲ یا افزایش ضربان قلب، بیش از ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب تخمینی (سن- ۲۲۰) (۱۶). VO_2max پایین‌ترین سرعتی است که فرد به VO_2max می‌رسد. چنان‌چه سرعت در مرحلهٔ آخر، نصف زمان تعیین شده (یک دقیقه و نیم) یا کمتر حفظ می‌شد، VO_2max برابر با میانگین سرعت‌های دو مرحلهٔ آخر در نظر گرفته می‌شد (۱۴). سپس متغیرهای فیزیولوژیکی RER، HR و VO_2 طی فعالیت‌های مختلف که با شدت VO_2max انجام می‌شد، اندازه‌گیری شدند. ضربان قلب (HR) توسط ضربان سنج که به دستگاه گاز آنالایزمتصل بود، اندازه‌گیری می‌شد. HR ، RER و VO_2 به‌صورت خودکار هر ۵ ثانیه و به‌طور میانگین هر ۱۵ ثانیه، توسط دستگاه گاز آنالایزر ثبت می‌شد. همچنین برای تعیین درک فشار کار از مقیاس ۶ -۲۰ امتیازی بورگ استفاده شد که پس از هر ۱۲۰ ثانیه فعالیت ثبت می‌شد. اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها با قد سنج دیواری، وزن با ترازوی پزشکی CAMRY مدل EB9003 و تودهٔ چربی بدن آنها، با استفاده از دستگاه In body مدل3.0 ساخت کشور کره جنوبی، صورت گرفت.

آزمودنی‌ها در سه فعالیت تناوبی با نسبت یکسان ۲ به ۱ که از وهله‌های فعالیت (در ۱۰۰ درصد VO_2max) و استراحت (در ۵۰ درصد VO_2max) تشکیل می‌شد، به فعالیت پرداختند. وهله‌های فعالیت تناوبی شامل وهله‌های: الف) ۳۰ ثانیه به ۱۵ ثانیه (IT_1)؛ ب) ۶۰ ثانیه به ۳۰ ثانیه (IT_2)؛ ج) ۱۲۰ ثانیه به ۶۰ ثانیه (IT_3) بود. تعداد تناوب‌ها برای هر فرد، با توجه به VO_2max، وی به صورتی تنظیم شد که مسافت کل تعداد تناوب‌های انجام شده تقریباً ۲۴۰۰ متر شود. میانگین و انحراف معیار تناوب‌ها برای IT1 ۱/۷±۱۷/۶، برای IT2 ۱/۰۳±۸/۶ و برای IT_3 ۰/۵±۴/۲ بود. جلسات فعالیت‌های تناوبی برای هر آزمودنی به صورت تصادفی انجام می‌شد و بین هر فعالیت دست‌کم دو روز فاصله بود (۱۴).

از آمار توصیفی برای تعیین شاخص‌های اصلی میانگین، انحراف معیار و خطای معیار میانگین استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، از آزمون کولموگراف-اسمیرنف برای تعیین نحوه توزیع داده‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

و از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای تعیین وجود یا عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین مقادیر هر متغیر در فعالیت‌های مختلف تناوبی، استفاده شد. سپس در صورت وجود تفاوت معنی‌دار، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌های آماری، ۰۵/۰ ≥P در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

همهٔ آزمودنی‌ها توانستند وهله‌های فعالیت در گروه‌های IT_1 و IT_2 را کامل کنند، اما در گروه IT_3 تنها ۴ نفر از ۸ نفر توانستند وهله‌های فعالیت را کامل کنند. نتایج این پژوهش نشان داد میانگین و انحراف استاندارد درصد بیشینهٔ ضربان قلب آزمودنی‌ها (%HRmax (۲۲۰-سن) در کل فعالیت، در گروه IT_1 (۴۸/۹۱±۷/۱) از دو گروه تناوبی دیگر (IT_2 (۷۷/۸۹±۰۲/۲) و IT_3 (۶۴/۸۷±۴۹/۱)) بالاتر بود؛ در حالی که میانگین و انحراف استاندارد اوج ضربان قلب آزمودنی-ها، برحسب درصد ضربان قلب بیشینهٔ آنها (%HRmax)، در گروه تناوبی IT_3 (۹۷/۶±۱/۰۲) نسبت به دو گروه تناوبی دیگر (IT_1 (۲/۹۴±۴/۱) و IT_2 (۵/۹۵±۰۴/۲)) بالاتر بود. بین مقادیر میانگین و اوج ضربان قلب در گروه‌های IT_1 و IT_3 تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P <۰۰۱/۰). این تفاوت در مقادیر میانگین و اوج ضربان قلب، بین گروه IT_2 با گروه‌های IT_1 و IT_3 معنی‌دار نبود (نمودار ۱).

در مقادیر میانگین اکسیژن مصرفی، برحسب درصد اکسیژن مصرفی بیشینهٔ آنها ($\%VO_2max$)، گروه IT_3 (۰۲/۸۷±۰۱/۱) در مقایسه با دو گروه تناوبی دیگر (IT_2 (۷۹/۸۵±۰۸/۱) و IT_1 (۸۱/۸۴±۰۹/۱)) میانگین اکسیژن مصرفی بالاتری داشت. در مقادیر میانگین اکسیژن مصرفی اوج نیز گروه IT_3 (۵۳/۹۳±۸۷/۰)، نسبت به گروه‌های IT_2 (۸۹/۵۵±۱/۰۲) و IT_1 (۳۸/۸۶±۰۴/۱) برتری داشت. بین مقادیر میانگین و اوج اکسیژن مصرفی گروه‌های IT_1 و IT_3 تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P <۰۰۱/۰)، اما این تفاوت بین گروه IT_2 با گروه‌های IT_1 و IT_3، در هیچ‌کدام یک از متغیرهای میانگین و اوج معنی‌دار نبود (نمودار ۲). نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که میانگین میزان درک فشار کار در گروه تناوبی IT_3 بیشترین مقدار را دارد (۰۱/۱۷±۸/۰) و گروه‌های IT_2 (۱۶±۷۵/۰) و IT_1 (۱۵±۷۵/۰) مقادیر کمتری را به خود اختصاص دادند. همچنین نتایج نشان داد که در مورد اوج میزان درک فشار کار، گروه‌های IT_3 (۶۲/۱۸±۴/۰) و IT_2 (۵۵/۱۷±۵/۰)، نسبت به گروه IT_1 (۶۴/۱۵±۴۵/۰) مقادیر بالاتری دارند. با توجه به نتایج این تحقیق، بین مقادیر میانگین (IT_1 و IT_3 (P<۰۰۱/۰)، IT_2 و IT_3 (P <۰۴۵/۰) و IT_1 و IT_2 (P<۰۴۳/۰)) و اوج (IT_1 و IT_2

Archive of SID

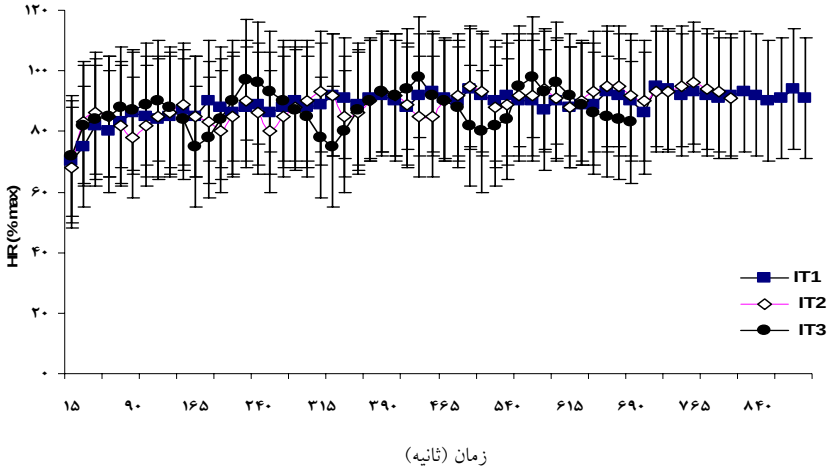
www.SID.ir

($P<۰۰۱/۰$)، IT_2 و IT_3 ($P<۰۲/۰$) IT_1 و IT_3 ($P<۰۰۱/۰$))، میزان درک فشار کار همهٔ گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. (نمودار ۳) و (جدول ۲).

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد میانگین کل و اوج ضربان قلب،اکسیژن مصرفی و میزان درک فشار کار در فعالیت‌های تناوبی مختلف

متغیرها	اکسیژن مصرفی (درصد اکسیژن مصرفی بیشینه)		ضربان قلب (درصد ضربان قلب بیشنه)		میزان درک فشار کار	
فعالیت‌ها	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر	میانگین	حداکثر
تناوبی نوع اول (IT_1)	۸۴/۸۱±۱/۰۹ ❊	۸۸/۳۸±۱/۰۵ ❊	۹۱/۴۸±۱/۷ ❊	۹۴/۲±۱/۳ ❊	۱۵±۰/۷۵ ❊	۱۶±۰/۴ ❊
تناوبی نوع دوم (IT_2)	۸۵/۷۹±۱/۰۸	۸۹/۵۵±۱/۰۲	۸۹/۷۷±۲/۰۲	۹۵/۵±۱/۵	×۱۶±۰/۷۵	×۱۷/۴۲±۰/۹
تناوبی نوع سوم (IT_3)	۸۷/۰۲±۱/۰۱	۹۳/۰۲±۰/۹۶	۸۷/۶۴±۱/۴۹	۹۷/۶±۱/۲	+۱۷±۰/۸	+۱۹/۱۷±۰/۶

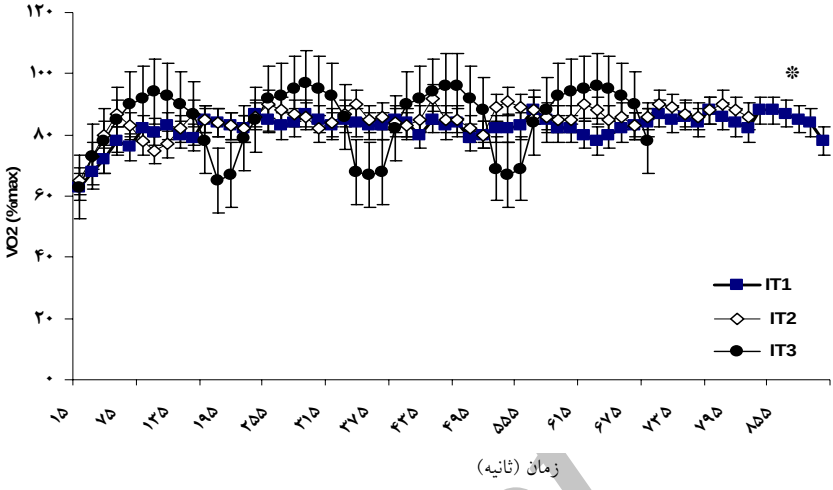
❊ تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های IT_1 و IT_3 ($P<۰۵/۰$). + تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های IT_2 و IT_3 ($P<۰۵/۰$).
× تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های IT_1 و ($P<۰۵/۰$).



نمودار ۱. میانگین و انحراف استاندارد ضربان قلب (maxHR %) در طی فعالیت‌های تناوبی مختلف

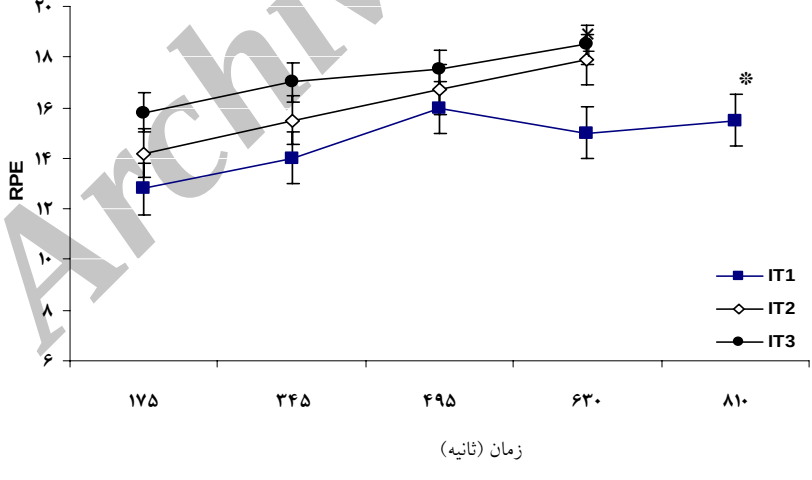
❊ تفاوت معنی‌دار بین گروه های IT_1 و IT_3 ($P<۰۵/۰$).

www.SID.ir



نمودار ۲. میانگین و انحراف استاندارد اکسیژن مصرفی ($maxVO_2$ %) در طی فعالیت‌های تناوبی مختلف

* تفاوت معنی‌دار بین گروه های IT_1 و IT_3 ($P<۰/۰۵$).



نمودار ۳. میانگین و انحراف استاندارد میزان درک فشار کار (RPE) در طی فعالیت‌های تناوبی مختلف

* تفاوت معنی‌دار بین گروه های IT_1 و IT_3 ($P<۰/۰۵$).

+ تفاوت معنی‌دار بین گروه های IT_2 و IT_3 ($P<۰/۰۵$).

× تفاوت معنی‌دار بین گروه های IT_1 و IT_2 ($P<۰/۰۵$).

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد بین میانگین اوج ضربان قلب آزمودنی‌ها در تناوب‌های طولانی‌تر (IT_3) و تناوب‌های کوتاه‌تر (IT_1) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به‌طوریکه اوج ضربان قلب آزمودنی‌ها در فعالیت‌های تناوبی طولانی‌تر، در شدت کاری یکسان، بالاتر است. بالاتر بودن اوج ضربان قلب آزمودنی‌ها در تناوب‌های طولانی‌تر، ممکن است به علت طولانی‌تر بودن وهله-های فعالیت و در نتیجه بیشتر بودن زمان فعالیت با شدت بالا (VO_2max) در یک وهله کاری باشد. در تناوب‌های کوتاه‌تر، با شروع سریع‌تر وهلهٔ بعدی فعالیت و کوتاه بودن وهله‌های استراحت، از افت شدید ضربان قلب جلوگیری می‌شود. این امر میانگین ضربان قلب را در کل فعالیت بالا نگاه می‌دارد. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که در تناوب‌های کوتاه‌تر، میانگین کل ضربان قلب، بالاتر است. بالا نگاه داشتن میانگین ضربان قلب در کل فعالیت ممکن است سازگاری‌های قلبی-عروقی و عملکردی فرد را بیشتر بهبود دهد (۱۴). مطالعات نشان می‌دهد که فعالیت‌های تناوبی کوتاه مدت، در صورتی که وهله‌های فعالیت از ۳۰ ثانیه طولانی‌تر نباشند، می‌تواند بدون تجمع لاکتات خون و خستگی عضلانی صورت گیرد (۱۸، ۱۷). در مطالعات دیگر، این امر در مورد تخلیهٔ اکسیژن میوگلوبین و ذخایر فسفوکراتین و بازسازی سریع و مجدد آنها در دوره‌های استراحتی این فعالیت‌ها نشان داده شده است (۲۰، ۱۹). از سوی دیگر، از فعالیت‌های تناوبی طولانی‌تر در شدت‌های بالا، برای افزایش سطح لاکتات خون و در نتیجه، افزایش توانایی برداشت آن و فرآیندهای درگیر در این مسیر، استفاده شده است (۲۱). برخی مطالعات، بالاتر بودن اوج ضربان قلب را در فعالیت‌های تناوبی طولانی‌تر، نسبت به تناوب‌های کوتاه‌تر در شدت یکسان، انکار ناپذیر می‌دانند و بیان می‌کنند که این‌گونه فعالیت‌ها، ممکن است با بالا بردن اوج ضربان قلب حین فعالیت، سازگاری بیشتری در سیستم هوازی و عملکرد فرد ایجاد کنند (۱۱). درحالی که بعضی دیگر از مطالعات نشان می‌دهند فعالیت‌های تناوبی کوتاه‌تر، به دلیل استفاده از وهله‌های کوتاه استراحتی، بیشتر از تناوب‌های طولانی، از افت ضربان قلب جلوگیری می‌کنند و با آغاز سریع‌تر وهلهٔ بعدی فعالیت، ضربان قلب را افزایش می‌دهد (۲۲، ۲۰). نتایج این بخش از پژوهش با نتایج کویل[1] (۲۰۰۱) و بالسوم[2] (۱۹۹۲) هم‌سو (۲۳، ۲۴) و با نتایج تیموتی[3] (۱۹۹۹) ناهمسو است (۲۵). تیموتی بیان کرد، پس از برنامهٔ تمرین تناوبی شدید (با نسبت کار به استراحت ۲ به ۱ و با شدت VO_2max) بین

1. Coyle
2. Balsom
3. Timothy

www.SID.ir

VO_2max و زمان اجرای دو ۵۰۰۰ متر دوندگان نیمه استقامتی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. ناهم‌سو بودن این نتایج ممکن است به دلیل استفاده از آزمون دو ۵۰۰۰ متر و عدم سازگاری این الگوی دویدن با الگوی دویدن دوندگان پژوهش حاضر باشد. همین دوندگان در دو ۳۰۰۰ متر (زمان فعالیت با شدت VO_2max)، پیشرفت معنی‌داری در VO_2max و Tmax داشتند. با افزایش زمان فعالیت در شدت‌های بالا، سطح اکسیژن مصرفی نیز افزایش می‌یابد تا این‌که به VO_2max می‌رسد. از این مرحله به بعد با ادامه فعالیت، عضلهٔ فعال در معرض هیپوکسی قرار می‌گیرد. دلیل این هیپوکسی عضلانی تحت فشار قرار دادن مکانیسم‌های مسئول انتقال اکسیژن به بافت‌های فعالی است که نمی‌توانند اکسیژن مورد نیاز بافت‌ها را تأمین کنند. اگر فعالیت در شدت‌های بالاتر از VO_2max تداوم یابد، سطح هیپوکسی بالاتر نمی‌رود. از طرفی، ادامهٔ فعالیت در چنین شدت‌هایی با شروع زود هنگام خستگی همراه می‌شود که از فعالیت طولانی مدت، در شدت‌های بالا جلوگیری می‌کند.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین مقادیر میانگین و اوج اکسیژن مصرفی گروه‌های تناوبی وجود دارد و تناوب‌های طولانی‌تر، میانگین و اوج اکسیژن مصرفی بالاتری نسبت به دو گروه تناوبی دیگر دارند. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج روزنک (۲۰۰۷)، مک دوگال (۱۹۹۸) و هارمر (۱۹۹۸) هم‌خوانی دارد (۱۲،۱۳،۱۴). با استناد به این مطلب، ممکن است تصور شود این نوع فعالیت‌ها می‌توانند فشار بیشتری بر سیستم قلبی-تنفسی ورزشکار وارد کنند و عملکرد فرد را بهبود بخشند، اما از آنجا که تناوب‌های کوتاه‌تر، وهله‌های استراحتی کوتاه‌تری دارند؛ بنابراین از افت شدید اکسیژن مصرفی در وهلهٔ استراحتی جلوگیری می‌کنند و با آغاز سریع‌تر وهلهٔ بعدی فعالیت، نسبت به تناوب‌های طولانی‌تر، اکسیژن مصرفی را به سطوح بالایی آن نزدیک‌تر می‌کنند. برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند که انجام فعالیت‌های طولانی‌مدت با شدت بالا (یعنی تناوب‌های طولانی) که اکسیژن زیادی را در طی فعالیت وارد بدن می‌کنند، ممکن است سبب رهاسازی پراکسیدان‌ها و آسیب‌های بیولوژیکی دیگر شوند (۲۶). همچنین تداوم فعالیت در چنین شدت‌هایی، درک فشار کار فرد را افزایش می‌دهد که ممکن است تداوم فعالیت را با مشکل مواجه کند و کل زمان فعالیت را محدود نماید. این امر موجب می‌شود که تداوم فعالیت در چنین شدت‌هایی کاهش یابد و کل زمان فعالیت کوتاه‌تر شود. نتایج این بخش از پژوهش نیز نشان می‌دهد که بین میانگین و اوج درک فشار کار در فعالیت‌های تناوبی طولانی‌تر و دو نوع فعالیت تناوبی دیگر تفاوت معنی‌داری وجود دارد. این نتایج همچنین نشان داد که این تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های IT_1 و IT_2 نیز وجود دارد. این بدان معنی است که هرچه وهله‌های کار به استراحت طولانی‌تر شوند و هرچه

Archive of SID

www.SID.ir

زمان فعالیت و استراحت افزایش یابند، میزان درک فشار کار فرد نیز بالاتر می‌رود. در فعالیت‌های تناوبی طولانی با کاهش مقدار کار به استراحت (کاهش زمان وهلهٔ کاری و یا افزایش زمان وهلهٔ استراحتی) می‌توان میزان درک فشار کار فرد را کاهش داد (۱۹). برخی مطالعات در این مورد بیان کرده‌اند که کاهش زمان وهلهٔ کاری بیش از افزایش زمان وهلهٔ استراحتی، میزان درک فشار کار اعمال شده به فرد در حین فعالیت را کاهش می‌دهد (۱۹، ۲۰). افزایش میزان درک فشار کار یه هنگام فعالیت شدید، کل زمان فعالیت را محدود می‌کند و در نتیجه کل زمان باقی ماندن فرد در شدت‌های بالا را کاهش می‌دهد. نتایج این بخش از پژوهش با یافته‌های روزنک (۲۰۰۷)، اوتر (۲۰۰۷) و بابینو (۱۹۹۷) هم‌خوانی دارد (۱۴، ۲۷، ۲۸). مطالعات نشان می‌دهند که با افزایش زمان دورهٔ استراحت و افت ضربان قلب، هنگام شروع وهلهٔ بعدی فعالیت و بازگشت ضربان قلب به سطوح بالای فعالیت، فشار زیادی به فرد وارد می‌شود و این امر ممکن است درک فشار کار فرد را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب ذکر شده، این مطالعه پیشنهاد می‌کند که فعالیت‌های تناوبی کوتاه‌تر باعث کاهش درک فشار کار در حین فعالیت می‌شوند و همچنین فشار فیزیولوژیکی مناسب‌تری نیز بر فرد اعمال می‌کنند. بدین ترتیب، ممکن است سازگاری‌های ایجاد شده در فرد را بیش از تناوب‌های طولانی‌تر افزایش دهند. اوج متغیرها در این نوع فعالیت‌ها، نسبت به تناوب‌های طولانی‌تر، مقدار پایین‌تری دارند، ولی این فعالیت‌ها با بالا نگاه داشتن میانگین کل ضربان قلب، پایین نگاه داشتن میانگین و اوج میزان درک فشار کار در طول فعالیت و جلوگیری از افت شدید اکسیژن مصرفی در وهله‌های استراحتی، می‌توانند عملکرد فرد را بهبود دهند. این مطالعه به مربیان و ورزشکاران استقامتی پیشنهاد می‌کند که هنگام برنامه‌ریزی تمریناتی که بر اساس متغیرهای فیزیولوژیک؛ مانند ضربان قلب و اکسیژن مصرفی سازمان‌دهی می‌شوند، تنها اوج متغیر به‌دست آمده را به عنوان فشار فیزیولوژیکی، مورد نظر قرار ندهند و به میانگین کلی آن متغیر در طول فعالیت و میزان درک فشار کار فرد نیز توجه داشته باشند.

منابع:

1. Daniels, J., Scardina, N., Hayes, J., Foley, P. (1984). Elite and sub elite female middle and long-distance runners. In D.M. Landers (Ed.), Sport and Elite Performers . Champaign: Human Kinetics. pp. 57-72.

Archive of SID

www.SID.ir

2. Sharkey, B.J. (1970). Intensity and duration of training and the development of cardio respiratory endurance. Med Sci Sports Exerc, 2: 197-202.

3. Shephard, R.J. (1968). Intensity duration and frequency of exercise as determinations of the response to a training regime. Int Z Angew Physiol, 26: 272-278.

4. Robinson, D.M., Robinson, SM., Hume, P.A., Hopkins, WG. (1991). Training intensity of elite male distance runners. Medicine and Science in Sports and Exercise, 23: 1078-1082.

5. Billat, L.V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Part I: aerobic interval training. Sports Medicine, 31: 13-31.

6. Billat, L.V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Part II: anaerobic interval training. Sports Medicine, 31: 70-85.

7. 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. J Strength Cond Res, 19: 527 - 33.

8. Laursen, P.B., Jenkins, D.G. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training: Optimizing Training Programmers and Maximizing Performance in Highly Trained Endurance Athletes. Sports Med, 32: 53 - 73.

9. Edington, D.W., Edgerton, V.R. (1976). The Biology of Physical Activity. 3: 272-277.

10. Astrand, P.O., Rodahl, K. (1979). Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise. 2nd edition. New York: MacGraw-Hill.

11. Vuorimaa, T. Vasankari, T., Rusko, H. (2000). Comparison of physiogical strain and muscular performance of athletes during two intermittent exercises at the velocity associated with VO2max. International Journal of Sports Medicine, 21: 96-101.

12. Harmer, A.R., Mc Kenna, M.J., Sutton, J.R., Snow, R.J., Ruell, P.A., Booth, J. (2000). Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following sprint training in humans. Journal of Applied Physiology, 89: 1793-1803.

13. MacDougall, J.D., Hicks, A.L., McDonald, J.R., Mc Kelvie, R.S., Green, H.J., Smith, K.M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. Journal of Applied Physiology, 84: 2138-2142.

14. Rozenek, R., Funato, K., Kubo, J., Hoshikawa. M., Matsuo, A. (2007). Physiological responses to interval training sessions at velocities associate with VO2max. Journal of Strength and Conditioning Research, 21: 188-192.

Archive of SID

www.SID.ir

15. Berthon, P., Fellmann, N. (2002). General review of methods for maximal aerobic velocity assessment at laboratory. Proposal for optimal conditions. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 42: 257-266.

16. Dupont, G., Blondel, N., Berthoin, S. (2003). Time spent at VO2max: a methodological issue. Int J Sports Med, 24: 291-297.

17. Vuorimaa, T., Virlander, R., Kurkilahti, P., Vasankari, T., Hakkinen, K. (2006). Acute changes in muscle activation and leg extension performance after different running exercises in elite long distance runners. European Journal App1ied Physiology, 96: 282-291.

18. Christemen, E.H., Hedman, R., Saltin, B. (1960). Intermittent and continuous running. Acta Physiologica Scandinavia, 50: 269-287.

19. Astrand, I., Astrand, P.O., Christensen, E.H., Hedman, R. (1960). Intermittent muscular work. Acta Physiologia Scandinavica, 48: 448-453.

20. Astrand, I., Astrand, P.O., Christensen, E., Hedman, R. (1960). Myoglobin as an oxygen store in man, Acta Physiologica Scandinavia, 48: 454-460.

21. Brooks, G.A., Fahey, T.D. (1984). Exercise physiology: Human bioenergetics and its Applications. New York: Macmillan.

22. Fox, E.L., Matthews, D.K. (1974). Interval training-conditioning for sports and general fitness. Philadelphia: W. B. Sauders. pp: 21-30.

23. Coyle, E.F. (2000). Physical activity as a metabolic stressor. Am J Clin Nutr, 72: 512-520.

24. Balsom, P.D., Serger, J.Y., Sjodin, B., Ekblom, B. (1992). Maximal intensity intermittent exercise. effect of recovery duration. International Journal of Sports Medicine, 13: 528-533.

25. Timothy, P.S, MC Naughton, L.R, Marshall, K.J. (1999). Efficiency of 4-WK training using Vmax/Tmax on VO2max and performance in athletes. Med Sci Sports Exerc, 31: 892-896.

26. Davies, C.T. (1980). Effects of wind assistance and resistance on the forward motion of a runner. Journal of App1ied Physiology, 48(4): 702-709.

27. Babineau, C., Leger, L. (1997). Physiological response of 5/1 intermittent aerobic exercise and its relationship to 5 km endurance performance, International Journal of Sports Medicine, 18: 13-19.

28. Utter, A., Nieman, C., David, D., Charles, L., Mc Anulty, R. (2007). Perceptual and motor skills, 104, (3, part2): 1079.

Archive of SID

www.SID.ir