المپیک
فصلنامه
سال چهاردهم ـ شماره ۱ (پیاپی ۳۳) بهار ۱۳۸۵

تأثیر برنامهٔ تمرینی شدید بر $VO2_{max}$، $vVO2_{max}$، T_{max} و زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان تمرین کرده

❖ **فهیمه اسفرجانی**؛ دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تربیت معلم
❖❖ **دکتر حجت‌اله نیک بخت**؛ دانشیار دانشگاه تربیت معلم
❖❖❖ **دکتر حمید رجبی**؛ استادیار دانشگاه تربیت معلم
❖❖❖❖ **دکتر وحید ذوالاکتاف**؛ استادیار دانشگاه اصفهان

چکیده : هدف از این تحقیق، تعیین تأثیر تمرینی تناوبی شدید بر **VO۲max** (حداکثر اکسیژن مصرفی)، **vVO۲max** (حداقل سرعت در **VO۲max**)، **Tmax** (مدت زمان فعالیت با شدت **vVO۲max**) و زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دونگان تمرین کرده بود. متغیرها نیز سه روز جداگانه، قبل و پس از اعمال متغیر مستقل روی ۱۶ آزمودنی اندازه گیری شدند. مقادیر **VO۲max** و **vVO۲max** با گاز آنالیزر تعیین شدند. آزمودنیها بر اساس زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر به صورت تصادفی جفت شدند و در دو گروه کنترل (سن ۱/ ۱۵۵ ۲۰/۵ سال) و تجربی (سن ۱/۸۵ ۱ ۱۹/۲ سال) قرار گرفتند. آزمودنیها هر دو گروه به مدت ۱۰ هفته و هر هفته دو جلسه در تمرینها شرکت کردند. تمرینهای تناوبی گروه تجربی در هر جلسه عبارت بود از: پنج تا هشت تکرار با شدت **vVO۲max** - - و مدت **Tmax** ۶۰ ـ ۵۰ درصد و زمان بازگشت به حالت اولیه ۲ : ۱. گروه کنترل به تمرینهای متداول تدامی با شدت ۷۵ درصد **VO۲max**، **vVO۲max**، **Tmax** و مدت ۵۵ تا ۶۵ دقیقه در هر جلسه ادامه دادند. از روش آماری **t** استودنت همبسته برای مقایسهٔ میانگینهای پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون در هر گروه و از **GLM** اندازه گیریهای مکرر به منظور مقایسهٔ تفاوت میانگینها بین دو گروه استفاده شد. پس از دورهٔ تمرینی، بهبود معناداری در مقادیر **VO۲max** (۸/۴ درصد)، **vVO۲max** (شش درصد)، **Tmax** (۳۵/۴ درصد) و زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر (هفت درصد) گروه تجربی مشاهده شد (**p**<۰/۰۵). در گروه کنترل، تغییر معنادارير در هیچ کدام از متغیرها مشاهده نشد. پیشرفت تمام متغیرها در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل معنادار بود (**p**<۰/۰۵). نتایج تحقیق حاضر نشان دادند که به کارگیری تمرینهای تناوبی شدید با تأکید بر **vVO۲max**، **Tmax** توانست، زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دونگان تمرین کرده را بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی شدید، زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر، حداکثر اکسیژن مصرفی، vVO۲max، Tmax

بخشی از هزینه این تحقیق را کمیته ملی المپیک تأمین کرده است.

❖E-mail:

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

برای طراحی برنامهٔ تمرینی ورشکاران، شناسایی نیازهای فیزیولوژیک رشته‌های متفاوت ورزشی، همچنین شناخت روشهای تمرینی مناسب و مؤثر برای بهبود عاملهای تعیین کنندهٔ عملکرد ضروری هستند [۲۰ , ۷]. توان هوازی بیشینه ($VO2_{max}$)، مدت زمان فعالیت در $VO2_{max}$ (T_{max})، کارایی دویدن (RE[1])، آستانهٔ لاکتات، درصد تارهای کند انقباض و روش مؤثر و کارامد، از مهم‌ترین عاملهای درگیر در عملکرد استقامتی به شمار می‌روند [۱۵ , ۱۰ , ۹ , ۷]. برنامهٔ تمرینی ورزشکاران استقامتی، شامل یک مرحلهٔ هوازی است که با تمرینهای تناوبی شدید هنگام نزدیک شدن به فصل مسابقه دنبال می‌شود [۲]. انواع برنامه‌های تمرینی تناوبی برای بهبود عملکرد استقامتی و متغیرهای فیزیولوژیک، مانند $VO2_{max}$، RE، T_{max} و آستانهٔ لاکتات در مطالعات متعددی گزارش شده‌اند [۲۷ , ۲۲ , ۲۱ , ۱۲ , ۴ , ۳] با وجود این، دربارهٔ مطلوب‌ترین برنامهٔ تمرینی اطلاعات دقیقی در دسترس نیست [۲۱ , ۲]. حد مطلوب تمرین نیز به شدت فعالیت، مدت فعالیت، تعداد وهله‌های تمرینی، نوع فعالیت، مدت دورهٔ بازگشت به حالت اولیه و تعداد تکرار در هفته بستگی دارد [۲۱ , ۲]. دستکاری شدت و مدت فعالیت، همچنین زمان برگشت به حالت اولیه بین وهله‌های فعالیت، باعث تغییر سلول عضلانی و مسیرهای متابولیکی می‌شود [۱۹]. توجه به تفاوتهای فردی، در تعیین شدت و مدت وهله‌های فعالیت تناوبی اهمیت ویژه‌ای دارد [۲۱]، زیرا شدت و حجم تمرینی که برای آماده شدن بعضی از ورزشکاران ایده‌آل است، ممکن است برای ورزشکاران دیگر ایده‌آل نباشد و آنها را دچار بیش‌تمرینی یا کم‌تمرینی کند [۲۴ , ۲]. برای کاهش تفاوتهای فردی، از متغیرهای متعددی مانند $VO2_{max}$، آستانهٔ بی‌هوازی، آستانهٔ لاکتات، حداکثر ضربان قلب و $vVO2_{max}$ برای تعیین شدت فعالیت استفاده می‌شود [۲۱ , ۲۰ , ۸].

شدت مطلوب برای بهبود $VO2_{max}$ زمانی است که فرد با حداکثر اکسیژن مصرفی به مدت طولانی به فعالیت بپردازد [۵]. $vVO2_{max}$ حداقل سرعتی است که فرد به $VO2_{max}$ می‌رسد [۱۶ , ۵]، بنابراین، وقتی هدف، افزایش توان هوازی بیشینه باشد، $vVO2_{max}$ شدت مطلوب فعالیت به شمار می‌رود [۱۶ , ۶ , ۳]. ساز وکارهای مرتبط با بهبود عملکرد استقامتی با استفاده از شاخص $vVO2_{max}$ برای شدت تمرین عبارتند از: کاهش دخالت متابولیسم بی‌هوازی در شروع فعالیت [۲۱]؛ افزایش آستانهٔ لاکتات و آستانهٔ تهویه‌ای [۱۲]؛ بهبود توان بی‌هوازی [۲۳]؛ افزایش مصرف لیپیدها و جلوگیری از تخلیهٔ گلیکوژن [۲۱]. **بیلات**[2] معتقد است که افزایش $VO2_{max}$، آستانهٔ لاکتات، کارایی حرکتی و زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر با تمرینهای با شدت $vVO2_{max}$ و طول وهله‌های ۳۰ ثانیه تا سه دقیقه و نسبت کار به استراحت ۱ : ۱ میسر است [۴]. زمانی که $vVO2_{max}$ را معیاری برای تعیین شدت تمرینها به کار می‌بریم، بهترین متغیر برای تعیین طول وهله‌های فعالیت نیز T_{max} (مدت زمان فعالیت با شدت $vVO2_{max}$ تا واماندگی) است [۱۶ , ۵]. مقادیر T_{max} دوندگان، تقریباً بین ۲ تا ۱۰ دقیقه گزارش شده‌اند [۴ , ۳]. چنانچه هدف تمرین، رسیدن به ۱۰۰ درصد $VO2_{max}$ و حفظ آن به مدت طولانی باشد، زمان مطلوب وهله‌های فعالیت ۶۰ درصد T_{max} است [۳]. ورزشکاران قادرند که وهله‌های فعالیت را با شدت $vVO2_{max}$ و طول مدت ۶۰ درصد T_{max} را

1. Running Economy
2. Billat

Archive of SID

www.SID.ir

تقریباً تا هشت بار تکرار کنند [۱۷ , ۱۲]. در این روش، با وجود دامنهٔ بزرگ تغییرات T_{max} در بین دوندگان، کل زمانی که فرد با شدت $vVO2_{max}$ می‌دود، دو تا سه برابر ۱۰۰ درصد T_{max} است [۴]. با تمرینهای تناوبی با شدت $vVO2_{max}$ و مدت T_{max} ۵۰ تا ۶۰ درصد می‌توان وهله‌های فعالیت را از پنج بار به ۱۸ بار افزایش داد و مسافت پیموده را با سرعت $vVO2_{max}$ دو برابر کرد [۳]. به دنبال این تمرینها، سه تا شش درصد افزایش در سرعت آستانهٔ لاکتات و $vVO2_{max}$ و ۱۰ تا ۹۰ درصد افزایش در زمان رسیدن به واماندگی مشاهده شد [۴].

تیموتی[1] پیشرفت معناداری را در عملکرد دوی ۳۰۰۰ متر، T_{max}، $vVO2_{max}$ و v_{LT} (سرعت در آستانهٔ لاکتات) دوندگان نیمه استقامت تمرین کرده، پس از برنامهٔ تمرینی تناوبی شدید (1:2 $vVO2_{max}$ @ T_{max} %60*6) گزارش داد. در مقادیر $VO2_{max}$ و زمان اجرای دوی ۵۰۰۰ متر این آزمودنیها، تغییر معناداری مشاهده نشد [۳۰]. به همین منظور، نتایج تحقیق **اسمیت**[2] نشان دادند که مقادیر $vVO2_{max}$، T_{max} و زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان نیمه استقامت پس از چهار هفته برنامهٔ تمرینی تناوبی ($vVO2_{max}$ @ T_{max} %60-75% *6) بهبود معناداری داشتند [۲۷]. پس از تمرینهای تناوبی با شدت $v_{\Delta 50}$ (میانگین v4[3] و $vVO2_{max}$) در دوندگان استقامتی تمرین کرده (n- 1*50%T_{max}@vΔ50,2:1,2d/wk,8wk) بهبود معناداری در مقادیر $vVO2_{max}$، RE vΔ50 ایجاد شد، ولی افزایش معناداری در $vVO2_{max}$ و v_{LT} و T_{max} مشاهده نشد [۲۶]. باوجوداین، پس از این تمرینها (6*50%T_{max}@vΔ50,2:1,2d/ wk,8wk) مقادیر $VO2_{max}$، RE، $vVO2_{max}$ و vLT دوندگان نیمه استقامت غیرنخبه، بهبود معناداری داشت [۱۲]، در صورتی که در گروه نخبه فقط در RE و $vVO2_{max}$ تغییر معنادار مشاهده شد [۱۲]. این نتایج ممکن است که به دلیل سطح بالای آمادگی دوندگان یا شدت کم تمرینهای تناوبی در گروه نخبه رخ داده باشد [۱۲].

شناخت متغیرهای مناسب برای تعیین شدت و مدت وهله‌های فعالیت تناوبی به منظور انفرادی کردن برنامهٔ تمرینی ورزکاران، اهمیت خاصی دارد. زمانی که هدف تمرین اجرای فعالیت با شدت و مدت زیاد باشد، طرحریزی برنامهٔ تمرینی ویژه برای هر فرد مشکل است [۵ , ۱۵]. با توجه به دامنهٔ وسیع متغیرها در برنامه‌ریزی تمرینها و وجود گزارشهای متفاوت، اهمیت نسبی هرکدام از پارامترها برای طراحی یک برنامهٔ مؤثر و مناسب سؤال‌برانگیز است. هدف تحقیق حاضر این است که تأثیر یک برنامهٔ تمرینی تناوبی شدید را با تأکید بر $vVO2_{max}$ و T_{max} بر عملکرد استقامتی دوندگان تمرین کرده مطالعه کند و به تجزیه و تحلیل آن بپردازد.

روش‌شناسی

این تحقیق به صورت نیمه‌تجربی و کاربردی با طرح پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون با گروه کنترل و تجربی انجام شد.

آزمودنیها

از دوندگان مرد تمرین کرده‌ای که حداقل یک سال و حداکثر سه سال در تمرینهای دوهای استقامتی شرکت داشتند و دارای مقامی در سطح کشوری

1. Timothy
2. Smith
۳. سرعت در زمانی که غلظت لاکتات خون برابر چهار میلی‌مول در لیتر است.

Archive of SID
www.SID.ir

نبودند، از طریق مربیان فدراسیون دو و میدانی ثبت‌نام شدند. شانزده آزمودنی پس از آگاهی از شیوهٔ انجام تحقیق به صورت داوطلبانه در اختیار محقق قرار گرفتند. آزمودنیها بر اساس زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر در دو گروه کنترل (سن ۱/۵۵ 1 ۲۰/۵ سال، قد ۲/۵۷ 1 ۱۷۴/۶ سانتی‌متر و وزن ۲/۹۵ 1 ۶۶/۱ کیلوگرم) و تجربی (سن ۱/۸۵ 1 ۱۹/ 2 سال، قد /۱ ۸۸ 1 ۱۷۶/۲ سانتی‌متر و وزن ۳/۷۲ 1 ۶۴/۹ کیلوگرم) به صورت جفت‌شده تصادفی قرار گرفتند. تعداد آزمودنیها در هر گروه هشت نفر بود.

شیوهٔ اجرا

قبل از پیش آزمون، آزمودنیها به مدت دو هفته و در هفته سه جلسه به منظور آشنایی با محیط آزمایشگاه، روش کار با گاز آنالیزر، خونگیری و دویدن روی تردمیل به آزمایشگاه مراجعه کردند. از آزمودنیها خواسته شد که حداقل دو روز پیش از اجرای پیش آزمون از هرگونه فعالیت بدنی شدید خودداری کنند، همچنین رژیم غذایی خود را ثبت و به هنگام پس آزمون تکرار کنند. آزمونها با فاصلهٔ حداقل ۴۸ ساعت و در سه روز جداگانه در یک هفته گرفته شدند. سپس آزمودنیها به مدت ۱۰ هفته و هر هفته دو روز در تمرینهای تناوبی شرکت کردند. پس از پایان دورهٔ تمرینی، از آزمودنیها پس آزمون گرفته شد.

روش تعیین $VO2_{max}$, $vVO2_{max}$ و $_{V\$}$: به منظور تعیین $VO2_{max}$ و $vVO2_{max}$ و $_{V\$}$، آزمون فزاینده‌ای با مرحله‌های سه دقیقه‌ای روی تردمیل (Tunturi J 880 _ Finland) اجرا شد. سرعت اولیه هشت کیلومتر و افزایش سرعت بین مرحله‌ها، یک کیلومتر درساعت بود[۳۱, ۱۲, ۴]. اندازه‌گیری $VO2_{max}$ و $vVO2_{max}$ از طریق گاز آنالیزر (Meta max 3B - United Kingdom) به طور مستقیم بود. معیارها برای تعیین $VO2_{max}$ عبارت بودند از: افزایش نیافتن میزان اکسیژن مصرفی با وجود افزایش سرعت، افزایش مقادیر نسبت تبادل تنفسی به بیش از ۱/۲ یا افزایش ضربان قلب بالاتر از ۹۰ درصد از حداکثر ضربان قلب تخمینی (سن ـ ۲۲۰) [۱۳].

$vVO2_{max}$ حداقل سرعتی است که فرد به $VO2_{max}$ می‌رسد. چنانچه سرعت در مرحلهٔ آخر به نصف زمان تعیین شده (یک دقیقه و نیم) یا کمتر حفظ می‌شد، $vVO2_{max}$ برابر با میانگین سرعتهای دو مرحلهٔ آخر در نظر گرفته می‌شد [۱۲].

به منظور اندازه‌گیری $_{V\$}$، نمونه‌های خونی نیز پس از هر مرحله از فعالیت به وسیلهٔ لاکتومتر (Lactatepro Arkray Japan) گرفته شدند.

جدول ۱. برنامهٔ تمرینی دو گروه کنترل و تجربی

گروه	جلسات تمرین در هفته	وهله‌های فعالیت در هر جلسه	شدت فعالیت	مدت فعالیت	زمان استراحت بین وهله‌های فعالیت	شدت فعالیت در زمان برگشت به حال اولیه
تجربی	۲	۵ـ۸	vΔ50 $vVO2_{max}$	٪۵۰Tmax ٪۶۰Tmax	٪۵۰Tmax ٪۱۲۰Tmax	٪۵۰$vVO2_{max}$ ٪۵۰$vVO2_{max}$
کنترل	۲	۱	٪۵۰$vVO2_{max}$	۵۵ تا ۵۶ دقیقه	_	_

Archive of SID

www.SID.ir

گرفتن نمونه‌های خونی با ۲۰ تا ۳۰ ثانیه توقف در بین هر دو مرحله همراه بود [۳۲].

روش تعیین T_{max}

ابتدا آزمودنیها به مدت ۱۵ دقیقه مرحله گرم کردن را اجرا می‌کردند. این مرحله شامل پنج دقیقه فعالیت روی تردمیل با سرعت ۵۰ درصد $vVO2_{max}$، پنج دقیقه حرکات کششی و پنج دقیقه فعالیت با سرعت ۶۰ درصد $vVO2_{max}$ بود. سپس سرعت به ۸۰ $vVO2_{max}$ درصد به مدت ۱۵ ثانیه به سرعتی برابر با $vVO2_{max}$ افزایش می‌یافت و تا قطع فعالیت، زمان به وسیلهٔ کرنومتر اندازه‌گیری می‌شد. آزمودنیها تا زمان رسیدن به واماندگی به دویدن ادامه می‌دادند [۳۰، ۴، ۱۲، ۲۷]

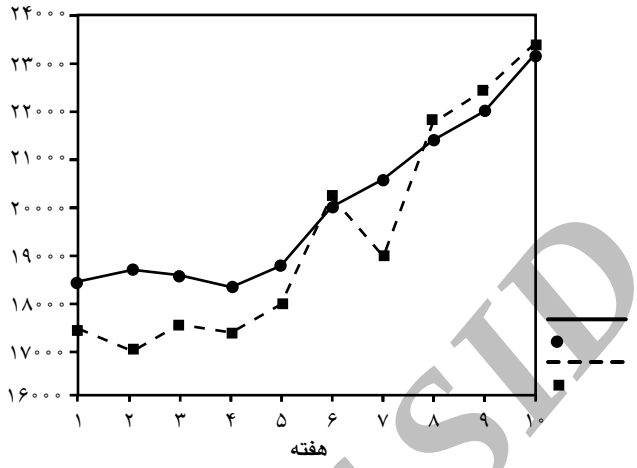
روش تعیین زمان اجرای ۳۰۰۰ متر

آزمودنیها مسافت ۳۰۰۰ متر را در پیست سرپوشیدهٔ دو و میدانی شهید کشوری به طور رقابتی دویدند و زمان اجرای هر آزمودنی اندازه‌گیری شد. این آزمون در هر دو مرحلهٔ پیش آزمون و پس آزمون بین ساعت پنج تا هفت بعداظهر اجرا شد. بین رکوردهای حاصل از پیش آزمون و رکوردهای ثبت شدهٔ آزمودنیها

جدول ۲. مقادیر $VO2_{max}$، $vVO2_{max}$، T_{max} زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان دو گروه قبل و پس از اعمال متغیر مستقل

متغیر / گروه		کنترل	تجربی
$VO2_{max}\left(ml.kg^{-1}.min^{-1}\right)$	پیش آزمون	۵۲/۱ ± ۲/۹	۵۱/۲ ± ۲/۸
	پس‌آزمون	۵۲/۵ ± ۲/۸	۵۵/۵ ± ۱/۵ *
	Δ٪	٪۰/۶	٪۸/۴
$vVO2_{max}\left(km.h^{-1}\right)$	پیش آزمون	۱۵/۳۷ ± ۰/۳۵	۱۵/۵ ± ۰/۶۵
	پس‌آزمون	۱۵/۴۳ ± ۰/۳۲	۱۶/۴۳ ± ۰/۶۲ *
	Δ٪	٪۰/۴	٪۶
$T_{max}(s)$	پیش آزمون	۲۹۹ ± ۶۸	۳۲۵ ± ۸۱
	پس‌آزمون	۳۳۹ ± ۷۷	۴۴۰ ± ۶۰ *
	Δ٪	٪۱۳/۳	٪۶
$T_{max}(s)$	پیش آزمون	۶۸۳ ± ۳۷	۶۸۴ ± ۴۰
	پس‌آزمون	۶۷۸ ± ۳۴	۶۳۶ ± ۲۸ *
	Δ٪	-٪۰/۵	٪۷

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱. مسافتهایی را که آزمودنیهای گروه کنترل و تجربی در ۱۰ هفتهٔ دورهٔ تمرینی پیمودند.

در فدراسیون (در مسابقات فصل قبل) همبستگی بالایی (R = ۰/۹۳) به دست آمد که نشان داد، رکورد آزمودنیها در پیش آزمون به عملکرد واقعی آنها نزدیک بود.

آزمودنیهای گروه تجربی در برنامهٔ تمرینی تناوبی به مدت ۱۰ هفته و هر هفته دو روز شرکت کردند. برنامهٔ تمرینی برای هر آزمودنی به طور جداگانه با توجه به پارامترهای $vVO2_{max}$ و $V\$$ و T_{max} تنظیم شد. در پنج هفتهٔ اول با شدت – – و طول مدت ۵۰ درصد T_{max} و زمان بازگشت به حالت اولیه ۱ : ۱ انجام گرفت [۲۶, ۱۲]. در پنج هفته دوم، شدت فعالیت به $vVO2_{max}$، زمان فعالیت به ۶۰ درصد T_{max} و مدت زمان بازگشت به حالت اولیه به ۲ : ۱ افزایش یافت [۳۰, ۲۷, ۴]. شدت فعالیت در زمان بازگشت به حالت اولیه در هر دو مرحله ۵۰ درصد $vVO2_{max}$ در نظر گرفته شد. تعداد وهله‌های فعالیت برابر با n_{max} بود یا به عبارتی، تعداد تکرارهای هر آزمودنی تا زمان رسیدن به واماندگی تعداد وهله‌های فعالیت در طول ۱۰ هفتهٔ دورهٔ تمرینی بین پنج تا هشت تکرار متغیر بود. بین جلسات تمرینی تناوبی، حداقل دو روز فاصله وجود داشت. همهٔ جلسات تمرینی شامل مرحلهٔ گرم کردن با شدت انتخابی خود آزمودنی و مرحلهٔ سرد کردن بود.

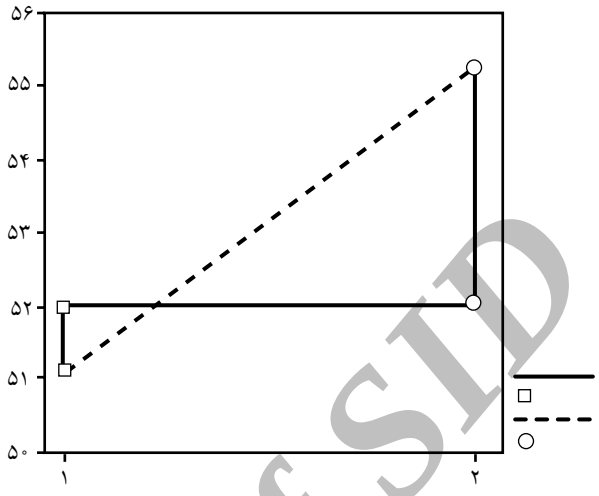
آزمودنیهای گروه کنترل نیز دو روز در هفته و به مدت ۱۰ هفته به تمرینهای تداومی خود با شدت $vVO2_{max}$ ۷۵ درصد و مدت ۵۵ تا ۶۵ دقیقه ادامه دادند (جدول ۱). تمرینهای هر دو گروه در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه تربیت معلم روی تردمیل انجام شدند. حجم تمرین دو گروه در دورهٔ تمرینی برابر بود (شکل ۱).

روشهای آماری

داده‌های حاصل از این تحقیق با استفاده از روشهای آمار توصیفی تنظیم شدند و مورد بررسی

6. General linear model
7. pacing

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲. مقایسهٔ تفاوت میانگین – – قبل و پس از اعمال متغیر مستقل در گروه کنترل و تجربی

مقدماتی قرار گرفتند. از آزمون t استودنت مستقل، برای مقایسهٔ مسافتهای پیموده شدهٔ آزمودنیها وهها، از روش آماری GLM[۶] اندازه‌گیری مکرر و برای مقایسهٔ پیش آزمون و پس آزمون درون گروهی از آزمون t وابسته استفاده شد. سطح معنادار آزمونهای آماری، /0 P<05 در نظر گرفته شد.

نتایج

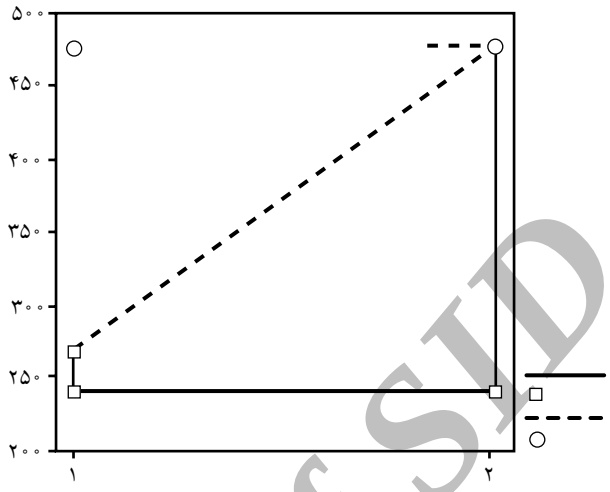
تفاوت معناداری در مسافتهای پیموده شده بین گروه کنترل و تجربی در طول ۱۰ هفتهٔ دورهٔ تمرینی مشاهده نشد (شکل ۱). زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر در گروه تجربی ۴۷ ثانیه (هفت درصد) و در گروه کنترل پنج ثانیه (۰/۵ درصد) بهبود یافت که فقط در گروه تجربی معنادار بود (P<۰/۰۰۱) (جدول ۲).

مقادیر $VO2_{max}$ پس از دورهٔ تمرینی در گروه تجربی از ۵۱/۲ به ۵۵/۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه و در گروه کنترل از ۵۱/۱ به ۵۲/۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه افزایش یافتند که این تغییر در گروه تجربی معنادار (P<۰/۰۱) بود ولی در گروه کنترل معنادار نبود (P = ۰/۳۴) (جدول ۲). بهبود مقادیر $VO2_{max}$ در گروه تجربی (۸/۴ درصد) در مقایسه با گروه کنترل /۰ ۶ درصد) معنادار بود (P<۰/۰۰۱) (شکل ۲).

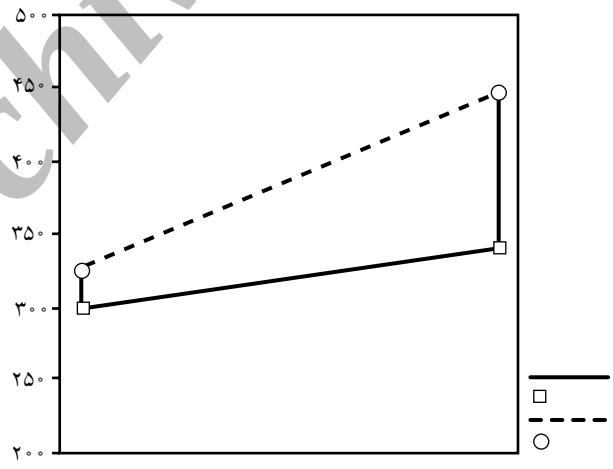
$vVO2_{max}$ پس از دورهٔ تمرینی به میزان ۰/۹۳ کیلومتر در ساعت در گروه تجربی و ۰/۳۶ کیلومتر در ساعت در گروه کنترل افزایش یافت که در گروه تجربی معنادار (P<۰/۰۰۱) بود و در گروه کنترل معنادار نبود (P = ۰/۳۵) (جدول ۲). همچنین، افزایش $vVO2_{max}$ در گروه تجربی (شش درصد) به طور معناداری از گروه کنترل (۰/۴ درصد) بیشتر بود (/۰ P<۰۰۱) (شکل ۳).

مقادیر T_{max} پس از دورهٔ تمرینی در گروه تجربی (۳۵/۴٪) و در گروه کنترل (۱۳/۳٪) افزایش یافت که این تغییر فقط در گروه تجربی معنادار بود (/۰ P<۰۱) (جدول ۲). همچنین، تفاوت معناداری در بهبود مقادیر T_{max} بین دو گروه کنترل و تجربی مشاهده شد (P<۰/۰۵) (شکل ۴).

Archive of SID
www.SID.ir



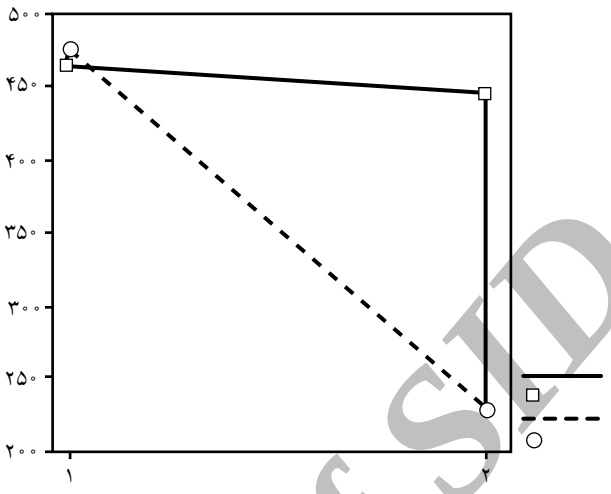
شکل ۳. مقایسهٔ تفاوت میانگین – – قبل و پس از اعمال متغیر مستقل در گروه کنترل و تجربی



شکل ۴. مقایسهٔ تفاوت میانگینهای – – قبل و پس از اعمال متغیر مستقل در گروه کنترل و تجربی

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵. مقایسهٔ تفاوت میانگینهای زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر قبل و پس از اعمال متغیر مستقل در گروه کنترل و تجربی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهند که به کارگیری تمرینهای تناوبی شدید با استفاده از $vVO2_{max}$ و ۶۰ درصد T_{max} برای تعیین شدت و مدت وهله‌های تمرینی، زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر را به میزان ۴۸ ثانیه (هفت درصد) در دوندگان تمرین کرده بهبود داده است (جدول ۲).

نتایج تحقیقات دیگر نشان می‌دهند که به دنبال پروتکلهای تمرینی تقریباً مشابه، زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر بهبود یافته یا بدون تغییر مانده است. پس از چهار هفته تمرین تناوبی با شدت $vVO2_{max}$ و مدت ۶۰ درصد T_{max} و زمان برگشت به حالت اولیه (۲ : ۱) زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان نخبه به میزان ۱۷ ثانیه (سه درصد) بهبود یافت [۳۰]. همچنین، چهار هفته تمرین تناوبی با شدت $vVO2_{max}$ - - و زمان ۵۰ تا ۶۰ درصد T_{max} زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان تمرین کرده را به میزان (۴/۲ درصد) [۴] و تمرین تناوبی با شدت $vVO2_{max}$ و مدت T_{max} ۶۰ درصد زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان نخبه را به میزان (۲/۸ درصد) بهبود داده است [۲۷]. بر اساس گزارش اسمیت، پس از تمرین تناوبی با شدت $vVO2_{max}$ و مدت ۷۰ درصد T_{max} تغییر معناداری در زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان نخبه مشاهده است [۲۷]. تأثیر بهتر تمرینهای تناوبی با مدت ۶۰ درصد T_{max} نسبت به تمرینهیا با مدت ۷۰ درصد T_{max} احتمالاً مربوط است به زمانی که آزمودنیها با شدت $vVO2_{max}$ در هر جلسه تمرینی فعالیت داشته‌اند (۷۶۸ در مقابل ۶۵۵ ثانیه) [۲۷]. بهبود زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر در تحقیق حاضر (هفت درصد) از نتایج گزارش شدهٔ اسمیت [۲۷]، بیلات [۴] و تیموتی [۳۰] که به ترتیب میزان ۲/۸ , ۴/۲ و ۳ درصد بهبود را پس از تمرینهای تناوبی با شدت $vVO2_{max}$ و مدت ۵۰ تا ۶۰ درصد T_{max} گزارش داده‌اند، بیشتر است که احتمالاً ناشی از

Archive of SID
www.SID.ir

تفاوت در سطح آمادگی اولیهٔ دوندگان یا تفاوت در طول مدت دورهٔ تمرینی است (۱۰ هفته در مقابل چهار تا هشت هفته).

اگرچه سازوکارهای درگیر در بهبود عملکرد پس از تمرینهای تناوبی در تحقیق حاضر بررسی نشده‌اند، ولی یافته‌های دیگر تحقیقات، توضیحاتی دربارهٔ سازکارهای متعدد درگیر در عملکرد استقامتی را پس از تمرینهای تناوبی شدید گزارش داده‌اند. نسبت متابولیسم هوازی و بی‌هوازی در دوی ۳۰۰۰ متر با زمان حدود ۱۰ دقیقه به ترتیب ۸۵ و ۱۵ درصد است [۱۴]. بنابراین، بهبود زمان دوی ۳۰۰۰ متر ممکن است که از طریق افزایش ظرفیت متابولیکی سیستمهای انرژی هوازی و بی‌هوازی و یا هر دو صورت پذیرد [۱۸، ۲۳].

یکی از عاملهایی که با موفقیت ورزشکاران استقامتی ارتباط زیادی دارد، $VO2_{max}$ است [۱]. در تحقیق حاضر، مقادیر $VO2_{max}$ به میزان ۸/۴ درصد در گروه تجربی و ۰/۶ درصد در گروه کنترل پس از اعمال متغیر مستقل، افزایش را نشان داده است [جدول ۲]. افزایش ۰/۵ تا ۱۵ درصد در مقادیر $VO2_{max}$ پس از تمرینهای متفاوت تناوبی در تحقیقات متعدد گزارش شده است [۳۰، ۲۸، ۲۲، ۱۲، ۱۱]. میزان افزایش $VO2_{max}$ به شدت، مدت و تکرار وهله‌های تمرین، سطح آمادگی دوندگان و ژنتیک بستگی دارد [۲۱]. بر اساس گزارش محققان، پنج درصد تغییر در مقادیر $VO2_{max}$ سبب ۳/۹ درصد تغییر در زمان دوی ۳۰۰۰ می‌شود [۱۴]. افزایش $VO2_{max}$ از بهبود در حمل و تحویل اکسیژن به عضلات اسکلتی از طریق افزایش حجم ضربه‌ای [۳۲، ۲۵، ۲۱]؛ افزایش دانستیهٔ مویرگی و میتوکندریایی و در نتیجه افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات فعال سرچشمه می‌گیرد [۳۲]. افزایش دانسیتهٔ مویرگی و میتوکندریایی و در نتیجه افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات فعال سرچشمه می‌گیرد [۳۲]. افزایش در مقادیر حجم ضربه‌ای (چهار درصد) و $VO2_{max}$ (شش درصد) پس از تمرینهای تناوبی شدید در ورزشکاران تمرین کرده [۲۵] و افزایش در مقادیر $VO2_{max}$ (۱۶ درصد)، ناشی از هشت درصد در برون ده قلبی و ۳/۶٪ افزایش در تفاوت اکسیژن سرخرگی ـ سیاهرگی، پس از ۱۲ هفته تمرین تناوبی در ورزشکاران غیر نخبه گزارش شده است [۲۳]. بنابراین در تحقیق حاضر، افزایش مقادیر -- پس از تمرینهای تناوبی شدید ممکن است که از افزایش حجم پلاسما و حجم ضربه‌ای (سازگاری‌های مرکزی) و یا افزایش تفاوت اکسیژن سرخرگی ـ سیاهرگی ناشی شود (سازگاریهای محیطی).

$VO2_{max}$ یکی از عاملهای مهم مرتبط با عملکرد استقامتی به شمار می‌رود، ولی در دوندگانی با مقادیر یکسانی $VO2_{max}$، $vVO2_{max}$ به عنوان متغیر ترکیبی از $VO2_{max}$ و RE در تفسیر و توضیح تفاوتهای عملکردی ورزشکاران به کار می‌رود [۵، ۱]. $vVO2_{max}$ تقریباً با سرعت دوندگان در دوی ۳۰۰۰ برابر است [۱۴]. بین زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر و $vVO2_{max}$ دوندگان نخبه، همبستگی بالایی (۰/۷۹>r>۰/۷۵) گزارش شده است [۱۴].

در تحقیق حاضر، $vVO2_{max}$ به میزان شش درصد در گروه تجربی و ۰/۴ درصد در گروه کنترل، افزایش را نشان داده است (جدول ۲). این نتایج با یافته‌های سایر محققان مبنی بر افزایش $vVO2_{max}$ (۳٪ تا ۱۰٪) پس از تمرین تناوبی شدید همخوانی دارد [۳۰، ۲۷، ۱۲، ۴]. در تحقیق حاضر، افزایش $vVO2_{max}$ در گروه تجربی حدود یک کیلومتر در ساعت است که در مقایسه با بهبود مقادیر $vVO2_{max}$ در تحقیق بیلات (۰/۶ کیلومتر در ساعت) [۴] و

Archive of SID

www.SID.ir

اسمیت (۰/۸ کیلومتر در ساعت) [۲۷] بیشتر است. افزایش $vVO2_{max}$ در ورزشکاران نخبه، احتمالاً از کاهش RE و در ورزشکاران غیر نخبه از افزایش $VO2_{max}$ و کاهش RE ناشی می‌شود [۱۲]. دوندگان شرکت‌کننده در تحقیق حاضر نسبت به دوندگان تحقیق بیلات و اسمیت آمادگی هوازی اولیهٔ کمتری داشتند (۵۲ در مقابل ۶۴ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه). بنابراین، افزایش $vVO2_{max}$ به میزان یک کیلومتر در ساعت در این گروه از آزمودنیها پس از تمرینهای تناوبی شدید منطقی به نظر می‌رسد که احتمالاً ناشی از افزایش $VO2_{max}$ و کاهش RE است. افزایش ذخیرهٔ الاستیکی عضله [۴] و سازگاریهای عصبی ـ عضلانی [۱۱] از سازوکارهای مرتبط با افزایش $vVO2_{max}$ پس از تمرینهای تناوبی شدید است. افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، سبب افزایش فرکانس و همزمانی واحدهای حرکتی، سبب افزایش نیرو، کارایی و هماهنگی عضلانی می‌شود [۱۱]. بهبود کارایی ناشی از سازگاریهای عصبی، خستگی را به تأخیر می‌اندازد و ورزشکاران را قادر می‌سازد که مقادیر بالاتری از تولید لاکتات را تحمل کنند [۱۱]. افزایش مقادیر $vVO2_{max}$ در گروه کنترل معنادار نبود، اما این افزایش احتمالاًناشی از بهبود هماهنگی و کارایی پس از ۱۰ هفته تمرین منظم روی تردمیل بود.

موفقیت دوندگان نیمه استقامتی به حفظ سرعت بالا در طول مسابقه بستگی دارد [۱۸]، بنابراین، علاوه بر متابولیسم هوازی، بهبود منابع انرژی بی‌هوازی که شامل کراتین فسفات، ATP، اکسیژن ذخیره در میوگلوبین [۳۳] و گلیکولیز بی‌هوازی است، [۱۸ , ۷] ضروری به نظر می‌رسد. در مورد ظرفیت بی‌هوازی ورزشکاران استقامتی پس از تمرینهای تناوبی شدید، بهبود گزارش شده است [۲۸ , ۲۳]. بخشی از بهبود عملکرد استقامتی این دوچرخه‌سواران نخبه به بهبود ظرفیت بی‌هوازی مرتبط است (۰/۴۳ = r) (۲۳). بر اساس نظر بعضی از محققان، T_{max} با ظرفیت بی‌هوازی ارتباط دارد و اطلاعاتی را در مورد ظرفیت بی‌هوازی ورزشکاران نشان می‌دهد. [۲۱]. در تحقیق حاضر، T_{max} به میزان ۳۴/۴ درصد در گروه تجربی و ۱۳/۳ درصد در گروه کنترل افزایش داشته است. در تحقیقات متعددی، افزایش در مقادیر T_{max} پس از تمرینهای تناوبی شدید گزارش شده‌اند [۳۰، ۲۷ , ۱۲]. میزان پیشرفت T_{max} در هر دو گروه بیشتر از سایر متغیرهاست. این تفاوت احتمالاً با اندازه‌گیری T_{max} در پس آزمون ارتباط دارد که با همان سرعت پیش آزمون انجام گرفته است.

از مزایای تمرینهای رود تردمیل، می‌توان از بهبود و کنترل تنفس در طول دورهٔ تمرینی؛ بهبود روش دویدن با کاهش حرکات اضافی جانبی سر و استفاده از انرژی به منظور حرکت به سمت جلو و همچنین به بهبود توانایی آزمودنیها در بازگشت به حالت اولیه اشاره کرد [۳۰]. در مقابل، دویدن با سرعت ثابت در جلسات تمرینی و همچنین تأثیر واقعی و اساسی گام برداری[۷] را در میدان مسابقه نادیده می‌گیرد. همچنین ضرورت استفاده از تجهیز آزمایشگاهی، امکان استفاده از روش تمرینی را کاهش می‌دهد [۳۰].

یافته‌های تحقیق حاضر در تأیید نتایج تحقیقات قبلی نشان می‌دهند که استفاده از $vVO2_{max}$ برای تعیین شدت فعالیتهای تناوبی و به کارگیری T_{max} ۵۰ تا ۷۰ درصد برای تعیین طول مدت وهله‌های فعالیت، دو شاخص ارزشمندی به شمار می‌روند که می‌توان آنها را برای طراحی برنامه‌های تناوبی درنظر گرفت. نتایج به دست آمده از دوندگان نخبه، اعتبار و روایی به کارگیری این شاخصها را افزایش می‌دهد [۳۰ , ۲۷، ۲۲]. باوجوداین، قبل از یک نتیجه‌گیری کلی، تحقیقات بیشتری مورد نیاز است.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع و مآخذ

1. Basset DR, Howley TE. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. Med Sci Sports Exerc. 32: 70 - 84.
2. Berg k. (2003). Endurance training and performance in runners: Reasarch limitations and unaswered questions. Sports Med. 33: 59 - 73.
3. Billat L V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle and long distance running. Part I: Aerobic training. Sports Med. 31: 13 - 31.
4. Billat LV, Flechet B, Petit B, Muriaux G, Koralsztein PJ. (1999). Interval training at VO2max: Effects on aerobic performance and overtrating markers. Med Sci Sports Exerc. 31: 156 - 163.
5. Billat LV, Koralsztein PJ. (1996). Significance of the velocity at VO2max and its time to exhaustion at this velocity. Sports Med. 22: 90 - 108.
6. Billat LV, Slainski JJ, Boquet V, Demarle PA, Laurent L, Koralsztein PJ. (2000). Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen for a longer time then intense but submaximal runs. Eur J Appl Physiol. 81: 188 - 196.
7. Brandon, LJ. (1995). Physiological factors associated with middle ditance running performance. Sport Med. 19: 268 - 277.
8. Casaburi, R, Storer TW, Sullivan CS, Wasserman K. (1995). Evaluation of blood lactate elevation as an intensity criterion for exercise training. Med Sci Sports Exerc. 27: 852 - 862.
9. Coyle EF. (1995). Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. Exerc Sport Sci Reviews. 23: 25 - 63.
10. Coyle EF. (1999). Physiological determinats of endurance exercise performance. J Sci Med Sport. 2: 181 - 189.
11. Creer AR, Ricard MD, Conlee RK, Hoyt GL, Parcell AC. (2004). Neural, Metabloic, and performance adaptations to four week of high intensity interaval training in trained cyclists. Int J Sport Med 25: 92 - 8.
12. 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. Archi Physiol & Biocchem. 111: 167 - 176.
13. Dupont G, Blondel N, Berthoin S. (2003). Time spent at $VO2_{max}$: a methodological issue. Int J Sports Med 24: 291 - 7.
14. Grant S, Craig I, Wilson J, Aitchison T. (1997). The relationship between 3 km running performance and selected physiological variables. Sports Sci. 15: 403 - 410.
15. Hawley, JA, Myburgh KH, Dennis SC. (1997). Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. J Sports Sci. 15: 325 - 333.
16. Hill DW, Rowell AL. (1996). Running velocity at VO2max. Med Sci Sports Exerc. 28: 114 - 119.
17. Hill DW, Rowell AL. (1997). Response to exercise at the velocity associated with Vo2max. Med Sci Sports Exerc. 29: 113 - 116.
18. Houmard JA, Costill DL, Mitchell JB. (1991). The role of anaerobic ability in middle distance running performance. Eur J Appl Physiol. 62: 40 - 43.
19. Jones AM, Carter H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. Sports Med. 29: 373 - 386.
20. Kubukeli ZN, Noakes TD, Dennis SC. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. Sports Med. 32: 489 - 509.
21. Laursen PB, Jenkins DG. (2002). The scientific basis for high-intensity interaval training: optimizing training programmes and maximizing performance in highly trained athletes. Sports Med. 32: 53 - 73.
22. Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. (2005). Influence of high - intensity interaval training on adaptations in well - trained cyclists. Med Sci Sports Exerc. 34 (11): 1801 - 1807.
23. Laursen, PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. (2005). Influene of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. J Strength Cond Res 19: 527 - 33.

Archive of SID

www.SID.ir

24. Mujika I, Goya A, Ruiz E, Padilla S. (2002). Physiological and performance respones to a 6-day taper in middle distance runners: influence of training frequency. Int J Sports Med. 23: 367 - 327.
25. Richardson RS, Johnson SC. (1996). Evidence of a secondary hypervolemia in trained man following high intensity interval training. Int. J. Sports Med. 17: 243 - 249.
26. Slawinski, JJ, Demarle PA, Koralsztein PJ, Billat LV. (2001). Effect of supra - lactate threshold training on the relationship between mechaical stride descriptors and aerobic energy cost in trained runners. Archi Physiol & Biochem. 109: 110 -116.
27. Smith TP, Coombe JS, Geraghty DP. (2003). Optimising high intensity treadimill training using the running speed at maximal O_2 uptake and the time for which this can be maintained. Eur J Appl Physiol 89: 337 - 346.
28. Tabata I, Nishimura K. (1996). Effects of moerate intensity endurace and high intensity intermittent training in anaerobic capacity and VO2max. Med Sci Sports Exerc. 28: 1327 - 1330.
29. Taylor WC, Hawley JA, Noakes MT, Dennis SC. (1997). Metabolic and performance adaptations to interaval training in endurance - trained cyclists. Eur J Apple Physiol. 75: 298 - 304.
30. Timothy PS, Mc Naughton LR, Marshall KJ. (1999). Effect of 4 - wk training using vmax / Tmax on VO2max and performance in athletes. Med Sci Sports Exerc. 31: 892 - 896.
31. Weltman A, Snead D, Seip R, Rutt R, Weltman J. (1990). reliability and validity of a continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate threshold, fixed blood lactate concentrations and VO2max. Int J Sports Med. 11: 26 - 32.
32. Weltman A. (1995). The Blood Lactate Response To Exercise. Human Kinetics.
33. Yoshida T, Udo M, Iwai K, Chida M, Ichioka M, Nakadomo F, Yamaguchi T. (1990). Significance of the contribution of aerobic and anaerobic components to several distance rumming performances in athletes. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 60: 249 - 253.

Archive of SID

www.SID.ir