المپیک
فصلنامه

سال پانزدهم – شماره ۳ (پیاپی ۳۹) پاییز ۱۳۸۶

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۱/۱۱
تاریخ تصویب: ۸۶/۲/۲۹

ارتباط بین سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات (vLTP) و سرعت در لحظه رسیدن به VO_2max هنگام دوی فزاینده تا درماندگی در دوندگان استقامتی

❖ **ندا خالدی**؛ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش دانشگاه تهران*
❖❖ **دکتر عباسعلی گائینی**؛ دانشیار دانشگاه تهران
❖❖❖ **دکتر محمدرضا کردی**؛ استادیار دانشگاه تهران

چکیده: هدف این پژوهش عبارت است از مطالعهٔ ارتباط بین سرعت در لحظهٔ رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی (vVO_2max) و سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات (vLTP) در دوندگان استقامتی و نیمه‌استقامتی. بدین منظور ۱۱ دوندهٔ زبدهٔ استقامت (۹ مرد و ۲ زن) عضو تیم ملی دو و میدانی در رشته‌های استقامت و نیمه‌استقامت با میانگین سن، قد، و وزن به ترتیب ۱/۱+۲۴/۳۶ سال، ۲/۱+۱۷۳/۳۶ سانتی‌متر، ۲۱+۶۳/۲۵ کیلوگرم به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. درآزمون اول VO_2max و vVO_2max آزمودنیها با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی سنجیده شد (شروع آزمون با سرعت ۱۰ کیلومتر در ساعت و افزایش سرعت هر ۱ دقیقه، ۱ کیلومتر در ساعت بود تا ورزشکاران به درماندگی می‌رسیدند). در آزمون دوم vLTP آزمودنی سنجیده شد. شروع آزمون با سرعت ۱۰ کیلومتر در ساعت بود که پس از ٤ دقیقه، ۱ کیلومتردر ساعت بر سرعت نوارگردان افزوده می‌شد تا غلظت لاکتات آزمودنی به فراتر از ۵ میلی‌مول برسد. میانگین VO_2max، vVO_2max آزمودنیها به ترتیب ۲/۸+۵۸/۵٤ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم در دقیقه ۰/۲۹±۱۹/۰ کیلومتر در ساعت بود. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار spss مدل ۱۲ و روش آماری ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. یافته‌های پژوهش نشان داد بین vLTP و vVO_2max ارتباط مثبت معناداری وجود دارد (r=۰/٦۳، p=۰/۰۳۷). این موضوع تأیید می‌کند هر قدر فرد توانایی به تأخیر انداختن انباشت لاکتات را داشته باشد و در سرعت بالاتری انباشت لاکتات در وی آغاز شود، از vVO_2max بالاتری برخوردار است. از طرفی مربیان با تکیه بر برنامه‌های تمرین با سرعت vVO_2max می‌توانند vLTP آنها را به تأخیر اندازند.

واژگان کلیدی : حداکثر اکسیژن مصرفی، دویدن، سرعت در لحظهٔ رسیدن به VO_2max، سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات.

* E mail: neda@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

همزمان با کسب رکوردهای تازه در رشته‌های مختلف ورزشی در مسابقات جهانی و المپیک، متخصصان فیزیولوژی ورزش سعی دارند به منظور تعیین محرکهای مؤثر در پیشرفت عملکرد ورزشکاران، برنامه‌های گوناگونی را آزمایش کنند. حداکثر **اکسیژن مصرفی**[1]، **کارایی دویدن**[2]، **آستانهٔ لاکتات**[3]، درصد تارهای کندانقباض و روش مؤثر و کارآمد از عوامل درگیر در عملکرد استقامت به شمار می‌روند (۴، ۱۲). از میان تحقیقات گوناگونی که تاکنون در این زمینه انجام شده است، تمرین در شدت VO_2max بهترین روش افزایش VO_2max ورزشکاران استقامتی شناخته شده است (۲۴، ۲۵).

از آنجا که رسیدن به VO_2max و تداوم آن هنگام تمرین، از عوامل پیش‌بینی‌کنندهٔ عملکرد استقامتی است (۲۵)، یکی از عوامل تأثیرگذار بر این موضوع، تمرین در **شدت vVo_2max**[4] شناخته شده است (۲۴). vVO_2max حداقل سرعت مورد نیاز برای رسیدن به VO_2max است (۱۰، ۱۴، ۲۴). زمانی که هدف، ارزیابی شاخصهایی برای سنجش میزان تأثیرگذاری برنامه‌های تمرین دوندگان استقامتی است، vVO_2max پیش‌بینی‌کنندهٔ تمرین دوندگان استقامتی است (۱۳، ۱۴). همچنین، این شاخص شدت مطلوب تمرین است و زمانی که هدف از تمرینها افزایش حداکثر توان هوازی است استفاده می‌شود (۱۴). اخیراً به ارزیابی پاسخهای تمرین در سرعتی که وابسته به VO_2max است توجه فراوانی شده است (۱۸، ۲۶).

در ۱۹۸۴، بیلات و همکارانش اصطلاح «سرعت در VO_2max» را با علامت اختصاری vVo_2max معرفی کردند و قبل از آن نیز هیل و لاپتون در ۱۹۲۳ به سرعت بحرانی که بیانگر کسری از اکسیژن هنگام رسیدن به VO_2max بوده اشاره کرده‌اند (۹). گزارش شده است vVO_2max شاخص مفیدی است که VO_2max و **کارایی حرکتی**[5] را با یکدیگر ترکیب و به شکل یک عامل نشان می‌دهد و می‌تواند به تنهایی، تفاوتهای هوازی بین دوندگان گوناگون را نشان دهد و آنها را طبقه‌بندی کند (۶، ۹). vVO_2max برعکس VO_2max و کارایی حرکتی، تفاوتهای فردی دوندگان را هنگام دویدن نشان می‌دهد (۶، ۹).

اسفرجانی (۱۳۸۴) نیز تأثیر تمرین تناوبی شدید را بر توان هوازی، پارامترهای لاکتات و زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان تمرین کرده بررسی کرد. ۲۰ آزمودنی که دوندهٔ ۳۰۰۰ متر بودند، پس از ۱۰ هفته و هر هفته دو جلسه تمرین نشان دادند به‌کارگیری تمرینهای شدید با تأکید بر vVO_2max می‌تواند زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان تمرین کرده را بهبود بخشد (۱).

دربارهٔ سرعت دونده هنگام رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی مشخص شده است این سرعت با عملکرد دوندگان استقامتی و نیمه‌استقامتی در رشته‌های گوناگون مانند ۱۵۰۰ و ۵۰۰۰ متر (۲۱، ۲۲)، ۱۰ کیلومتر (۲۸)، ۲۱/۱ کیلومتر (۷) ارتباط معناداری وجود دارد ($p<0/05$).

عامل دیگری که بر عملکرد دوندگان استقامتی تأثیر می‌گذارد، انباشت اسید لاکتیک و متعاقب آن افزایش یونهای H^+ در عضلهٔ اسکلتی فعال است (۳، ۱۶). علی‌رغم آستانه‌های متفاوت لاکتات، می‌توان

1. Maximal oxygen uptake
2. Running economy
3. Lactate thershold
4. Velocity at VO2max
5. Movement economy

Archive of SID

www.SID.ir

به نقطهٔ LTP اشاره کرد. LTP، یا نقطهٔ چرخش لاکتات، نقطهٔ افزایش ناگهانی و مداوم غلظت لاکتات خون از ۲/۵ تا ۵ میلی‌مول (۲۰، ۲۴، ۳۲) و نیز سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات یا (vLTP)[1]، سرعت فرد هنگام فعالیتهای فزاینده در نقطهٔ چرخش لاکتات است (۲، ۲۰، ۲۴). این نقطه که افزایش سریع و ناگهانی لاکتات خون را نشان می‌دهد، یکی از بهترین روشهای تعیین تمرین و سنجش عملکرد ورزشکاران استقامتی است (۲). vLTP، مستقیم و غیرمستقیم، نشانهٔ شدت تمرین هنگام انباشت لاکتات است و عملکرد مثبت شدت تمرین را بیان می‌دارد (۲۴).

میگلی و همکارانش (۲۰۰۶) با اجرای یک دوی فزاینده که در آن هر ۴ دقیقه ۱ کیلومتر در ساعت بر سرعت افزوده می‌شد، ۷ دوندهٔ استقامتی (۵ مرد و ۲ زن) را مطالعه کردند و نتیجه گرفتند vLTP که درصدی از vVO_2max است نشانهٔ خوبی برای برآورد زمان رسیدن به درماندگی است (۲۴).

در تحقیق دیگری، بیلات و همکارانش (۲۰۰۳)، پس از ۴ تا ۸ هفته تمرین تناوبی استقامتی بر روی ۶ دوندهٔ زبدهٔ استقامتی، نشان دادند هر گونه افزایش در سرعت آستانهٔ لاکتات (vLT)[2] زمان رسیدن به درماندگی را کاهش می‌دهد (۱۵). علاوه بر ارتباط معناداری که بین vVO_2max دوندگان، یعنی **حداکثر سرعت هوازی**[3] و زمان رسیدن به درماندگی آنها وجود دارد (۹)، به تأخیر انداختن انباشت اسید لاکتیک و تغییر سرعت آستانه‌های متفاوت لاکتات یا **حداکثر سرعت بی‌هوازی**[4] (۸، ۲۳) نیز با عملکرد استقامتی همبستگی بالایی دارد (۱۲، ۱۳، ۲۲، ۲۸).

با توجه به دامنهٔ وسیع متغیرها در برنامه‌ریزی تمرین و نقش دو متغیر vVO_2max و vLTP که به ترتیب بیانگر حداکثر سرعت هوازی و بی‌هوازی فرد هنگام فعالیت استقامتی‌اند، در این پژوهش کوشش شده است ارتباط بین این دو شاخص با پیش فرض آنکه vLTP افراد ممکن است vVO_2max آنها را تحت تأثیر قرار دهد سنجیده می‌شود. همچنین تلاش شد تا مشخص شود آیا می‌توان در برنامه‌ریزی تمرین استقامتی از یکی از این دو شاخص استفاده کرد؟ و آیا می‌توان یکی از این دو متغیر را محور اصلی برنامه‌ریزی تمرین استقامتی قرار داد؟

بنابراین، هدف این تحقیق عبارت است از مطالعهٔ ارتباط بین vLTP و vVO_2max دوندگان زبدهٔ استقامتی در آزمونی فزاینده.

روش‌شناسی

آزمودنیها و نحوهٔ انتخاب آنها

پس از هماهنگیهای لازم با فدراسیون دو و میدانی و توضیح هدف و نحوهٔ پژوهش، نفرات برتر رشته‌های ۱۵۰۰، ۳۰۰۰، ۵۰۰۰، ۱۰۰۰۰ متر کشور توسط فدراسیون معرفی شدند. ابتدا آزمودنیها ۲۰ نفر بودند که ۹ نفر آنها از ادامهٔ همکاری با پژوهشگر انصراف دادند. ۱۱ دوندهٔ زبدهٔ استقامتی و نیمه‌استقامتی (۹ مرد و ۲ زن) پس از آشنایی با نحوهٔ اجرای آزمونها، رضایت کتبی خود را برای شرکت در پژوهش اعلام داشتند. آزمودنیها به مدت ۱ هفته در استادیوم آزادی اقامت گزیدند تا آزمونهای مذکور را انجام دهند. تمامی آزمودنیها در مرکز سنجش قابلیتهای جسمانی آکادمی ملی المپیک حاضر شدند و قبل از جمع‌آوری اطلاعات نهایی، سه

1. Velocity lactate turnpoint
2. Velocity lactate thershold
3. Maximal aerobic speed
4. Maximal anaerobic speed

Archive of SID
www.SID.ir

نفر از آنها آزمون را به شکل **آزمایشی**[1] انجام دادند. قبل از شروع آزمون اطلاعات قد، وزن، درصد چربی بدن، و شاخص **تودهٔ بدن**[2] آزمودنیها با استفاده از دستگاه In body 3.0 جمع آوری شد.

پروتکل آزمون

برای جمع‌آوری اطلاعات، هر آزمودنی در دو آزمون جداگانه تا رسیدن به درماندگی به روی نوارگردان در دو روز متفاوت و هر کدام به فاصلهٔ ۴۸ ساعت از یکدیگر به فعالیت پرداختند. در دو آزمون این پژوهش، گرم کردن آزمودنیها عبارت بود از ۵ دقیقه حرکات کششی و ۵ دقیقه دویدن روی نوارگردان با سرعت ۸ کیلومتر در ساعت (۲۴). آزمودنیها پس از گرم‌کردن، به مدت ۱ دقیقه استراحت غیرفعال داشتند. سرعت اولیهٔ نوارگردان در هر پروتکل ۱۰ کیلومتر در ساعت با شیب صفر درجه تنظیم شد.

سنجش VO_2max و vVO_2max

با توجه به پژوهشهای مشابه برای سنجش VO_2max و vVO_2max در دوندگان استقامتی، آزمون دوی فزاینده روی نوارگردان تا رسیدن به درماندگی استفاده شد. برای سنجش vVO_2max، VO_2max و دیگر گازهای متابولیکی از دستگاه تجزیه و تحلیل **گازهای تنفسی**[3] استفاده شد (۹، ۲۴). با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (مدل K4 ساخت شرکت Cosmed ایتالیا) اطلاعات نفس به نفس میانگین در هر ۱۵ ثانیه در آزمودنیها اندازه‌گیری شد. پس از شروع آزمون، پس از هر ۱ دقیقه، ۱ کیلومتر در ساعت بر سرعت نوارگردان افزوده می‌شد تا فرد به مرحلهٔ درماندگی برسد. معیارهای تعیین VO_2max عبارت بودند از:

۱. افزایش نیافتن میزان اکسیژن مصرفی با وجود افزایش سرعت

۲. افزایش مقادیر نسبت تبادل تنفسی به بیش از ۱٫۲

۳. افزایش ضربان قلب بیشتر از ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب برآوردی (سن – ۲۲۰) (۵).

برای محاسبهٔ vVO_2max، سرعت در لحظهٔ رسیدن فرد به VO_2max در دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی ثبت و با توجه به زمان رسیدن فرد به VO_2max، سرعت آن مرحله سنجیده شد (۹، ۲۴).

سنجش vLTP

پژوهشهای کمی در زمینهٔ سنجش vLTP گزارش شده است. در این آزمون از روش اسمیت و جونز (۲۰۰۱) برای سنجش vLTP استفاده شد (۲۰، ۲۴). میزان لاکتات خون آزمودنی توسط دستگاه لاکتومتر (ساخت آلمان FDA، lactate scout) ابتدا قبل از آزمون طی دو مرحله سنجیده شد: ۱. قبل از گرم‌کردن، ۲. پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن. بعد از شروع آزمون طی گذشت هر مرحله، ۱ کیلومتر در ساعت بر سرعت دستگاه افزوده می‌شد. هر مرحله شامل ۴ دقیقه فعالیت بود که به دنبال آن لاکتات خون آزمودنی در ۱ دقیقه استراحت غیرفعال و ایستادن در کناره‌های نوارگردان، توسط لاکتومتر با گرفتن نمونهٔ خون از سرانگشت آزمودنی اندازه‌گیری می‌شد. vLTP سرعت دویدن فرد قبل از رسیدن به نقطهٔ افزایش سریع لاکتات است که در آن غلظت لاکتات خون به ۵ میلی‌مول می‌رسد. به

1. Pilote
2. Body mass index
3. Gas analayzer

Archive of SID

www.SID.ir

محض رسیدن لاکتات خون فرد به فراتر از ۵ میلی‌مول، سرعت در آن لحظه vLTP ثبت شد.

روشهای آماری

در این تحقیق برای سنجش ارتباط متغیر مورد استفاده از روشهای آمار توصیفی همبستگی پیرسون استفاده شد. ارتباط بین داده‌ها و تعیین سطح معناداری آنها ($p<۰/۰۵$)، با استفاده از نرم‌افزار Spss و روش tr به‌دست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Spss12 و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

یافته‌ها

اطلاعات مربوط به میانگین، انحراف استاندارد و واریانس و یژگیهای فردی آزمودنیها شامل سن، قد، وزن، درصد چربی، و شاخص تودهٔ بدن در جدول ۱ نشان داده شده است. در جدول ۲ میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای به‌دست آمده در دو پروتکل معرفی شده‌اند (پروتکل اول محاسبهٔ VO_2max و vVO_2max، پروتکل دوم محاسبهٔ vLTP). نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری متغیرها در جدول ۳ آمده است.

جدول ۱. توزیع شاخصهای آمار توصیفی ویژگیهای فردی دوندگان استقامتی (n= ۱۱)

شاخصها / متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	حداقل	حداکثر
سن (سال)	۲۴	۳/۶۷	۱۳/۴	۱۹	۳۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۳	۷/۰	۴۹/۰۵	۱۶۶	۱۸۴
وزن (کیلوگرم)	۶۳/۲۵	۷/۲۷	۵۲/۹۱	۵۳/۲۰	۷۶/۰۰
چربی بدن (درصد)	۱۳/۵۰	۳/۴۹	۱۲/۲۲	۷/۸	۲۰/۸
BMI (کیلوگرم بر مترمربع در مردان)	۲۱/۰۴	۱/۲۸	۱/۶۳	۱۸/۸	۲۲/۵
BMI (کیلوگرم بر مترمربع در زنان)	۱۹/۸	۰/۷	۱/۲۰	۱۹/۳	۲۰/۳

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد VO_2max، vVO_2max، vLTP دوندگان استقامتی (n=۱۱)

متغیرها / شاخصها	میانگین	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
VO_2max (میلی‌لیتر / کیلوگرم / دقیقه)	۵۸/۱۸	۸/۰۲۸	۴۸	۶۷
vVO_2max (کیلومتر / ساعت)	۱۸/۵۵	۱/۲۹	۱۶	۲۰
vLTP (کیلومتر / ساعت)	۱۶/۳۶	۱/۵۷	۱۴	۱۹

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. ارتباط بین vLTP و vVO_2max دوندگان استقامتی (n=۱۱)

متغییرها / شاخصها	ضریب همبستگی (r)	ضریب تعیین (v)	سطح معناداری (p)	نتیجه
vLTP	۰/۶۳	۳۹	۰/۰۳۷	معنادار
vVO_2max				

بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی فرضیهٔ این تحقیق و با توجه به اطلاعات آماری به‌دست آمده، ارتباط مثبت معناداری بین vLTP و vVO_2max دوندگان زبده وجود دارد (p= ۰/۰۳۷ و r= ۰/۶۳). ضریب تعیین به دست آمده نشان می‌دهد (v= ۳۹) ۳۹ درصد از vLTP دوندگان استقامتی ممکن است تحت تأثیر vVO_2max باشد. انتظار می‌رود غلظت لاکتات خون با افزایش فشار کار و میزان اکسیژن مصرفی افزایش یابد، همزمان برداشت اسید لاکتیک از خون نیز افزایش می‌یابد. افزایش شدت تمرین با افزایش فراخوانی تارهای تند انقباض، افزایش گلیکولیز، افزایش اپی‌نفرین پلاسما و در نتیجه افزایش تولید لاکتات همراه است (۱۹).

در ۱۹۲۳، هیل ولاپتون نشان دادند، میزان اکسیژن مصرفی هنگام تمرین، همگام با افزایش سرعت افزایش می‌یابد تا زمانی که سرعت به ۲۵۶ متر در دقیقه برسد (۱۷). در این سرعت خاص، دیگر افزایشی در اکسیژن مصرفی اتفاق نمی‌افتد و در نتیجه قلب، ریه‌ها، دستگاه گردش خون، و شبکهٔ انتشار اکسیژن به دلیل بروز کسر اکسیژن نمی‌توانند اکسیژن لازم را به عضلات منتقل کنند. در سرعتهای بالاتر از این سرعت خاص نیز نیاز بدن به اکسیژن بسیار افزایش می‌یابد و از آنجایی که بدن پاسخگوی این نیاز نیست، پس کسر اکسیژن باز هم بیشتر می‌شود (۱۷). با توجه به این موضوع هر کسی سرعت بحرانی خود را دارد که در این سرعت حداکثر اکسیژن مصرفی برای فرد کافی نیست و کسر اکسیژن بالایی اتفاق خواهد افتاد. لذا هیل و لاپتون (۱۹۲۳)اعتقاد دارند این سرعت حداکثر سرعت دونده است که می‌تواند تا انتهای مسیر با آن بدود (۹، ۱۷).

موریتانی و همکارانش (۱۹۸۱) سرعتی را که وابسته به سرعت در هنگام رسیدن به VO_2max بود سرعت بحرانی یا vVO_2max تعریف کردند و اعتقاد داشتند این سرعت به vLT بسیار نزدیک است (۲۹).

ولکو و همکارانش (۱۹۷۵) با اشاره به vVO_2max بیان داشتند این سرعت حداکثر ظرفیت هوازی را اندازه گیری می کند (۳۳).

نوکز و همکارانش (۱۹۹۲) که تحقیقات بسیاری در زمینهٔ لاکتات انجام داده‌اند اعتقاد دارند با توجه به تجمع بیشتر لاکتات هنگام افزایش سرعت در فعالیت فزاینده، برای هر فرد حداکثر سرعتی وجود دارد که آن سرعت وابسته به انباشت لاکتات وی است. به ازای هر ۱ کیلومتر افزایش سرعت، افزایش لاکتات به شکل تدریجی و به صورت لگاریتم مشهود است. لذا، نوکز و همکارانش (۱۹۹۲) بر این باورند که افزایش لاکتات هنگام فعالیتهای فزاینده به دلیل سبقت گرفتن تولید از پاکسازی لاکتات است.

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین، سطحی از سرعت و شدت وجود دارد که در آن تولید لاکتات از پاکسازی آن سبقت می‌گیرد و از آن به بعد غلظت لاکتات خون افزایش شدیدی خواهد داشت. هر فرد در این سرعت و شدت، با توجه به نسبت تحمل بدنش به لاکتات می‌تواند به فعالیت خود ادامه دهد. دونده این سرعت بی‌هوازی را در طول مسیر ماراتن و یا در دوی ۱۵۰۰ متر و دیگر مسیرهای استقامتی حفظ خواهد کرد (۲۳).

از طرف دیگر هر قدر فرد vLTP بالاتری داشته باشد و به واسطهٔ آن اختلاف بین vLTP و vVO_2max وی کمتر باشد (۹، ۲۴، ۳۱)، قادر خواهد بود در سرعت بالاتری که به سرعت لحظهٔ رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی وی نزدیک است، به فعالیت خود تا رسیدن به درماندگی ادامه دهد (۲۴). علت این موضوع را شاید بتوان چنین توجیه کرد که با توجه به تأخیر در زمان شروع افزایش ناگهانی و سریع لاکتات خون و در نتیجه افزایش vLTP، انباشت کند لاکتات باعث می‌شود ورزشکار با سرعت بالاتری که به vVO_2max وی نزدیک است به دویدن خود ادامه دهد. بنابراین، با توجه به رابطهٔ مثبت و معنادار بین vLTP و vVO_2max و اهمیت این دو متغییر در برنامه‌ریزیهای تمرین استقامتی، می‌توان به مربیان توصیه کرد تا با محاسبهٔ vLTP و یا vVO_2max ورزشکاران و با تغییر شدت تمرین اختلاف بین vVO_2max و vLTP را کاهش دهند تا زمان شروع انباشت لاکتات را به تأخیر اندازند. با این وجود، تحقیقات بیشتری لازم است تا نتایج به‌دست آمده اثبات شود. از جمله می‌توان vLTP ورزشکاران رشته‌های مختلف دو و میدانی را محاسبه کرد تا شاید بتوان بر این اساس در هر رشته vLTP خاصی را برای برنامه‌ریزی تمرین گزارش کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. اسفرجانی، فهیمه، حجت‌الله نیکبخت، حمید رجبی و وحید ذوالاکتاف، ۱۳۸۴. «تأثیرتمرین تناوبی بر توان هوازی، vVo_2max، Tmax و زمان اجرای دو ۳۰۰۰ متردوندگان تمرین کرده ». المپیک، سال چهارم، شمارهٔ ۱ (پیاپی ۳۳)، ص ۵۱-۶۳.

۲. آرتور، ولتمن، ۱۳۸۳. *پاسخ لاکتات خون به فعالیت ورزشی*، ترجمهٔ عباسعلی گائینی، محمد فرامرزی، چاپ اول، تهران، پژوهشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، نشر چکامه: ۱۱۰-۱۰۷.

۳. نعیمی کیا، ملیحه، عباسعلی گائینی، احمد فرخی، امین غلامی، ندا خالدی، ۱۳۸۴. «بررسی تغییرات زمان واکنش انتخابی هنگام اجرای یک فعالیت فزاینده و ارتباط با ضربان قلب و آستانهٔ لاکتات»، *المپیک*، سال چهارم، شمارهٔ ۱(پیاپی ۳۳)، ص ۲۹-۱۹.

4. **Basset, D.R.; T.E. Hawley (2000). "Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance". Med Sci Sport Exerc: 32(1): 70-86.**
5. **Berg, K. (2001). "Endurance training and performance in runners: Research limitations and unanswered question". Sport Med: 31(1):13-31.**
6. **Bernard, Q., S. Outtara, F. Maddio, C. Jimenez (2000). "Determination of velocity associated with VO_2max". Med Sci Sport Exerc: (2):464-470.**
7. **Billat, V.L., J.C. Renoux, J. Pinoteau, J.P. Koralsztein (1994). "Time to exhaustion at 100% of velocity at VO_2max and modeling of the time limit / velocity relationship in elite long-distance runners". Eur J Appl Physiol: 69:271-273.**
8. **Billat,V.L. (1996). "Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training: Recommendations for long-distance running". Sport Med: Sep 22(3):157-75.**
9. **Billat, V.L., P.J. Koralsztein (1996). "Significance of the velocity at VO_2max and it's time to exhaustion at this velocity". Sport Med: 22:90-108.**
10. **Billat, V.L., B. Flechet, B. Petit, B. Muriauxg, J.P. Koralsztein (1999). "Interval training at VO_2max: Effect on aerobic performance and overtraining markers". Med Sci Sport Exerc: 31:156-163.**
11. **Brandon, L.J. (1995). "Physiological factors associated with middle distance running", Performance Sport Med.: 19 (4): 268-277.**
12. **Broke, J., R. Thayer (1994). "Comparison of effect of two interval training programmes on lactate and ventilatory Thersholds". BR J Sport Med: 28(1):18-21.**
13. **Daniels, J.T. (1985). "A physiologist's view of running economy". Med Sci Sport Exerc: 17:332-338.**
14. **David, W., R. Hill, R. Amy (1996). "Running velocity at VO_2max". Med Sci Sport Exerc: 28(1):114-119.**
15. **Demarle, A.P., A.M. Heugas, J.J. Slawinski, V.M. Tricot, J.P. Koralsztein, V.L. Billat (2003). "Whichever the initial training status, any increase in velocity at lactate thershold appears as a major factor in improved time to exhaustion at the same severe velocity after training". Arch Physiol Biochem:.Apr; 111(2):167-76.**
16. **Gladden, L.B. (2001). "Lactic acid: new role in new millennium". Proc Natal Acad Sci USA; 98:395-397**
17. **Hill, AV , Lupton(1923). Muscular Exercise, Lactic acid and the supply and utilization of Oxygen. QJ Med; 16:135-71**
18. **Hill, D.W., A.L. Rowell (1995). "Significant at time to exhaustion during exercise at the velocity associated with VO_2max". Eur J Appl Physiol: 72: 383-386.**
19. **Hurdey, B.F., J.M. Hagberg, W.K. Allen (1984). "Effect of training on blood lactate levels during Submaximal Exercise". J Appl Physiol: 56(5): 1260-1264.**
20. **Jones, A.M., J.H. Dust (1997). "The conconi test is not valid for estimation of the lactate turnpoint in runners". J Sport Sci: 15: 385-396.**
21. **Lacour, J.R., S. Padilla Magunacelaya, J. C. Barthelemy, D. Dormois. (1990). "The energetics of middle – distance running". Eur J Appl: 60:38-34.**

Archive of SID

www.SID.ir

22. Laursen, P.B., M.A. Blanchard, D.G. Jenkins (2002). "Acute high- intensity training Improves Tmax and peak power output in highly trained males". Can J Appl Physiol: 27(4): 336-348.
23. Macrea, H. S., S.C. Dennis, T.D. Noakes (1992). "Effect of training on lactate production and removal during progressive exercise in human". J Appl Physiol: 75(5):1649-1650.
24. Midgley, A.W. M.C. Naughton, L.R. Wilkinson M. (2006). "The relationship between the Lactate turnpoint and the time at vo_2max turing a constant velocity run to exhaustion". Int J Sport Med: 27:278.
25. Midgley, A.W., M.C. Naughton, L.R. Wilkinson M. (2006). "Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners?" Sport Med: 36(2):117-132.
26. Midgley, A.W., M.C. Naughton, L.R. Carroll S. (2006). "Physiological determinants of time to exhaustion during intermittent treadmill running at vVO_2max". Int J Sport Med: 27:1-8.
27. Millet, G.P., R. Candau, R. Fattori, P. Bignet, F. Varray A (2003). "VO_2 response to different intermittent runs at velocity associated with VO_2max". Can J Appl Physiol: 28(3):410-423.
28. Morgan, D.W., F.D. Baldini, P.E. Martin, W.M. Kohrt (1989). "Ten kilometer performance and predicted velocity at VO_2max among well-trained runners". Med Sci Sport Exerc: 27:78-83.
29. Moritanit, T., A. Nagata, H.A. De Vries, et al. (1981). "Critical power as a measure of physical working capacity and anaerobic threshold". Ergonomic: 24:339-50.
30. Pugh, L.G. (1970). "Oxygen intake in track and treadmill running with observation on the effect of air resistance". J physiol (Lond);207: 823-35.
31. Skinner, J.S., T.H. Mclellan (1980). "The transition from aerobic to anaerobic metabolism". Res Q Exerc Sport; 51: 234-248.
32. Smith, C.G.M., A.M. Jones (2001). "The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners". Eur J Appl Physiol: 85:19-26.
33. Volkov, N.I., E.A. Shirkovets, V.E. Borikerich (1975). "Assessment of aerobic and anaerobic capacity of athletes in treadmill running test". Eur J Appl Physiol: 34:121-30.

Archive of SID

www.SID.ir