

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

۱۰۷

تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۲۹  
تاریخ تصویب: ۸۶/۳/۲۹

❖ 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 مطالعه ارتباط بین سرعت در لحظه رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی ( $vVO_2max$ ) و سرعت در نقطه چرخش لاکتات (vLTP) در دوندگان استقامتی و نیمه استقامتی. بدین منظور ۱۱ دونده زبده استقامت (۹ مرد و ۲ زن) عضو تیم ملی دو و میدانی در رشته های استقامت و نیمه استقامت با میانگین سن، قد، و وزن به ترتیب  $24.36 \pm 1.1$  سال،  $173.36 \pm 2.1$  سانتی متر،  $63.25 \pm 2.1$  کیلوگرم به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. در آزمون 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 می رسیدند). در آزمون دوم vLTP آزمودنی سنجیده شد. شروع آزمون با سرعت ۱۰ کیلومتر در ساعت بود که پس از ۴ دقیقه، ۱ کیلومتر در ساعت بر سرعت نوارگردان افزوده می شد تا غلظت لاکتات آزمودنی به فراتر از ۵ میلی مول برسد. میانگین  $VO_2max$ ،  $vVO_2max$  آزمودنیها به ترتیب  $58.54 \pm 2.8$  میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم در دقیقه  $19.0 \pm 0.29$  کیلومتر در ساعت بود. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار spss مدل ۱۲ و روش آماری ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. یافته های پژوهش نشان داد بین vLTP و  $vVO_2max$  ارتباط مثبت معناداری وجود دارد ( $r=0.63$ ،  $p=0.037$ ). این موضوع تأیید می کند 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 برنامه های تمرین با سرعت  $vVO_2max$  می توانند vLTP آنها را به تأخیر اندازند.

واژگان کلیدی: حداکثر اکسیژن مصرفی، دویدن، سرعت در لحظه رسیدن به  $VO_2max$ ، سرعت در نقطه چرخش لاکتات.

\* E mail: neda@ut.ac.ir

## مقدمه

رسیدن به VO<sub>2</sub>max بوده اشاره کرده‌اند (۹). گزارش شده است vVO<sub>2</sub>max شاخص مفیدی است که VO<sub>2</sub>max و کارایی حرکتی<sup>۵</sup> 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<sub>2</sub>max برعکس VO<sub>2</sub>max 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 دوندۀ ۳۰۰۰ متر بودند، پس از ۱۰ هفته و هر هفته دو جلسه تمرین نشان دادند به کارگیری تمرینهای شدید با تأکید بر vVO<sub>2</sub>max می‌تواند زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان تمرین کرده را بهبود بخشد (۱).

دربارۀ سرعت دوندۀ 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، کیلومتر (۷) ارتباط معناداری وجود دارد (p < ۰/۰۵).

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

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<sup>۱</sup>، کارایی دویدن<sup>۲</sup>، آستانه لاکتات<sup>۳</sup>، 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<sub>2</sub>max بهترین روش افزایش VO<sub>2</sub>max ورزشکاران استقامتی شناخته شده است (۲۴، ۲۵).

از آنجا که رسیدن به VO<sub>2</sub>max و تداوم آن هنگام تمرین، از عوامل پیش‌بینی‌کننده عملکرد استقامتی است (۲۵)، یکی از عوامل تأثیرگذار بر این موضوع، تمرین در شدت vVO<sub>2</sub>max<sup>۴</sup> شناخته شده است (۲۴). vVO<sub>2</sub>max حداقل سرعت مورد نیاز برای رسیدن به VO<sub>2</sub>max است (۱۰، ۱۴، ۲۴). زمانی که هدف، ارزیابی شاخصهایی برای سنجش میزان تأثیرگذاری برنامه‌های تمرین دوندگان استقامتی است، vVO<sub>2</sub>max پیش‌بینی‌کننده 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<sub>2</sub>max است توجه فراوانی شده است (۱۸، ۲۶).

در ۱۹۸۴، بیلات و همکارانش اصطلاح «سرعت در VO<sub>2</sub>max» را با علامت اختصاری vVO<sub>2</sub>max معرفی کردند و قبل از آن نیز هیل و لاپتون در ۱۹۲۳ به سرعت بحرانی که بیانگر کسری از اکسیژن هنگام

1. Maximal oxygen uptake
2. Running economy
3. Lactate threshold
4. Velocity at VO<sub>2</sub>max
5. Movement economy

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 مطالعه ارتباط بین  $vLTP$  و  $vVO_2max$  دوندگان زبده استقامتی در آزمونی فزاینده.

### روش‌شناسی

#### آزمودنیها و نحوه انتخاب آنها

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

به نقطه  $LTP$  اشاره کرد.  $LTP$  یا نقطه چرخش لاکتات، نقطه افزایش ناگهانی و مداوم غلظت لاکتات خون از ۲٫۵ تا ۵ میلی‌مول (۲۴، ۲۰، ۳۲) و نیز سرعت در نقطه چرخش لاکتات یا ( $vLTP$ )، سرعت فرد هنگام فعالیتهای فزاینده در نقطه 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، نشانه 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 دوندۀ استقامتی (۵ مرد و ۲ زن) را مطالعه کردند و نتیجه گرفتند  $vLTP$  که درصدی از  $vVO_2max$  است نشانه 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 دوندۀ زبده استقامتی، نشان دادند هر گونه افزایش در سرعت آستانه لاکتات ( $vLT$ )<sup>۲</sup> زمان رسیدن به درماندگی را کاهش می‌دهد (۱۵). علاوه بر ارتباط معناداری که بین  $vVO_2max$  دوندگان، یعنی حداکثر سرعت هوازی<sup>۳</sup> 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<sup>۴</sup> (۸، ۲۳) نیز با عملکرد استقامتی همبستگی بالایی دارد (۱۲، ۱۳، ۲۲، ۲۸).

با توجه به دامنه وسیع متغیرها در برنامه‌ریزی تمرین و نقش دو متغیر  $vLTP$  و  $vVO_2max$  که به ترتیب بیانگر حداکثر سرعت هوازی و بی‌هوازی فرد

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

نفر از آنها آزمون را به شکل آزمایشی<sup>۱</sup> انجام دادند. قبل از شروع آزمون اطلاعات قد، وزن، درصد چربی بدن، و شاخص توده بدن<sup>۲</sup> آزمودنیها با استفاده از دستگاه In body 3.0 جمع آوری شد.

### پروتکل آزمون

برای جمع آوری اطلاعات، هر آزمودنی در دو آزمون جداگانه تا رسیدن به درماندگی به روی نوارگردان در دوروز متفاوت و هر کدام به فاصله 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 گرم کردن، به مدت ۱ دقیقه استراحت غیرفعال داشتند. سرعت اولیه 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<sup>۳</sup> 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 اندازه گیری شد. پس از شروع آزمون، پس از هر ۱ دقیقه، ۱ کیلومتر در ساعت بر سرعت نوارگردان افزوده می شد تا فرد به مرحله 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 محاسبه  $vVO_2max$ ، سرعت در لحظه 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 زمینه 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 گرم کردن، ۲. پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن. بعد از شروع آزمون طی گذشت هر مرحله، ۱ کیلومتر در ساعت بر سرعت دستگاه افزوده می شد. هر مرحله شامل ۴ دقیقه فعالیت بود که به دنبال آن لاکتات خون آزمودنی در ۱ دقیقه استراحت غیرفعال و ایستادن در کنارهای نوارگردان، توسط لاکتومتر با گرفتن نمونه خون از سرانگشت آزمودنی اندازه گیری می شد. vLTP سرعت دویدن فرد قبل از رسیدن به نقطه افزایش سریع لاکتات است که در آن غلظت لاکتات خون به ۵ میلی مول می رسد. به

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

**یافته‌ها**

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

محض رسیدن لاکتات خون فرد به فراتر از ۵ میلی مول، 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 ( $p < 0.05$ )، با استفاده از نرم افزار Spss و روش  $t$  به دست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار Spss 12 و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

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

متغیرها	شاخصها	میانگین	انحراف استاندارد	واریانس	حداقل	حداکثر
سن (سال)		۲۴	۳٫۶۷	۱۳٫۴	۱۹	۳۱
قد (سانتی متر)		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
$VO_2max$ (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)		۵۸٫۱۸	۸٫۰۲۸	۴۸	۶۷
$vVO_2max$ (کیلو متر / ساعت)		۱۸٫۵۵	۱٫۲۹	۱۶	۲۰
$vLTP$ (کیلو متر / ساعت)		۱۶٫۳۶	۱٫۵۷	۱۴	۱۹

جدول ۳. ارتباط بین vLTP و  $\text{vVO}_2\text{max}$  دوندگان استقامتی (n=۱۱)

نتیجه	سطح معناداری (p)	ضریب تعیین (v)	ضریب همبستگی (r)	متغیرها شاخصها
معنادار	۰٫۰۳۷	۳۹	۰٫۶۳	vLTP
				$\text{vVO}_2\text{max}$

### بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی فرضیه این تحقیق و با توجه به اطلاعات آماری به دست آمده، ارتباط مثبت معناداری بین vLTP و  $\text{vVO}_2\text{max}$  دوندگان زنده 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  $\text{vVO}_2\text{max}$  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 ایپی نفرین پلازما و در نتیجه افزایش تولید لاکتات همراه است (۱۹).

در ۱۹۲۳، هیل و لایتون 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 شبکه 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 لایتون (۱۹۲۳) اعتقاد دارند این سرعت حداکثر سرعت دونده است که می‌تواند تا انتهای مسیر با آن بدود (۱۷، ۹).

موریتانی و همکارانش (۱۹۸۱) سرعتی را که وابسته به سرعت در هنگام رسیدن به  $\text{VO}_2\text{max}$  بود سرعت بحرانی یا  $\text{vVO}_2\text{max}$  تعریف کردند و اعتقاد داشتند این سرعت به vLT بسیار نزدیک است (۲۹).

ولکو و همکارانش (۱۹۷۵) با اشاره به  $\text{vVO}_2\text{max}$  بیان داشتند این سرعت حداکثر ظرفیت هوازی را اندازه‌گیری می‌کند (۳۳).

نوکر و همکارانش (۱۹۹۲) که تحقیقات بسیاری در زمینه 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، نوکر و همکارانش (۱۹۹۲) بر این باورند که افزایش لاکتات هنگام فعالیت‌های فزاینده به دلیل سبقت گرفتن تولید از پاکسازی لاکتات است.

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. دنده 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 واسطه آن اختلاف بین  $vLTP$  و  $vVO_2max$  وی کمتر باشد (۹، ۲۴، ۳۱)، قادر خواهد بود در سرعت بالاتری که به سرعت لحظه رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی وی نزدیک است، به فعالیت خود تارسیدن به در ماندگی 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 رابطه مثبت و معنادار بین  $vLTP$  و  $vVO_2max$  و اهمیت این دو متغییر در برنامه‌ریزیهای تمرین استقامتی، می‌توان به مربیان توصیه کرد تا با محاسبه  $vLTP$  و یا  $vVO_2max$  ورزشکاران و با تغییر شدت تمرین اختلاف بین  $vLTP$  و  $vVO_2max$  را کاهش دهند تا زمان شروع انباشت لاکتات را به تأخیر اندازند. با این وجود، تحقیقات بیشتری لازم است تا نتایج به دست 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

## منابع

۱. اسفرجانی، فهیمه، حجت‌الله نیکبخت، حمید رجیبی و وحید ذوالاکتاف، ۱۳۸۴. «تأثیر تمرین تناوبی بر توان هوازی،  $Tmax$ ،  $vVO_2max$  و زمان اجرای دو ۳۰۰۰ متردوندگان تمرین کرده». المپیک، سال چهارم، شماره ۱ (پیاپی ۳۳)، ص ۵۱-۶۳.
۲. آرتور، ولتن، ۱۳۸۳. پاسخ لاکتات خون به فعالیت ورزشی، ترجمه عباسعلی گائینی، محمد فرامرزی، چاپ اول، تهران، پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، نشر چکامه: ۱۱۰-۱۰۷.
۳. نجیمی 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 آستانه لاکتات»، المپیک، سال چهارم، شماره 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. Muriaux, 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.



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<sub>2</sub>max 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<sub>2</sub>max". *Int J Sport Med*: 27:1-8.
27. Millet, G.P., R. Candau, R. Fattori, P. Bignet, F. Varray A (2003). "VO<sub>2</sub> response to different intermittent runs at velocity associated with VO<sub>2</sub>max". *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<sub>2</sub>max 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.

