المپیک
فصلنامه
سال هفدهم – شماره ۱ (پیاپی ۴۵) بهار ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/۲۷
تاریخ تصویب: ۸۷/۳/۲۶

ارتباط بین سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات و مدت زمان ماندن در VO_2max هنگام دویدن با سرعت vVO_2max در دوندگان استقامتی و نیمه‌استقامتی حرفه‌ای

❖ **ندا خالدی؛** دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش دانشگاه تهران*
❖❖ **دکتر عباسعلی گائینی؛** دانشیار دانشگاه تهران
❖❖❖ **دکتر محمدرضا کردی؛** استادیار دانشگاه تهران
❖❖❖❖ **ملیحه نعیمی کیا؛** دانشجوی دکتری رفتار حرکتی دانشگاه تهران

چکیده: **هدف تحقیق حاضر عبارت است از مطالعهٔ ارتباط بین سرعت دویدن در نقطهٔ چرخش لاکتات (vLTP) و زمان ماندن در VO_2max (TVO_2max) هنگام فعالیت با vVO_2max تا رسیدن به درماندگی در دوندگان استقامتی و نیمه‌استقامتی. بدین منظور ۱۱ دوندهٔ عضو تیم ملی دو و میدانی (۹مرد و ۲زن) 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- آزمودنی این تحقیق انتخاب شدند. هر آزمودنی در سه آزمون مجزا تا رسیدن به درماندگی روی نوارگردان با شیب صفر درجه و در ۳روز متفاوت به فاصلهٔ حداقل ۴۸ ساعت شرکت کردند. آزمون اول به منظور سنجش VO_2max و vVO_2max با سرعت اولیهٔ ۱۰ کیلومتر در ساعت تا رسیدن به درماندگی انجام شد. در آزمون دوم TVO_2max، $TlimVO_2max$ و $TAVO_2max$ آزمودنی‌ها سنجیده شد. سرعت اولیهٔ دستگاه متناسب با vVO_2max آزمودنی‌ها تنظیم شد. در آزمون سوم vLTP آزمودنی سنجیده شد. شروع آزمون با سرعت ۱۰کیلومتر در ساعت بود که پس از هر ٤ دقیقه ۱ کیلومتر در ساعت بر سرعت نوارگردان افزوده می‌شد، تا غلظت لاکتات آزمودنی به فراتر از ۵ میلی‌مول برسد. اطلاعات مربوط به گازهای تنفسی با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار SPSS مدل ۱۲ و روش آماری ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. یافته‌های پژوهش نشان داد ارتباط معناداری بین vLTP نسبی ($\%vVO_2max$) و TVO_2max آزمودنی‌ها وجود ندارد (P= ۰/٤۸ و r= ۰/۳۳). از سوی دیگر، ارتباط مثبت معناداری بین TVO_2max و $TlimVO_2max$ (P=۰/۰۰۰ و r = ۰/۹۱) مشاهده شد. یافتهٔ دیگر این تحقیق که بیانگر TVO2max نیز می‌تواند باشد، ارتباط مثبت معنادار بین $TlimVO_2max$ و $TAVO_2max$ (P= ۰/۰۰۱ و r= ۰/۸۰) است. بنابراین، شاید بتوان چنین پیش‌بینی کرد که با توجه به ارتباط مثبت معنادار بین متغیرهای ذکر شده، برای افزایش TVO_2max بتوان از تمریناتی با شدت vVO_2max استفاده کرد.**

واژگان کلیدی: حداکثر اکسیژن مصرفی، دویدن در vVO_2max ، زمان رسیدن به درماندگی، سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات

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

مقدمه

از آنجا که پیشرفت و بهبود رکوردها، تکنیک‌ها و تاکتیک‌های ورزشی در سال‌های اخیر بیانگر توسعه و افزایش آگاهی‌های علمی، دانش پژوهش، و مربیان ورزش است، یافته‌های اخیر علمی در این زمینه در تنظیم و اجرای برنامه‌های تمرینی قهرمانان ورزشی نقش بسیار مهمی خواهد داشت. حداکثر **اکسیژن مصرفی**[1]، **کارایی دویدن**[2]، **آستانهٔ لاکتات**[3]، درصد تارهای کند انقباض و روش مؤثر و کارآمد تمرین از عوامل درگیر در عملکرد استقامتی به شمار می‌روند (۲). حداقل سرعت دویدن در لحظه رسیدن به حداکثر **اکسیژن مصرفی**[4] (vVO_2max) هنگام اجرای آزمون فزاینده تا رسیدن به درماندگی، پیش‌بینی‌کنندهٔ شدت تمرین دوندگان استقامت و نیمه‌استقامت است (۸). منطق استفاده از این شدت تمرینی، افزایش مطلوب VO_2max است، چرا که ورزشکاران با تمرین در این شدت به افزایش مطلوب دست می‌یابند (۱۶،۲۶). تأیید این مطلب را می‌توان در مقالاتی جستجو کرد که به اهمیت تأثیر شدت تمرین بر افزایش VO_2max رسیده‌اند. این مقالات مروری بر این باورند که تمرین در شدت‌های ۵۰ تا ۱۰۰٪ VO_2max، ارتباط مثبتی با افزایش VO_2max دارد (۲۸).

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

منطق فیزیولوژیک تمرین در شدت VO_2max می‌تواند حد بیشینهٔ فشار میوکاردی و اضافه‌بار حجمی باشد که هنگام این شدت به دست می‌آید (۱۳،۲۰،۲۷،۲۹). این اضافه بار مکانیکی مهم‌ترین محرک قلبی است که به واسطهٔ آن حداکثر حجم ضربه‌ای، مهم‌ترین مشخصهٔ VO_2max، افزایش می‌یابد (۲۱). از دیگر متغیرهای فیزیولوژیکی که افزایش آن‌ها محرک مناسبی برای افزایش مطلوب VO_2max است می‌توان به فشار مویرگی عضلات اسکلتی و فشار گرمایی (۱۷)، اشباع شدن هموگلوبین (۲۲) و کار عضلات تنفسی (۲۳) اشاره کرد.

علاوه بر اهمیت شدت تمرین در لحظه رسیدن به VO_2max هنگام تمرین، که مهم‌ترین عامل در افزایش مطلوب آن است، برای متخصصان فیزیولوژی ورزش جالب است بدانند کدام یک از عوامل فیزیولوژیکی زمان ماندن در VO_2max (TVO_2max)[5] را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

یکی از این عوامل، انباشت لاکتات و متعاقب آن تجمع یون H^+ در عضلهٔ اسکلتی فعال است. انباشت اسید لاکتیک یکی از مهم‌ترین عوامل در افزایش خستگی هنگام تمرین بیشینه است (۱۴،۱۵). یکی از نظریه‌های مطرح در این موضوع آن است که اگر هنگام دویدن، حداکثر اکسیژن مصرفی متعاقب تأخیر در انباشت لاکتات به‌دست آید، دونده قادر خواهد بود VO_2max را برای مدت بیشتری حفظ کند و در نتیجه زمان رسیدن به درماندگی[6] ($TlimvVO_2max$) را افزایش می‌دهد و خستگی را به تعویق می‌اندازد (۲۱).

1. Maximal oxygen uptake
2. Running Economy
3. Lactate threshold
4. Velocity at VO2max
5. Time at VO2max
6. Time to exhaustion

بیلات و همکارانش (۲۰۰۳)، پس از ۴ تا ۸ هفته تمرین تناوبی استقامتی روی ۶ دوندهٔ زبدهٔ استقامتی نشان دادند هر گونه افزایش در آستانهٔ لاکتات، زمان رسیدن به درماندگی را افزایش می‌دهد (۱۲). LTP یا **نقطهٔ چرخش لاکتات**[1]، نقطهٔ افزایش ناگهانی و متداوم غلظت لاکتات خون از ۲٫۵ تا ۵ میلی‌مول است (۱۹،۲۱،۲۶) و نیز سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات یا **(vLTP)**[2]، سرعت فرد هنگام فعالیت‌های فزاینده در نقطهٔ چرخش لاکتات است (۱۹،۱۵،۲). این نقطه که بیانگر افزایش سریع و ناگهانی لاکتات خون است یکی از بهترین روش‌های تعیین شدت تمرین و سنجش عملکرد ورزشکاران استقامتی است (۲).

از سوی دیگر، vLTP یعنی انباشت سریع لاکتات، و عملکرد مثبت شدت تمرین در دوندگان استقامتی (۲۵). هنگام فعالیت با شدت vVO_2max، در افرادی که اختلاف بیشتری بین vLTP و vVO_2max آن‌ها وجود دارد، انباشت لاکتات سریع‌تر است و در نتیجه به کاهش زمان رسیدن به درماندگی می‌انجامد.

میگلی و همکارانش (۲۰۰۶) با اجرای 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 که **vLTP نسبی**[3] ($\%vVO_2max$) نشانهٔ خوبی برای برآورد **TVO_2max نسبی**[4] ($\%TlimVO_2max$) است (۲۱). افزایش انباشت لاکتات با پویایی **اکسیژن مصرفی**[5] ارتباط دارد، لذا اگر این پویایی کندتر باشد، انباشت لاکتات بیشتر خواهد بود (۳)، بنابراین به افزایش زمان رسیدن به **VO_2max (TAVO$_2$max)**[6] خواهد انجامید.

علت فیزیولوژیکی این موضوع را شاید بتوان چنین توصیف کرد که کاهش **سیتوزولی نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید**[7] ($NADH + H^+$)، یعنی محصول مراحل گلیکولیز که طی دو مرحلهٔ زیر صورت می‌گیرد، بیان‌کنندهٔ این تغییرات است:

۱) با شاتل‌های هیدروژنی میتوکندری و متعاقب آن بهره‌برداری از اکسیژن در تولید آب سوخت و سازی با زنجیرهٔ تنفسی

۲) با پیروات و تولید اسید لاکتیک (ساز و کار مستقل از اکسیژن).

اکسید شدن بیشتر $NADH + H^+$ بر اثر تبدیل اسید پیرویک به اسید لاکتیک نشان‌دهندهٔ استفادهٔ کمتر از مسیر هوازی یا همان مسیر زنجیرهٔ تنفسی و در نتیجه کاهش بهره‌برداری از اکسیژن است. هم‌زمان با کاهش تولید اسید لاکتیک، بر اثر پویایی بیشتر اکسیژن و اتکا به فسفریلاسیون اکسیداتیو در تولید مجدد ATP، زمان رسیدن به VO_2max کاهش می‌یابد. کاهش $TAVO_2max$، ساز و کار ثانویهٔ افزایش زمان ماندن در VO_2max است (۱۸). هم‌زمانی کاهش تولید اسید لاکتیک و پویایی بیشتر اکسیژن مصرفی بیانگر درصد بیشتری از حضور تارهای عضلانی نوع I با آستانهٔ لاکتات بالاتر و پویایی بیشتر اکسیژن است (۳).

از آنجا که پیشرفت علمی در زمینهٔ دو و میدانی این دیدگاه را برای دوندگان فراهم آورده است که برای رسیدن و ماندن در VO_2max روش‌های زیادی وجود دارد، معرفی و کشف متغیرهای

1. Lactate turnpoint
2. Velocity lactate turnpoint
3. Relative vLTP
4. Relative TVO2max (% TlimvVO2max)
5. Oxygen uptake kinetics
6. Time to achieve VO2max
7. Nicotinamide adenine dinucleotide

تعیین‌کننده راهکار مناسبی برای آن‌هاست. بسیاری از دوندگان با تمرین در شدت آستانه‌های متفاوت لاکتات و بعضی دیگر با تمرین در سرعت‌های متفاوت دویدن در تکاپوی افزایش توانایی‌های خودند. حال سؤال اصلی این است که کدام روش و استفاده از کدام متغیر به دونده کمک می‌کند تا زمان بیشتری را در سطح VO_2max به فعالیت بپردازد؟ آیا از میان متغیرهای یاد شده vLTP نسبی دوندگان و تأثیر آن بر مدت زمان ماندن در VO_2max در افزایش زمان رسیدن به درماندگی مؤثر است؟ بنابراین، هدف پژوهش حاضر مطالعهٔ ارتباط بین vLTP نسبی و TVO_2max دوندگان استقامتی حرفه‌ای در دوی با سرعت vVO_2max است.

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 و ۱۰۰۰۰ متر کشور 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 و۲زن)، پس از آشنایی با نحوهٔ اجرای آزمون‌ها، رضایت کتبی خود را برای شرکت در پژوهش اعلام داشتند. آزمودنی‌ها به منظور شرکت در آزمون‌های تحقیق به مدت ۱ هفته در استادیوم آزادی تنها اقامت گزیدند. تمامی آزمودنی‌ها در مرکز سنجش قابلیت‌های جسمانی آکادمی ملی المپیک حاضر شدند و قبل از جمع‌آوری اطلاعات نهایی، ۳ 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] آزمودنی‌های با استفاده از دستگاه In body ۳/۰ جمع‌آوری شد.

پروتکل آزمون

برای جمع‌آوری اطلاعات، هر آزمودنی در ۳ آزمون جداگانه تا رسیدن به درماندگی روی نوارگردان در ۳ روز متفاوت و هر کدام به فاصلهٔ ۴۸ ساعت از یکدیگر به فعالیت پرداختند. در ۳آزمون این پژوهش، گرم کردن آزمودنی‌ها شامل ۵ دقیقه حرکات کششی و ۵ دقیقه دویدن روی نوارگردان با سرعت ۸ کیلومتر در ساعت بود (۲۱). شیب نوارگردان در هر ۳ پروتکل آزمون 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 (۲۱). با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (مدل K۴ ساخت شرکت Cosmed ایتالیا) اطلاعات نفس به نفس، میانگین هر ۱۵ ثانیه در آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. پس از شروع آزمون با سرعت ۱۰ کیلومتر در ساعت، پس از هر ۱ دقیقه، ۱ کیلومتر در ساعت بر سرعت نوارگردان افزوده می‌شد تا فرد به مرحلهٔ درماندگی برسد. معیارهای تعیین VO_2max

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

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 ۹۰درصد 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 (۶،۲۱).

سنجش TVO_2max، $TlimVO_2max$، $TAVO_2max$

بر اساس پژوهش‌های پیشین (میگلی، ۲۰۰۶)، مراحل سنجش شاخص‌های مذکور تنظیم شد. سرعت اولیهٔ این آزمون با توجه به vVO_2max محاسبه شده در آزمون قبلی هر آزمودنی تنظیم شد. فرد پس از قرار گرفتن روی نوارگردان و رها کردن دستهٔ نوارگردان، با سرعت ۸ کیلومتر در ساعت آزمون را شروع می‌کرد. پس از گذشت ۵ ثانیه سرعت نوارگردان به vVO_2max آزمودنی‌ها می‌رسید و آزمودنی با همین سرعت تا درماندگی می‌دوید. فاصلهٔ زمانی بین رهاکردن دستهٔ نوارگردان در ابتدای آزمون و فشار دکمهٔ توقف دستگاه هنگام رسیدن به درماندگی، $TlimVO_2max$ ثبت شد. TVO_2max آزمودنی با دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی، فاصلهٔ زمانی بین رسیدن به VO_2max تا پایان آزمون اندازه‌گیری شد. $TAVO_2max$ نیز با دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی، فاصلهٔ زمانی بین رهاکردن دستهٔ نوارگردان و تا رسیدن آزمودنی به VO_2max (VO_2max بین ۲٫۱ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه از VO_2max به‌دست آمده در آزمون اول) اندازه‌گیری شد (۲۱).

سنجش vLTP (سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات)

پژوهش‌های کمی در زمینهٔ سنجش vLTP گزارش شده است. در این آزمون از روش اسمیت و جونز (۲۰۰۱) برای سنجش vLTP استفاده شد (۱۹). میزان لاکتات خون آزمودنی با دستگاه لاکتومتر (ساخت آلمان lactate scout،FDA) ابتدا قبل از آزمون طی دو مرحله سنجیده شد: ۱. قبل از گرم کردن، و ۲. پس از ۱۰ دقیقه گرم‌کردن. بعد از شروع آزمون با گذشت هر مرحله، ۱کیلومتر در ساعت بر سرعت دستگاه افزوده می‌شد. هر مرحله شامل ۴ دقیقه فعالیت بود که به دنبال آن لاکتات خون آزمودنی در ۱دقیقه استراحت غیر فعال و ایستادن درکناره‌های نوارگردان، با لاکتومتر و گرفتن نمونهٔ خونی 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 محض رسیدن لاکتات خون فرد به فراتر از ۵ میلی‌مول، سرعت در آن لحظه vLTP ثبت شد.

روش‌های آماری

در تحقیق حاضر 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 نرم‌افزار Spss و روش tr به‌دست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Spss۱۲ و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

یافته‌ها

اطلاعات مربوط به میانگین، انحراف استاندارد، و واریانس ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، درصد چربی، و شاخص تودهٔ بدن در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین، اطلاعات مربوط به میانگین و انحراف استاندارد متغیرها در جدول ۲ و ارتباط بین متغیرهای به‌دست آمده نیز در جدول ۳ نشان داده شده است. ارتباط بین متغیرهای معنادار پژوهش نیز در شکل ۱ آمده است. بین vLTP نسبی و TVO_2max در دوی تداومی با سرعت vVO_2max تا رسیدن به درماندگی ارتباط مثبت معناداری وجود ندارد (P=۰/۴۸ و r=۰/۳۳). همچنین، ارتباط مثبت معناداری بین TVO_2max و $TlimvVO_2max$ (P=۰/۰۰۰ و r= ۰/۹۱)، و بین $TlimvVO_2max$ و $TAVO_2max$ دیده شد (P=۰/۰۰۳ و r=۰/۸۱).

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

جدول۲. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق

N = ۱۱	VO_2max ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)	vVO_2max ($km.\ h^{-1}$)	$TlimvVO_2max$ (s)	$TAVO_2max$ (s)	TVO_2max (s)
میانگین (M)	۵۸/۳۰	۱۸/۵۵	۴۶۲/۱۸	۱۶۵/۱۸	۳۰۱/۶۴
انحراف استاندارد (SD)	۸/۰۲	۱/۲۹	۱۰۴/۷۹	۴۳/۶۸	۶۵/۵۳

جدول ۳. ضریب همبستگی پیرسون بین دیگر متغیرهای تحقیق

	۱	۲	۳	۴	۵
vVO_2max	-	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۳۹	**۰/۶۳
$TlimvVO_2max$		-	**۰/۸۰	**۰/۹۱	۰/۲۷
$TAVO_2max$			-	۰/۵۲	۰/۶۵
TVO_2max				-	۰/۳۳
vLTP (٪vVO_2Max)					–

**P< ۰/۰۵

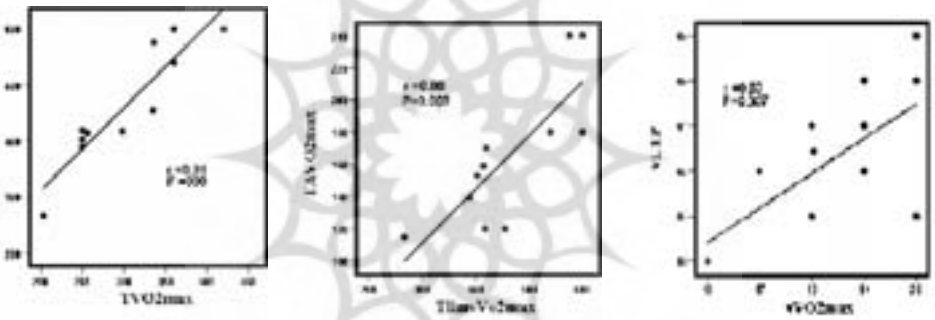
vVO_2max : حداقل سرعت دویدن هنگام رسیدن به VO_2max در آزمون فزاینده تا رسیدن به در ماندگی

$TlimvVO_2max$: زمان رسیدن به درماندگی هنگام دویدن با سرعت vVO_2max

$TAVO_2max$: زمان رسیدن به VO_2max

TVO_2max: زمان ماندن در VO_2max

vLTP : سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات



شکل ۱. ضریب همبستگی پیرسون متغیرهای معنادار پژوهش

بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی فرضیهٔ اصلی این تحقیق نتایج نشان داد رابطهٔ مثبت و معناداری بین vLTP نسبی و TVO_2max وجود ندارد (P=۰/۴۸ و r=۰/۳۳). از آنجا که TVO_2max ممکن است حاصل تفریق $TlimvVO_2max$ و $TAVO_2max$ باشد، افزایش TVO_2max نیز ممکن است به واسطهٔ افزایش $TlimvVO_2max$ یا کاهش $TAVO_2max$ و یا

ترکیبی از هر دو سازوکار باشد (۲۱). همچنین، تصور می‌شود vLTP که به vVO_2max افراد نزدیک‌تر است بتواند با افزایش $TlimvVO_2max$ مدت زمان ماندن در VO_2max را افزایش دهد، چرا که هر دو عامل $TlimvVO_2max$ و vLTP بیانگر ظرفیت بی‌هوازی افراد است و این ظرفیت در شروع فعالیت نشان‌دهندهٔ میزان انباشت لاکتات و در نتیجه توانایی فرد در ادامهٔ فعالیت است.

اما نتایج این تحقیق نشان داد ارتباط معناداری بین $TlimvVO_2max$ و vLTPوجود ندارد (r= ۰/۲۷). این نتایج با نتایج بیلات و همکارانش (۱۹۹۸) (r= ۰/۳۰) و میگلی و همکارانش (۲۰۰۶) همسوست (r=۰/۳۷) (۷،۲۱). علت آن را شاید بتوان تغییرات و تنوع $TlimvVO_2max$ افراد دانست، چرا که بیلات و همکارانش (۱۹۹۹) معتقدند ۴۰٪ این تفاوت‌ها به دلیل اختلافات درون‌فردی در ظرفیت بی‌هوازی افراد است (۲۴). با این حال اطلاعات کمی دربارهٔ ارتباط بین vLTP نسبی و $TlimvVO_2max$ وجود دارد.

از طرفی، یکی از پیش‌فرض‌های افزایش TVO_2max، افزایش در $TlimvVO_2max$ است. تصور می‌شد هر گونه افزایش در $TlimvVO_2max$ بتواند TVO_2max را افزایش دهد. همان‌طور که در این پژوهش نیز نشان داده شد، ارتباط معناداری بین TVO_2max و $TlimvVO_2max$ وجود دارد. پس می‌توان انتظار داشت با گسترش زمان رسیدن به درماندگی، فرد مدت زمان بیشتری را در VO_2max به فعالیت بپردازد.

فرض بر این بود که اگر شدت تمرین دوندگان بالاتر از vLTP آن‌ها باشد، انباشت لاکتات سریع‌تر می‌شود. حال اگر vLTP افراد به vVO_2max آن‌ها نزدیک‌تر باشد، لاکتات با سرعت آهسته‌تری تجمع می‌یابد. در این پژوهش نیز همانند نتایج تحقیق میگلی و همکارانش (۲۰۰۶) ارتباط مثبت معناداری بین TVO_2max و $TlimvVO_2max$ نشان داده شد (r= ۰/۹۱ و P=۰/۰۰۰). سازوکار احتمالی دیگری که به واسطهٔ آن می‌توان تصور کرد TVO_2max افزایش می‌یابد، کاهش $TAVO_2max$ در ابتدای فعالیت است.

علت اصلی کاهش $TAVO_2max$ را می‌توان پویایی سریع‌تر اکسیژن مصرفی دانست. حرکت و پویایی سریع‌تر اکسیژن مصرفی و کاهش کسر اکسیژن در ابتدای تمرین نوعی سازگاری با تمرین استقامتی است (۳). این موضوع حاکی از آن است که در شروع آزمون $TlimvVO_2max$، اگر تولید لاکتات به واسطهٔ عقب‌تر بودن vLTP نسبت به vVO_2max بیشتر شود، در نتیجه پویایی و حرکت اکسیژن مصرفی نیز کندتر خواهد شد و فرد $TAVO_2max$ طولانی‌تری را نشان می‌دهد.

اگر این فرض صحیح باشد، پس می‌توان گفت vLTP بالاتر به پویایی سریع‌تر اکسیژن مصرفی در مرحلهٔ آغاز دویدن با سرعت vVO_2max می‌انجامد و در نتیجه به واسطهٔ $TAVO_2max$ کوتاه‌تر، کسر اکسیژن کمتری نیز خواهد داشت. این فرض به نوع دیگری نیز قابل بحث است، به شکلی که اگر نیازهای مربوط به فسفریلاسیون اکسایشی به کندی تأمین شود، متعاقباً $TAVO_2max$ افزایش می‌یابد و به افزایش کسر اکسیژن می‌انجامد. همچنین، به دنبال افزایش کسر اکسیژن تولید لاکتات بیشتر می‌شود و $TlimvVO_2max$ فرد کاهش می‌یابد.

با این وجود، به دلیل عدم ارتباط معنادار بین vLTP نسبی و $TAVO_2max$ (r= ۰/۶۵) در این پژوهش فرض مذکور تأیید نشد. دمارل و همکارانش این رابطهٔ بین کسر اکسیژن، پویایی

اکسیژن مصرفی، و مدت زمان رسیدن به درماندگی را بسیار مطرح می‌کنند (۱۱). آنان معتقدند پویایی سریع‌تر اکسیژن مصرفی و کاهش کسر اکسیژن پس از یک دورهٔ تمرینی دویدن با سرعت ثابت در شدت ۹۳٪ vVO_2max آزمودنی‌ها، تنها به افزایش $TlimvVO_2max$ آن‌ها وابسته است.

در تحقیق حاضر نیز این فرضیه به اثبات رسید، چرا که نتایج نشان داد ارتباط مثبت معناداری بین $TlimvVO_2max$ و $TAVO_2max$ (P= ۰/۰۰۱ و r= ۰/۸۶) وجود دارد. نتیجهٔ به‌دست آمده با مطالعات بیلات و همکارانش (۲۰۰۰) (P= ۰/۰۰۱ و r=۰/۹۴) همسوست (۹،۲۱). در حالی که با نتایج میگلی و همکارانش (۲۰۰۶) ناهمسوست.

برای اثبات دلایل فیزیولوژیکی یافته‌های به‌دست آمده، تحقیقات بیشتری لازم است تا علت روابط بین شاخص‌های مذکور مشخص شود. یافته‌های مهم این پژوهش، تعیین ارتباط بین TVO_2max و $TlimvVO_2max$ (P=۰/۰۰۰ و r=۰/۹۱) است. همچنین، رابطهٔ بین $TlimvVO_2max$ و $TAVO_2max$ (P=۰/۰۰۳ و r=۰/۸۱)، و $TlimvVO_2max$ و $TAVO_2max$ (P= ۰/۰۰۱ و r= ۰/۸۶) را نشان می‌دهد.

با اینکه نتایج تحقیق ارتباط مثبت معناداری را بین vLTP نسبی و TVO_2max نشان نداد، شاید بتوان چنین پیش‌بینی کرد که روش دیگری که می‌توان با آن مدت زمان ماندن در VO_2max دوندگان استقامتی را افزایش داد، افزایش $TlimvVO_2max$، یعنی طول مدت رسیدن به درماندگی آن‌ها باشد. با این وجود، تحقیقات بیشتر با توان آماری بالاتری لازم است تا بتوان تغییرات $TlimvVO_2max$ و $TAVO_2max$ را با توجه به vLTP نسبی نیز پیش‌بینی کرد.

از طرف دیگر، افزایش TVO_2max نسبی یکی دیگر از مهم‌ترین عوامل تمرینی در vVO_2max است، زیرا این عامل به افراد اجازه می‌دهد تا درصد بیشتری از زمان تمرین را در سطح VO_2max بگذرانند. لذا، هر قدر ورزشکار بتواند درصد بیشتری از زمان خود را در سطح VO_2max به فعالیت بپردازد، می‌تواند $TlimvVO_2max$ خود را افزایش دهد. این موضوع برای دوندگان استقامتی اهمیت بسیار دارد. پس شاید با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و پژوهش‌های دیگر بتوان چنین نتیجه‌گیری کرد که سرعت دونده هنگام رسیدن به VO_2max (vVO_2max) و تمرین دوندگان در این سرعت، راه حلی برای افزایش مدت زمان ماندن آن‌ها در سطح VO_2max است. با این وجود، تحقیقات بیشتر با جامعهٔ آماری بزرگ‌تر لازم است تا صحت این نتایج تأیید شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. اسفرجانی، فهیمه؛ نیکبخت، حجت‌الله؛ رجبی، حمید؛ و ذوالاکتاف، وحید، ۱۳۸۴، "تأثیرتمرین تناوبی بر توان هوازی، vVO_2max، Tmax و زمان اجرای دو ۳۰۰۰ متر دوندگان تمرین کرده". المپیک، سال چهاردهم، شمارهٔ ۱ (پیاپی ۳۳)، ص۵۱-۶۳.

۲. خالدی، ندا؛ گائینی، عباسعلی؛ کردی، محمدرضا، ۱۳۸۶، "ارتباط بین سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات (vLTP) و سرعت در لحظهٔ رسیدن به VO_2max هنگام دوی فزاینده تا درماندگی در دوندگان استقامتی." المپیک، سال پانزدهم، شمارهٔ ۳ (پیاپی ۳۹)، ص ۱۰۷-۱۱۵.

3. Barstow, T.J.; Casaburi, R.; Wasserman, K. (1992). "O_2 uptake kinetics and the O_2 deficit as related to exercise intensity and blood lactate". J Appl Physiol; 75: 755–762.
4. Basset, D.R.; Hawley, T.E. (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. Billat, V.L.; koralsztein, P.J. (1996). "Significance of the velocity at VO_2max and it's time to exhaustion at this velocity". Sport Med; 22:90-108.
7. Billat, V.; Binsse, V.; Petite, B.; Koralsztein, J.P. (1998). "High level runners are able to maintain a VO_2 steady-state below VO_2max in an all-out run over their critical velocity". Arch Physiol Biochem. 106: 38–45.
8. Billat, V.L.; Flechet, B.; Petit, B.; Muriaux, G.; Koralsztein, J.P. (1999). "Interval training at VO_2max: effects on aerobic performance and overtraining markers". Med Sci Sports Exerc. 31: 156–163.
9. Billat, V.; Morton, R.H.; Blondel, N.; Berthoin, S.; Bocquet, V.; Koralsztein, J.P; Barstow, T.J. (2000). "Oxygen kinetics and modeling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake". Eur J Appl Physiol. 82: 178–187.
10. Broke, J.; Thayer, R. (1994). "Comparison of Effect of Two Interval Training programmes on lactate and ventilatory Thersholds". BR J Sport Med. 28(1):18-21.
11. Demarle, A.P.; Slawinski, J.J.; Laffite, L.P.; Bocquet, V.G.; Koralsztein, J.P.; Billat, V.L. (2001). "Decrease of O_2 deficit is a potential factor in increased time to exhaustion after specific endurance training". J Appl Physiol. 90: 947–953.
12. Demarle, A.P.; Heugas, A.M.; Slawinski, J.J.; Tricot,V.M.; Koralsztein, J.P.; Billat, V.L. (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.
13. Gledhill, N.; Cox, D.; Jamnik, R. (1994). "Endurance athletes' stroke volume does not plateau: major advantage is diastolic function". Med Sci Sports Exerc. 26: 1116–1121.
14. Hargreaves, M.; McKenna, M.J.; Jenkins, D.G. (1998). "Muscle metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise". J Appl Physiol. 84: 1687–1691.
15. Hermansen, L.; Osnes, J.B. (1972). "Blood and pH after maximal exercise in man". J Appl Physiol. 32: 304–308.
16. Hill, D.W.; Rowell, A.L. (1996). "Running velocity atVO_2max". Med Sci Sports Exerc. 28: 114–119.
17. Hudlicka, O.; Brown, M.; Eggington, S. (1992). "Angiogenesis in skeletal and cardiac muscle". Physiol Rev. 72: 369–417.
18. Ivy, J.L.; Withers, R.T.; Van Handel, P.J.; Elger, D.H.; Costill, D.L. (1980). "Muscle respiratory capacity and fibre type as determinants of the lactate threshold". J Appl Physiol. 48: 523–527.
19. Jones, A.M.; Dust, J.H. (1997). "The conconi test is not valid for Estimation of the lactate Turnpoint In

Runners". J Sport Sci; 15: 385-396.

20. **Karjalainen, J.M. Kntysaari, M.; Viitasalo, M.; Kujala, U. (1997). "Left ventricularmass, geometry, and filling in endurance athletes: association with exercise blood pressure". J Appl Physiol; 82: 531–537.**
21. **Midgley, A.W.; Mc Naughton, L.R.; Wilkinson, M. (2006). "The relationship Between the Lactate turnpoint And The Time at vo2max During A constant velocity Run to Exhaustion". Int J Sport Med. 27:278.**
22. **Mole, P.A.; Chung, Y.; Tran, T.K.; Sailasuta, N.; Hurd, R.; Jue, T. (1999). "Myoglobin desaturation with exercise intensity in human gastrocnemius muscle". Am J Physiol; 277: R173-R180.**
23. **Nielsen, H.B. (2003). "Arterial desaturation during exercise in man: implication for O2 uptake and work capacity". Scand J Med Sci Sports; 13:339–358.**
24. **Renoux, J.C.; Petit, B.; Billat, V.L.; Koralsztein, J.P. (1999). "Oxygen deficit is related to the time to exhaustion at maximal aerobic speed in middle distance runners". Arch Physiol Biochem. 107: 280–285.**
25. **Skinner, J.S.; McLellan, T.H. (1980). "The transition from aerobic to anaerobic metabolism". Res Q Exerc Sport; 51: 234–248.**
26. **Smith, C.G.M.; Jones, A.M. (2001). "The relationship between critical velocity، Maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners". Eur J Appl Physiol; 85:19-26.**
27. **Vuorimaa, T.; Karvonen, J. (1988). "Recovery time in interval training for increasing aerobic capacity". Ann Sports Med. 3: 215–219.**
28. **Warburton, D.E.R.; Gledhill, N.; Jamnick, V.K.; Krip, B.; Card, N. (1999). "Induced hypervolemia, cardiac function, VO_2max, and performance of elite cyclists". Med Sci Sports Exerc; 31: 800–808.**
29. **Zhou, B.; Conlee, R.K.; Jensen, R.; Fellingham, G.W.; George, J.D.; Fisher, A.G. (2001). "Stroke volume does not plateau during graded exercise in elite male distance runners". Med Sci Sports Exerc, 33: 1849–1854.**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی