

## اثر تمرینات هوازی و ویتامین E بر میزان لاکتات، آنزیم LDH و زمان واماندگی در مردان غیر ورزشکار\*

<sup>۱</sup> دکتر بهمن میرزایی

<sup>۲</sup> دکتر ارسلان دمیرچی

<sup>۳</sup> جواد مهربانی

### چکیده

این موضوع که مصرف همزمان مکمل ویتامین E و تمرین‌های هوازی چه تأثیری بر رابطه لاکتات، آنزیم LDH و زمان رسیدن به واماندگی دارد، هنوز به خوبی مشخص نیست؛ از این رو پژوهش حاضر قصد دارد نقش مکمل ویتامین E و تمرین هوازی با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره بر رابطه این متغیرها را مورد بررسی قرار دهد. به این منظور، چهل دانشجوی سالم، غیر سیگاری و غیر ورزشکار داوطلب با میانگین سن ۲۱/۳±۱/۵ سال، میانگین قد ۱۷۶±۵/۴ سانتی‌متر و میانگین وزن ۷۴/۲±۱۴ کیلوگرم در چهار گروه ده نفره به ترتیب زیر قرار گرفتند:

گروه ۱: ویتامین E + تمرین هوازی؛ گروه ۲: تمرین هوازی + دارونما؛ گروه ۳: ویتامین E؛ گروه ۴: دارونما.

طرح پژوهشی شامل مصرف روزانه ۴۰۰ میلی‌گرم مکمل ویتامین E و تمرین هوازی، ۳ روز در هفته و با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۸ هفته به همراه یک وهله فعالیت وامانده‌ساز قبل و بعد از برنامه بود که روی چرخ کارسج انجام شد. برای اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش، قبل و بعد از فعالیت وامانده‌ساز از آزمودنی‌ها، نمونه خونی گرفته شد. اطلاعات به دست‌آمده با آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه، آزمون تعقیبی توکی و ضریب همبستگی پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج، نشان داد انجام تمرین‌های هوازی به همراه مصرف مکمل ویتامین E موجب کاهش معنی‌داری در میزان لاکتات خون پس از ورزش وامانده‌ساز و افزایش زمان رسیدن به واماندگی و نیز عدم تغییر در مقدار آنزیم LDH آزمودنی‌ها می‌شود. هم‌چنین به غیر از رابطه معنی‌دار بین مقادیر آنزیم LDH و میزان لاکتات گروه چهار پس از فعالیت وامانده‌ساز در سایر گروه‌ها و متغیرها ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد؛ بنابراین به نظر می‌رسد مصرف مکمل ویتامین E و هشت هفته فعالیت هوازی موجب تغییر معنی‌دار لاکتات خون و زمان رسیدن به خستگی در افراد غیر ورزشکار شود؛ اما رابطه معنی‌داری را بین مقادیر لاکتات خون، آنزیم LDH و زمان رسیدن به واماندگی نشان نمی‌دهد. عدم رابطه معنی‌دار بین متغیرها نشان می‌دهد که احتمالاً عامل اصلی رسیدن به واماندگی در فعالیت‌های هوازی، انباشت لاکتات نیست و به نظر می‌رسد سازوکارهای دیگری عامل خستگی و توقف فعالیت می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** ویتامین E، تمرین هوازی، لاکتات خون، لاکتات دهیدروژناز، فعالیت وامانده‌ساز.

\* این پژوهش با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان انجام شده است.

۱. استادیار دانشگاه گیلان

۲. استادیار دانشگاه گیلان

۳. عضو هیأت علمی دانشگاه گیلان

## مقدمه

یکی از مکمل‌های رایج که با هدف افزایش عملکرد به وسیله ورزشکاران مورد استفاده قرار می‌گیرد، ویتامین E است. ویتامین E، یک ویتامین محلول در چربی است و نقش عمده آن در بدن، دفاع ضد اکسایشی است (۸). کمبود ویتامین E، موجب تولید بنیان‌های آزاد در کبد و عضله‌ها، افزایش پراکسیداسیون غشاء لیپیدها و اختلال در عملکرد میتوکندری پس از ورزش وامانده‌ساز می‌شود (۶).

بروز خستگی، یکی از موانع اصلی در اجرای موفقیت‌آمیز فعالیت‌های ورزشی و متوقف ساختن تمرین است. سازوکارها و عوامل گوناگونی در بروز خستگی و ناتوانی برای ادامه فعالیت نقش دارند؛ البته بسته به نوع فعالیت، این عوامل و سازوکارها متفاوت هستند. برای مثال مبانی نظری از این موضوع حمایت می‌کند که در فعالیت‌های هوازی تخلیه ذخایر گلیکوژن و در تمرین‌های سرعتی و بی‌هوازی افزایش تولید اسیدلاکتیک و به دنبال آن تجمع لاکتات، انباشت یون‌های هیدروژن و کاهش PH در سلول‌های عضلانی موجب بروز خستگی بیش از حد و واماندگی می‌شود. از سویی، با افزایش انباشت لاکتات بر اثر یک تمرین شدید هوازی بر مقادیر آنزیم لاکتات‌دهیدروژناز (LDH)<sup>۱</sup> افزوده می‌شود. لاکتات‌دهیدروژناز، یکی از آنزیم‌های مهم در مسیر گلیکولیز غیرهوازی است که در تبدیل اسیدلاکتیک به پیروویک و شکل‌گیری ATP از ADP شرکت می‌کند (۱۵، ۱۷) و معمولاً مقدار آن ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از تحریک به تدریج افزایش می‌یابد (۴).

پژوهش‌ها نتایج متناقضی درباره تأثیر مصرف مکمل ویتامین E و تغییرات مقادیر آنزیم LDH پس از تمرین‌های هوازی را نشان می‌دهند. نتایج برخی از این مطالعات نشان داده‌اند فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک<sup>۲</sup> مانند LDH در عضلات فعال در تمرین به طور معنی‌داری پایین است (۱، ۵). البته ممکن است میزان تولید لاکتات از طریق واکنش آنزیم LDH به وسیله باقیمانده پیرووات<sup>۳</sup> و نیکوتین‌آمیدآدنین‌دی‌نوکلئوتید (NADH)<sup>۴</sup> عضلات اسکلتی در تمرین‌های با شدت متوسط تا شدید افزایش یابد (۱۷).

متخصصان فیزیولوژی ورزش پیشنهاد کرده‌اند سطح لاکتات خون می‌تواند معیاری برای برآورد فشار تمرین و سازگاری عضله باشد. لاکتات خون در خلال تمرین‌های فزاینده به طور ناگهانی افزایش می‌یابد؛ از سویی، تمرین‌های استقامتی آستانه لاکتات را بالا می‌برد (۵). چویون و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۳) و ابراهیم (۱۳۷۷) در پژوهش‌های جداگانه‌ای، گزارش کردند تمرین هوازی، موجب کاهش سطوح استراحتی آنزیم LDH پلاسما می‌شود (۱، ۷). تانکانوگی و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۰) گزارش کردند ۶ هفته تمرین هوازی فزاینده موجب بالارفتن آستانه لاکتات می‌شود. آن‌ها دریافتند آستانه لاکتات (۴ میلی‌مول در هر لیتر خون) در آزمودنی‌های میان‌سال تمرین نکرده، از بارکار ۱۲۱ وات در ابتدای دوره، به بارکار ۱۸۶ وات در پایان دوره تمرین تغییر

1. Lactate dehydrogenase

2. Glycolytic

3. Pyruvate

4. Nicotinamide Adenine Denucleotide

5. Chevion et al

6. Tonkonogi et al.

یافت (۱۹). هوریتا و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۹۹)، شانتر<sup>۲</sup> (۱۹۹۸) و کلارکسون و تامپسون<sup>۳</sup> (۲۰۰۰) در پژوهش‌های جداگانه‌های نشان دادند تمرین‌های استقامتی وامانده‌ساز موجب افزایش مقادیر آنزیم LDH پلاسما می‌شود (۸، ۱۰، ۱۶). اسپریت و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۰) نیز با تأیید این فرایند، عنوان کردند که با افزایش شدت تمرین و تبدیل فعالیت از مسیر هوازی به بی‌هوازی بر میزان تجمع لاکتات افزوده می‌شود و به دنبال آن، تجمع آنزیم LDH نیز بیشتر می‌گردد (۱۷). درباره رابطه بین میزان تجمع آنزیم LDH، لاکتات و بهبود عملکرد ورزشی، پژوهش‌ها، نتایج گوناگونی را گزارش کرده‌اند؛ البته بیشتر آن‌ها نشان می‌دهند که رسیدن به واماندگی و ناتوانی برای ادامه فعالیت در اثر تجمع بیش از حد لاکتات است (۱۸). راداک و همکاران<sup>۵</sup> (۱۹۹۶) نشان دادند بعد از دویدن شدید تا سرحد واماندگی، فعالیت آنزیم اکسانتین اکسیداز<sup>۶</sup> تا ۱۰ برابر افزایش می‌یابد که غلظت این آنزیم با غلظت لاکتات همبستگی مستقیم دارد (۱۳). رضانی و همکاران (۱۳۸۲) نیز نشان دادند میزان لاکتات خون شناگران ۱۵ تا ۲۰ ساله تیم ملی پس از صد متر شنای کمرال سینه با حد اکثر توان، ۲۷۰ درصد افزایش یافته است (۳). هم‌چنین، لس‌گاردز و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۲) و کلارکسون و تامپسون گزارش کردند مصرف مکمل ویتامین E به همراه فعالیت بدنی منظم، موجب کاهش آنزیم LDH خون می‌شود (۸، ۱۲). ساچک و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۰۱) گزارش کردند مصرف روزانه ۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E بر آستانه لاکتات و بهبود رکورد سرعت شناگران استقامتی تأثیری ندارد (۱۵). به طور کلی گزارش‌های پژوهشی، نشان‌دهنده نقش محافظتی ویتامین E در برابر آسیب‌های احتمالی عضلانی است که در اثر فعالیت بدنی به وجود می‌آیند. نتایج پژوهش ایتو و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۰۰) نشان داد مصرف ۱۲۰۰ IU<sup>۱۰</sup> ویتامین E شش روز قبل از تمرین‌های هوازی چهار هفته‌ای از بالا رفتن آنزیم LDH پس از دوره تمرین، نسبت به گروه دارونما<sup>۱۱</sup> کاسته است (۱۱). با توجه به تناقض موجود در نتایج پژوهش‌ها درباره تأثیر فعالیت بدنی و مصرف مکمل ویتامین E بر تغییرات آنزیم LDH، مقادیر لاکتات خون و زمان خستگی، این پرسش‌ها مطرح است که ۸ هفته فعالیت هوازی با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد ذخیره ضربان قلب HRR<sup>۱۲</sup> (روش کارونن)<sup>۱۳</sup> به همراه مصرف مکمل ویتامین E چه تأثیری بر این عوامل دارد؟ هم‌چنین، چه ارتباطی بین تغییرات مقادیر لاکتات، آنزیم LDH و زمان رسیدن به واماندگی افرادی که مصرف همزمان مکمل ویتامین E و فعالیت هوازی با شدت متوسط

1. Horita et al.
2. Schants
3. Clarkson and Thompson
4. Spriet et al.
5. Radak et al.
6. Oxantine Oxidase
7. Lesgards et al.
8. Sacheck et al.
9. Itoh et al.
10. International Unit
11. Placebo
12. Hear Rate Reserve
13. Karvonon

داشته‌اند، وجود دارد؟ از این رو در پژوهش حاضر سعی شد تأثیر چنین برنامه‌ای بر متغیرهای مذکور مورد بررسی قرار گیرد.

### روش‌شناسی پژوهش

از بین افراد داوطلب، تعداد ۴۰ نفر دانشجوی مرد سالم، غیر سیگاری و غیر ورزشکار دانشگاه گیلان که از سه ماه قبل از انجام طرح، هیچگونه مکمل ویتامینی مصرف نکرده بودند، پس از تکمیل رضایت‌نامه، پرسش‌نامه آگاهی‌های پزشکی - ورزشی و تشریح روند پژوهش، انتخاب و به طور تصادفی در چهار گروه مساوی به ترتیب زیر تقسیم شدند:

- گروه ۱: ویتامین E + تمرین هوازی؛
- گروه ۲: تمرین هوازی + دارونما؛
- گروه ۳: ویتامین E؛
- گروه ۴: دارونما.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی و ترکیب بدن آزمودنی‌های چهار گروه ( $\bar{X} \pm SD$ )

توده بدون چربی (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	چربی بدن (درصد)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	ویژگی گروه
۵۹/۴±۸/۵	۲۳/۹±۴/۴	۱۸/۷±۶/۴	۷۳/۸±۱۳/۷	۱۷۵/۹±۶/۳	۲۱/۶±۱/۹	یک
۵۵/۴±۶/۷	۲۳/۳±۳	۱۷/۵±۷/۳۵	۶۷/۷±۱۰	۱۷۴±۴/۷	۲۰/۷±۱/۵	دو
۶۳/۴±۱۰	۲۴/۳±۳/۷	۱۷/۱±۴/۸	۷۷±۱۴	۱۷۸±۵/۴	۲۲/۱±۱/۲	سه
۶۲/۹±۱۱/۷	۲۴/۲±۵/۳	۱۸/۲±۶/۴	۷۸/۵±۱۸/۵	۱۷۸±۴/۷	۲۱±۱/۳	چهار

برای بررسی هدف‌های پژوهش، لاکتات خون از طریق انگشت اشاره با لاکتومتر و به وسیله کیت و لانست مخصوص دستگاه لاکتات پرو (ساخت شرکت AKRAY کشور ژاپن) برحسب میلی‌مول در لیتر اندازه‌گیری شد. قبل از فعالیت و امانده‌ساز در وضعیت نشسته و در حالت استراحت از سیاهرگ ساعد آزمودنی‌ها، مقدار ۵ میلی‌لیتر خون گرفته شد تا با ارسال به آزمایشگاه تشخیص طبی، با روش طیف‌سنجی نوری<sup>۱</sup> مقادیر آنزیم LDH سرم اندازه‌گیری شود. در ادامه و پس از ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، آزمودنی‌ها یک فعالیت و امانده‌ساز روی چرخ کارسنج (مدل تنوری<sup>۲</sup> E433 ساخت کشور فنلاند) انجام دادند؛ به این ترتیب که ابتدا ۵ دقیقه با سرعت ثابت ۶۰ دور در دقیقه (RPM)<sup>۳</sup> و توان ۵۰ وات رکاب زدند. سپس، به ازای هر ۵ دقیقه، ۲۵ وات به بارکار اضافه شد، تا جایی که آزمودنی قادر به حفظ سرعت ثابت ۶۰ دور در دقیقه نباشد. در پایان، زمان

1. Spectrophotometry  
2. Tuntury  
3. Reveloution per Minute

رسیدن به واماندگی یادداشت و از تمامی آزمودنی‌ها در حالت نشسته، همانند مرحله اول خون‌گیری شد. پس از این مرحله، گروه‌های یک و دو برای سه روز در هفته و به مدت هشت هفته، پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن، تمرین هوازی را به مدت ۳۰ دقیقه و با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره روی چرخ کارسنج انجام دادند. شدت تمرین در دو هفته اول ۵۰ درصد، هفته سوم ۵۵ درصد، هفته چهارم ۶۰ درصد، هفته پنجم ۶۵ درصد، هفته ششم ۷۰ درصد و در دو هفته آخر ۷۵ درصد بود. شدت تمرین به وسیله ضربان‌سنج (مدل Polar, T31 ساخت کشور فنلاند) کنترل شد. برنامه سردکردن آزمودنی‌ها در پایان هر جلسه با رکاب‌زدن آهسته به مدت ۵ دقیقه و اجرای فعالیت‌های کششی انجام شد. آزمودنی‌های گروه‌های یک و سه روزانه ۴۰۰ میلی گرمی ویتامین E (ساخت شرکت داروسازی اسوه تهران) دریافت کردند. از گروه‌های سه و چهار نیز خواسته شد از انجام فعالیت‌های بدنی منظم خودداری کرده و برنامه غذایی متداول خود را تغییر ندهند. گروه دو علاوه بر تمرین هوازی مشابه گروه یک، مانند گروه ۴ از کپسول‌های ۴۰۰ میلی گرمی ساکارز به‌عنوان دارونما استفاده کردند. طرح مصرف ویتامین E و دارونما دوسویه کور<sup>۱</sup> بود. از آزمودنی‌های چهار گروه خواسته شد در طول مدت برنامه، سطح فعالیت بدنی روزانه خود را تغییر نداده و از مکمل‌های ویتامینی استفاده نکنند. در پایان هفته هشتم، فعالیت وامانده‌ساز ابتدای دوره تکرار و قبل و بعد از آن خون‌گیری انجام شد. مقدار لاکتات خون نیز در قبل و بعد از فعالیت وامانده‌ساز اندازه‌گیری و زمان رسیدن به واماندگی همانند مرحله اول یادداشت شد. پس از جمع‌آوری اندازه‌گیری‌های مربوط به متغیرهای پژوهش از آمار توصیفی برای بررسی شاخص‌های توصیفی (میانگین و انحراف معیار) استفاده شد. برای مقایسه و تعیین اختلاف میانگین متغیرهای وابسته چهار گروه در زمان استراحت و پس از ورزش وامانده‌ساز از آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه<sup>۲</sup> و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. هم‌چنین برای تعیین میزان ارتباط بین متغیرهای اندازه‌گیری شده در پژوهش، آزمون ضریب همبستگی پیرسون مورد استفاده قرار گرفت. تمامی موارد تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS انجام شد.

### یافته‌های پژوهش

اطلاعات به دست آمده درباره مقادیر اندازه‌گیری شده متغیرهای پژوهش، اختلاف بین گروه‌ها در این متغیرها و میزان همبستگی بین آن‌ها به ترتیب در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است.

---

1. Double blind  
2. ANOVA one-way

جدول ۲. لاکتات، آنزیم LDH و زمان رسیدن به واماندگی آزمودنی‌ها قبل و بعد از تمرین هوازی ( $\bar{X} \pm SD$ )

متغیر	گروه	مرحله اول	مرحله دوم	مرحله سوم	مرحله چهارم
لاکتات (mmol/L)	یک	۱/۰۹±۰/۱۱	۱۱/۵۹±۲/۶۰	۱/۰۲±۰/۰۷	۹/۵۹±۱/۹۳
	دو	۱/۰۹±۰/۱۳	۱۰/۸۷±۲/۶۱	۱/۰۸±۰/۱۲	۱۰/۷۱±۲/۶۰
	سه	۱/۰۷±۰/۱۳	۱۱/۳۶±۲/۰۶	۱/۱۲±۰/۱۳	۱۱/۵۸±۲/۱۴
	چهار	۱/۱۵±۰/۱۵	۹/۰۳±۲/۳۷	۱/۱۶±۰/۱۰	۹/۲۶±۲/۲۳
آنزیم LDH (IU/L)	یک	۳۸۹/۲۰±۱۴۶/۶۷	۴۸۲/۳۰±۱۸۴/۷۹	۳۶۰/۷۰±۱۴۴/۵۵	۴۳۷/۴۰±۱۵۴/۸۸
	دو	۳۶۰/۶۷±۱۱۳/۴۲	۴۳۰/۹۲±۳۹/۷۲	۳۵۱/۰۲±۱۱۰/۰۹	۴۱۵/۹۵±۱۲۳/۹۴
	سه	۳۰۳/۲۰±۶۰/۱۷	۳۶۴/۷۰±۱۱۷/۳۹	۳۰۷/۸۰±۵۷/۵۷	۳۶۵/۰۰±۱۰۴/۱۳
	چهار	۴۲۱/۱۰±۱۲۳/۲۴	۴۹۰/۰۰±۱۳۱/۵۲	۴۲۲/۱۰±۱۱۷/۵۰	۴۹۰/۹۰±۱۲۱/۳۷
زمان رسیدن به واماندگی (دقیقه و ثانیه)	یک	_____	۲۴/۷۰±۳/۱۵	_____	۲۹/۷۵±۵/۳۶
	دو	_____	۲۵/۰۵±۳/۹۴	_____	۳۰/۵۳±۴/۳۲
	سه	_____	۲۶/۶۰±۴/۴۷	_____	۲۶/۴۸±۳/۸۶
	چهار	_____	۲۵/۲۰±۴/۰۴	_____	۲۳/۷۷±۵/۵۳

اطلاعات جدول ۲ مربوط به میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد نظر در آزمودنی‌های چهار گروه در پیش از تمرین هوازی، پیش از فعالیت وامانده ساز (مرحله اول اندازه‌گیری)، پیش از تمرین هوازی، پس از فعالیت وامانده ساز (مرحله دوم اندازه‌گیری)، پس از تمرین هوازی، پیش از فعالیت وامانده ساز (مرحله سوم اندازه‌گیری) و پس از تمرین هوازی، پس از فعالیت وامانده ساز (مرحله چهارم اندازه‌گیری) است.

جدول ۳. مقایسه درون گروهی و بین گروهی مقادیر لاکتات خون، آنزیم LDH و زمان رسیدن به واماندگی

متغیر	آماره		میانگین مجزورات	مقدار F	معنی‌داری
	درجه آزادی	بین گروهی			
لاکتات (mmol/L)	۳	بین گروهی	۰/۰۴	۳/۵۷	*۰/۰۲۳
	۳۶	درون گروهی	۰/۰۲		
آنزیم LDH (IU/L)	۳	بین گروهی	۲۸۰/۷۲	۲/۶۰	۰/۰۶۷
	۳۶	درون گروهی	۱۰۷/۹۰		
زمان واماندگی (دقیقه و ثانیه)	۳	بین گروهی	۹۷/۰۸	۴/۱۷	*۰/۰۱۲
	۳۶	درون گروهی	۲۳/۲۵		

\* وجود تفاوت معنی‌دار ( $p < ۰/۰۵$ )

در بررسی اطلاعات متغیرهای پژوهش، نتایج به دست آمده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و مقایسه بین گروهی و درون گروهی (جدول ۳)، تفاوت معنی داری در مقادیر لاکتات خون ( $F = ۳/۵۷$  و  $p = ۰/۰۲۳$ ) و زمان رسیدن به واماندگی ( $F = ۴/۱۷$  و  $p = ۰/۰۱۲$ ) آزمودنی‌ها پس از شرکت در برنامه را نشان داد. اما، بررسی آماری مقادیر سطوح استراحتی آنزیم لاکتات دهیدروژناز بعد از برنامه هشت هفته‌ای، نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین مقادیر LDH چهار گروه بود ( $F = ۲/۶۰۲$  و  $p = ۰/۰۶۷$ ).

نتایج آزمون تعقیبی توکی برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی بعد از برنامه، نشان داد بین مقادیر لاکتات آزمودنی‌های گروه یک و چهار در سطح اطمینان ۹۹ درصد و گروه دو و چهار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی داری وجود دارد و بین سایر گروه‌ها، تفاوت معنی داری مشاهده نشد؛ به این ترتیب که میزان تجمع لاکتات خون در گروه‌های یک و دو که تمرین هوازی انجام می‌دادند، در مقایسه با گروه چهار که دارونما مصرف می‌کردند، به طور معنی داری کاهش یافته بود. هم‌چنین نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان دهنده اختلاف معنی دار زمان رسیدن به واماندگی بین گروه یک با چهار و گروه دو با چهار در سطح اطمینان ۹۵ درصد بود و بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد؛ به این ترتیب که زمان رسیدن به واماندگی گروه‌های یک و چهار نسبت به دو گروه دیگر افزایش یافته بود و آزمودنی‌های این دو گروه دیرتر به واماندگی می‌رسیدند.

جدول ۴. همبستگی بین مقادیر لاکتات خون، آنزیم LDH و زمان رسیدن به واماندگی آزمودنی‌ها ( $p < ۰/۰۵$ )

متغیر	گروه	ضریب همبستگی	معنی داری
لاکتات - زمان واماندگی	یک	۰/۵۴۷	۰/۱۰۲
	دو	۰/۳۲۸	۰/۳۵۵
	سه	۰/۲۵۵	۰/۴۷۶
	چهار	۰/۱۸۸	۰/۶۰۳
LDH - زمان واماندگی	یک	۰/۱۸۵	۰/۶۰۹
	دو	۰/۲۸۸	۰/۴۱۹
	سه	-۰/۴۵۰	۰/۱۹۲
	چهار	-۰/۱۰۹	۰/۷۶۳
LDH - لاکتات	یک	-۰/۰۷۳	۰/۸۲۴
	دو	۰/۳۴۲	۰/۳۳۳
	سه	-۰/۲۳۸	۰/۵۰۹
	چهار	-۰/۶۶۱	*۰/۰۳۷

\* وجود رابطه معنی دار ( $p < ۰/۰۵$ )

در بررسی تأثیر مصرف همزمان مکمل ویتامین E و تمرین هوازی با شدت متوسط بر رابطه بین متغیرهای مورد نظر (جدول ۴)، نتایج تجزیه و تحلیل ضریب همبستگی پیرسون نشان داد در هیچ یک از گروه‌ها بین مقادیر لاکتات خون آزمودنی‌ها و زمان رسیدن به واماندگی، و سطوح استراحتی آنزیم LDH و زمان رسیدن به واماندگی رابطه معنی‌داری وجود نداشت؛ اما در سطوح استراحتی آنزیم LDH و مقادیر لاکتات خون گروه چهارم، رابطه معنی‌داری مشاهده شد؛ ولی چنین رابطه‌ای در سایر گروه‌ها وجود نداشت ( $p < 0.05$ ).

### بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نتایج به دست آمده از پژوهش نشان داد مصرف همزمان مکمل ویتامین E و انجام تمرین‌های هوازی به مدت هشت هفته، موجب تغییر معنی‌داری در زمان رسیدن به واماندگی مردان غیرورزشکار می‌شود. یافته‌ها نشان داد که در رسیدن به زمان واماندگی بین گروه یک (ویتامین E + تمرین هوازی) و گروه دو (تمرین هوازی) با گروه چهارم (دارونما) اختلاف معنی‌دار بوده است؛ اما تفاوتی بین گروه سه که فقط ویتامین E مصرف می‌کردند، با سایر گروه‌ها مشاهده نشد. افزایش در مدت رسیدن به واماندگی می‌تواند ناشی از بالارفتن آستانه لاکتات باشد. از آنجایی که به عقیده ماد و فاستر<sup>۱</sup>، رسیدن به واماندگی هنگام اجرای فعالیت‌های شدید در اثر تجمع بیش از حد لاکتات است (۱۸)، احتمالاً بالارفتن آستانه لاکتات، موجب تجمع تدریجی و آهسته‌تر این عامل شده است. بنابراین زمان خستگی در بارکارهای بالاتر اتفاق خواهد افتاد. یافته‌های تانکانوگی و همکاران (۲۰۰۰) می‌تواند تأییدی بر این تحلیل باشد. آن‌ها دریافتند که آستانه لاکتات پس از شش هفته تمرین هوازی فزاینده در بارکار بالاتری نسبت به پیش از تمرین اتفاق افتاد (۱۹).

یافته‌های پژوهش، نشان داد مصرف همزمان مکمل ویتامین E به همراه انجام تمرین‌های هوازی، موجب تغییر معنی‌داری در سطوح لاکتات خون مردان غیر ورزشکار می‌شود. با توجه به نتایج، مقادیر لاکتات خون آزمودنی‌های گروه یک (ویتامین E + تمرین هوازی) و گروه دو (تمرین هوازی + دارونما) نسبت به گروه چهارم (دارونما)، به طور معنی‌داری پس از برنامه کاهش یافته بود؛ اما بین سطوح لاکتات این گروه‌ها و گروه سه (ویتامین E)، تفاوت معنی‌داری دیده نشد. بر این اساس به نظر می‌رسد مصرف همزمان مکمل ویتامین E و تمرین هوازی و یا اجرای تمرین هوازی به تنهایی، نسبت به مصرف مکمل ویتامین E به تنهایی به مدت ۸ هفته، تأثیر معنی‌داری بر تغییرات مقادیر لاکتات مردان غیر ورزشکار دارد. همچنین احتمالاً مصرف هشت هفته مکمل ویتامین E به تنهایی نمی‌تواند تغییری در نیمرخ لاکتات خون این افراد ایجاد کند؛ البته بررسی تفاوت‌ها نشان داد به دنبال یک وهله فعالیت وامانده‌ساز پس از یک دوره تمرین هوازی، تنها بین گروهی که مصرف همزمان مکمل ویتامین E و تمرین هوازی داشتند (گروه یک)، با گروهی که دارونما مصرف می‌کردند (گروه چهارم)، اختلاف معنی‌دار بود. این تغییرات احتمالاً می‌تواند ناشی از سازگاری بدن به تجمع آنزیم اکسالتین اکسیداز و لاکتات در طول برنامه باشد که باعث شده میزان تجمع آن کاهش یابد. راداک و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که فعالیت این آنزیم با میزان تجمع لاکتات ارتباط مستقیم دارد (۱۳).



با توجه به گزارش راداک و همکاران، به نظر می‌رسد در طول برنامه مقادیر تجمع آنزیم اکسانتین اکسیداز کاهش یافته و همچنین در برابر تجمع بیش از حد لاکتات سازگاری ایجاد شده است. نتایج به دست آمده با گزارش های روکیتزکی و همکاران (۱۹۹۴) و ساچک و همکاران (۲۰۰۱) مبنی بر عدم تأثیر مصرف مکمل ویتامین E بر آستانه لاکتات افرادی که تمرین استقامتی انجام می‌دهند نیز همخوانی دارد (۱۴، ۱۵). این نتایج با توجه به مدت برنامه حاضر در مقایسه با برنامه ۵ ماهه روکیتزکی و همکاران قابل توجه است.

نتایج نشان داد مصرف همزمان مکمل ویتامین E و تمرین هوازی، تأثیر معنی‌داری در مقادیر آنزیم LDH پس از ورزش وامانده‌ساز آزمودنی‌ها ایجاد نکرده است. نتایج به دست آمده با یافته‌های هلگیهم و همکاران مبنی بر عدم تفاوت معنی‌دار بین مقادیر آنزیم LDH در افرادی که تمرین هوازی شدید انجام داده بودند با گروه‌هایی که ویتامین E و دارونما مصرف می‌کردند، همخوانی (۹) و با یافته‌های ایتو و همکاران (۲۰۰۰) مغایر است (۱۱). همخوانی نتایج به دست آمده با یافته‌های هلگیهم و همکاران با توجه به تفاوت در مقدار ویتامین E مصرفی (۳۰۰ میلی‌گرم) و مدت برنامه آن‌ها (۶ هفته) قابل توجه است. این تشابه احتمالاً ناشی از تفاوت در شدت تمرین‌های هوازی و سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها بوده و همچنین نشان می‌دهد که مصرف ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین E و تمرین هوازی برای شش تا هشت هفته احتمالاً تأثیر مشابهی بر سطوح استراحتی آنزیم LDH دارد. تفاوت نتایج به دست آمده با یافته‌های ایتو و همکاران نیز احتمالاً ناشی از مقدار ویتامین E مصرفی (۱۲۰۰ IU) و مدت برنامه (۴ هفته) است.

در بررسی رابطه بین متغیرهای مورد مطالعه، یافته‌ها، نشان‌دهنده عدم وجود ارتباط معنی‌دار بین مقادیر آنزیم LDH و لاکتات در گروه‌های تمرین و مصرف‌کننده مکمل ویتامین E بود؛ این در حالی است که بین این متغیرها در آزمودنی‌هایی که فقط دارونما مصرف کرده بودند، ارتباط معنی‌داری مشاهده شد. این امر می‌تواند ناشی از عدم اختلاف معنی‌دار بین مقادیر آنزیم LDH چهار گروه باشد. یافته‌های ایتو و همکاران با این نظر همسو است؛ آن‌ها دریافتند که مصرف مکمل ویتامین E از بالارفتن مقادیر آنزیم LDH پس از ۴ هفته تمرین هوازی نسبت به گروه دارونما می‌کاهد (۱۱). از سویی، نتایج پژوهش درباره رابطه تغییرات سطوح استراحتی آنزیم LDH و مقادیر لاکتات در گروه‌های تمرین و مصرف‌کننده مکمل ویتامین E با گزارش اسپریت و همکاران (۲۰۰۰) همسو نیست؛ آن‌ها بر این باورند که افزایش معنی‌دار مقادیر لاکتات خون، افزایش سطوح استراحتی آنزیم LDH را به دنبال دارد (۱۷). این موضوع بیانگر ارتباط مستقیم بین میزان لاکتات خون و مقدار آنزیم LDH است؛ در حالی که چنین رابطه‌ای در گروه تمرین هوازی و مصرف‌کننده مکمل ویتامین E (گروه ۱)، گروه تمرین هوازی و دارونما (گروه ۲) و گروه مصرف‌کننده مکمل ویتامین E (گروه ۳) در پژوهش حاضر مشاهده نشد. همچنین یافته‌ها نشان داد عدم رابطه معنی‌دار بین متغیرها می‌تواند ناشی از تفاوت در عامل بروز خستگی در فعالیت‌های هوازی و بی‌هوازی باشد. منابع بسیاری عامل اصلی در بازداری از ادامه فعالیت‌های هوازی را تخلیه منابع گلیکوژن عضله می‌دانند؛ در حالی که انباشت لاکتات و به دنبال آن تجمع آنزیم LDH در فعالیت‌های بی‌هوازی، یکی از مهم‌ترین عوامل بروز خستگی و ناتوانی برای ادامه فعالیت است (۲). بنابراین نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با این نظریه،

همسو است و به نظر می‌رسد عامل اصلی خستگی و واماندگی برای ادامه فعالیت و اماده‌ساز، حتی پس از هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل ویتامین E، احتمالاً تخلیه منابع گلیکوژن و نه افزایش تجمع لاکتات و آنزیم LDH باشد. از این رو احتمالاً مصرف همزمان مکمل ویتامین E و تمرین هوازی به مدت هشت هفته (سه روز در هفته) و با شدت متوسط (۵۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره) موجب تغییرات معنی‌داری در مقادیر لاکتات خون و زمان رسیدن به واماندگی برای انجام فعالیت‌های هوازی شدید می‌شود، اما نمی‌تواند تفاوت معنی‌داری در سطوح استراحتی آنزیم LDH ایجاد کند. همچنین، تجویز برنامه‌ای با این کیفیت، احتمالاً قادر نخواهد بود تفاوتی را در رابطه بین این متغیرها به وجود آورد. این موضوع می‌تواند همسو با نظریه عامل خستگی و ناتوانی برای ادامه فعالیت در ورزش‌های هوازی باشد.

## منابع

۱. ابراهیم، خسرو. (۱۳۷۷). اثر تخریبی رادیکال‌های آزاد در هنگام فعالیت‌های شدید و خسته‌کننده و همچنین نقش ویتامین‌ها و آنزیم‌های ضد اکسیداتیو. المپیک، ۱: ۱۹-۲۲.
۲. گایینی، عباس‌علی و ظفری، اردشیر. (۱۳۸۴). مقایسه دو برنامه بازگشت به حالت اولیه (فعال و غیر فعال) بر تغییرات لاکتات خون ناشی از یک فعالیت شدید درمانده ساز. المپیک، ۳۲: ۲۱-۳۰.
۳. رضائی، علی‌رضا، نیک‌بخت، حجت‌الله و امیرتاش، محمدعلی. (۱۳۸۲). تأثیر روش‌های بازیافت فعال و غیر فعال بر سطح لاکتات خون و ضربان قلب پس از فعالیت شدید غیر هوازی در شناگران نخبه. المپیک، ۲۳: ۵-۱۴.
۴. نامنی، فرح، کاشف، مجید و لاری، علی‌اصغر. (۱۳۸۳). تأثیر گرم‌کردن بر رابطه CK و LDH در دوره بازیافت زنان ورزشکار. المپیک، ۲۸: ۹۷-۱۰۷.
۵. ویلمور، جک. اچ و کاستیل، دیوید. ال. فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ترجمه ضیا معینی، فرهاد رحمانی‌نیا، حمید رجبی، حمید آقاعلی‌نژاد و فاطمه سلامی. (۱۳۷۷). تهران، انتشارات مبتکران، ص: ۱۸۲ و ۱۸۳.
6. Banerjee, A.K., A, Mandal, D, Chanda, and S, Chakroborti. (2003). Oxidant, antioxidant and physical exercise. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 253: 307-312.
7. Chevon, S., D.S, Morran, Y, Held, et al. (2003). Plasma antioxidant status and cell injury after sever physical exercise. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 100(9): 5119-5123.
8. Clarkson, P.M., and H.S, Thompson. (2000). Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? *American Journal of Clinical Nutrition* 72: 637-646.
9. Helgheim, I., Q, Heltland, S, Nilsson, F, Ingjer, and S.B, Stromme. (1979). the effects of vitamin E on serum enzyme levels following heavy exercise. *European Journal of Applied Physiology*. 40: 283-289.
10. Horita, T., N.C, Komi, C, Nicol, and H, Kyrolainen. (1999). Effect of exhausting stretch shorting cycle exercise on the time course of mechanical behavior in drop

- jump. *European Journal of Applied Physiology and Occupation Physiology*. 79: 160-167.
11. Itoh, H., T, Ohkuwa, Y, Yamazaki, T, Shimoda, A, Wakayama, S, Tamura, T, Yamamoto, Y, Sato, and M, Miyamura. (2000). Vitamin E supplementation attenuates leakage of enzymes following 6 successive days of running training. *International Journal of Sports Medicine*. 21(5): 369-74.
  12. Lesgard, J.F., P, Durand, M, Larssarre, P, Stocker, G, Lesgard, a, Lanteaume, M, Prost, and M.P, Lehucher-Michel. (2002). Assessment of lifestyle effects on the overall antioxidant capacity of healthy subjects. *Environment health prescriptive*. 110: 479-486.
  13. Radak, Z., K, Asano., M, Inoue., T, Kizaki., S, Oh-Ishi., K, Suzuki., N. Taniguchi., and H, Ohno. (1996). Superoxide desimutase derivative prevents oxidative damage in liver and kidney of rats induced by exhausting exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupation Physiology*. 72(3): 189-194.
  14. Rokitzki, L., E, Logemann, G, Huber, E, Keck, and J, Keul. (1994). Alpha-tocopherol Supplementation in racing cyclists during extreme endurance training. *International Journal of Sport Nutritio*. 4: 253-261.
  15. Sackeck, J. M, and J.B, Blumberg. (2001). Role of vitamin E and oxidative stress in exercise. *Nutrition*. 17: 809-814.
  16. Schantz, P.G. (1998). Plasticity of human skeletal muscle with special reference to effects of physical training on enzyme levels. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*. 558:1-62.
  17. Spriet, L.L., R.A, Howlett, and G.J.F, Heigenhauser. (2000). An enzymatic approach to lactate production in human skeletal muscle during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 32: 756-763.
  18. Tiidus, P.M., J, Pushkarenko, and M.E, Houston. (1996). Lack of antioxidant adaptation to short-term aerobic training in human muscle. *American Journal of Physiology*. 571(4Pt2): R832-836.
  19. Tonkonogi, M., Walsh, B, Svensson, M, and Sahlin, K. (2000). Mitochondrial function and antioxidative defense in human muscle: effects of endurance training and oxidative stress. *Journal of Physiology*. 528(2): 379-388



# نامه به سر دبیر

A scroll-shaped writing template with horizontal dotted lines. The scroll is oriented vertically, with the top edge on the right and the bottom edge on the left. The writing area is bounded by a solid line on the top, bottom, and right sides, and a solid line on the left side that features two circular scroll ends. The interior of the scroll is filled with horizontal dotted lines for writing.









## راهنمای اشتراک نشریه پژوهش‌نامه علوم ورزشی

لطفاً قبل از پر کردن برگ درخواست اشتراک به نکات زیر توجه فرمایید:

۱. نشانی خود را کامل و خوانا با ذکر کد پستی بنویسید.

۲. بهای هر شماره نشریه ۷۰۰۰ ریال می‌باشد.

۳. وجه اشتراک را به حساب سیبا شماره ۲۱۷۷۳۹۵۰۰۶۰۰۲ به نام درآمد اختصاصی دانشگاه مازندران بابت اشتراک نشریه پژوهش‌نامه علوم ورزشی نزد بانک ملی واریز نموده و فیش بانکی را به همراه فرم اشتراک تکمیل شده به آدرس نشریه پژوهش‌نامه علوم ورزشی پست نمایید.

### نشانی:

بابلسر - خیابان شهید بهشتی - پردیس دانشگاه - دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی -  
دفتر نشریه



## فرم اشتراک نشریه پژوهش‌نامه علوم ورزشی

نام: ..... نام خانوادگی: .....

شغل: ..... تحصیلات: .....

تاریخ شروع اشتراک: ...../...../..... ۱۳..... از شماره: .....

نشانی کامل و دقیق: .....

کد پستی: ..... صندوق پستی: .....

تلفن: ..... تلفن همراه: .....

به پیوست رسید بانکی شماره ..... مورخ ...../...../..... ۱۳.....

به مبلغ ..... ریال بابت ..... تعداد نشریه ضمیمه می‌باشد.

امضاء:

تاریخ: ...../...../..... ۱۳.....