

## تأثیر تمرین هوازی به عنوان ریکاوری فعال بر تغییرات سطوح سرمی آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز ناشی از کوفتگی عضلانی تأخیری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۳

### خلاصه

**مقدمه:** کوفتگی عضلانی تأخیری معمولاً به دنبال فعالیت جسمانی جدید و غیر معمولی خصوصاً وقتی که ورزش، درگیر انقباض‌های مکرر برون‌گرا باشد بوجود می‌آید و سپس به تدریج از بین می‌رود. رویکردهای مختلفی برای تسریع بهبود این علائم مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر یک پروتکل تمرین هوازی کاهنده به عنوان ریکاوری فعال بر تغییرات سطوح سرمی آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز ناشی از کوفتگی عضلانی تأخیری می‌باشد.

**روش کار:** در این پژوهش ۲۰ مرد ۱۸ تا ۲۲ سال، بدون سابقه ورزشی در دو گروه ۱۰ نفره کنترل و تمرین هوازی کاهنده مورد مطالعه قرار گرفتند. شرکت کنندگان گروه تمرین تا ۵۰ حرکت پرشی را از روی سکویی به ارتفاع ۱ متر (بوبرت و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۹۰) که شیوه اجرای آن و ایجاد کوفتگی آن توسط یک تحقیق راهنما تأیید شده، انجام دادند. سطوح سرمی آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز آزمودنی‌ها در ۴ مرحله اندازه‌گیری و با روش آماری One-way ANOVA و توکی توسط SPSS نسخه ۲۶ بررسی شد.

**نتایج:** نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که تمرین هوازی کاهنده باعث افزایش کمتر آنزیم کراتین کیناز ( $p=۰/۰۰۰$ ) و لاکتات دهیدروژناز ( $p=۰/۱۰۰$ ) به نسبت گروه کنترل در ۲۴ ساعت پس از کوفتگی عضلانی تأخیری شده باشد.

**نتیجه‌گیری:** به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت ۱۵ دقیقه تمرین هوازی به عنوان ریکاوری فعال با دفع مواد زائد باعث افزایش کمتر آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می‌شود.  
**کلمات کلیدی:** کوفتگی عضلانی تأخیری، تمرین هوازی، انقباضات برون‌گرا (اکستریک)

فرهاد کشاورزی<sup>۱</sup>

هادی قائدی<sup>۲\*</sup>

مهران قهرمانی<sup>۳</sup>

محمد قهرمانی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه

آزاد اسلامی، لامرد، ایران

<sup>۲</sup> استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد

اسلامی، لامرد، ایران

<sup>۳</sup> دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد کرمانشاه، دانشگاه

آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

<sup>۴</sup> گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ملی مهارت،

تهران، ایران

Email: ghaedi.hadi@gmail.com

<sup>1</sup> Bobbert

## مقدمه

کوفتگی عضلانی تأخیری<sup>۱</sup> (DOMS) یک یا دو روز پس از یک جلسه فعالیت شدید بدنی به خصوص بعد از انقباضات اکستریک<sup>۲</sup> (۱۶) احساس می شود. کوفتگی عضلانی تأخیری را به این دلیل تأخیری می نامند که بلافاصله پس از تمرین بروز نمی کند و معمولاً ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از فعالیت شدید به اوج رسیده و حداکثر ۵ تا ۷ روز پس از آن از بین می رود (۱۴). علائم و تغییرات ناشی از DOMS تا چند روز ادامه می یابد، کارایی افراد عادی را محدود کرده و فعالیت روزانه آن ها را دچار اختلال می نماید، عملکرد افراد شرکت کننده در مسابقات ورزشی را محدود کرده و کارایی آن ها را در مسابقات بعدی کاهش می دهد و گاهی درد و فشار عصبی ناشی از آن به دیگر اعضای تیم و مربی منتقل و تأثیر روانی منفی بر کارایی تیم می گذارد و همچنین ممکن است مانع شروع یک برنامه ورزشی و ادامه آن شده و تمایل فرد را به اجرای ورزش درمانی در طی توانبخشی از بین ببرد.

اگرچه این علائم بدون هیچگونه عوارضی، خود به خود بعد از ۵ تا ۷ روز بدون نیاز به درمان از بین خواهد رفت (۱۴ و ۲۳) اما نگرانی مربیان ورزشی، فیزیوتراپیست ها و دیگر دست اندرکاران طب ورزشی، به دلیل وجود درد و احتمالاً عوامل تضعیف کننده اجرا می باشد، بنابراین آنها علاقمند به پیشگیری یا به حداقل رساندن اثرات DOMS در کمترین زمان ممکن می باشند. یکی از تظاهرات فیزیولوژیکی بارز DOMS، افزایش نشانگرهای آسیب عضلانی سرم مانند کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) است (۵). این آنزیم ها پس از اختلال در یکپارچگی غشای عضلانی در جریان خون آزاد می شوند و به عنوان شاخص های غیرمستقیم آسیب فیبر عضلانی و میزان بهبودی عضلات عمل می کنند (۹).

کراتین کیناز، یکی از آنزیم های داخل عضلانی می باشد که هنگام کوفتگی عضلانی تأخیری حاصل از تمرین سنگین افزایش می یابد. بنابراین غلظت آن، نشانگر مناسبی برای مطالعه کوفتگی عضلانی و از علائم مستقیم ترومای بافت عضلانی

است (۲۳). لاکتات دهیدروژناز آنزیمی است که باعث تبدیل لاکتات<sup>۳</sup> به پیرووات<sup>۴</sup> می شود چنانچه مقدار این آنزیم در سرم از حدود مقادیر طبیعی فراتر رود، می تواند نشان دهنده افزایش تخریب بافتی باشد (۲۳).

مداخلات ریکاوری فعال به عنوان استراتژی هایی برای کاهش علائم DOMS و افزایش بهبودی به طور گسترده توصیه شده اند. در میان این موارد، ورزش هوازی با شدت کم به دلیل پتانسیل آن در تسهیل حذف ضایعات متابولیک و ارتقای فرآیندهای ترمیم عضلات، توجه قابل توجهی را به خود جلب کرده است (۷). ورزش هوازی که با شدت متوسط پس از ورزش انجام می شود، ممکن است جریان خون را افزایش دهد و در نتیجه پاکسازی کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز از سرم را تسریع کرده و نشانگرهای آسیب عضلانی ناشی از DOMS را کاهش دهد (۱). با این حال، اثربخشی ورزش هوازی به عنوان یک روش ریکاوری فعال برای تعدیل خاص سطح CK و LDH سرم پس از DOMS همچنان مبهم است، زیرا پروتکل ها و شدت های مختلف منجر به نتایج متناقضی در مقالات شده است (۱۱).

در ارتباط با تأثیر ریکاوری فعال بر کاهش علائم ناشی از کوفتگی عضلانی تأخیری از جمله درد و قدرت عضلانی و ورم و برخی فاکتورهای خونی از جمله سطوح سرمی لاکتات و کراتین کیناز و همچنین لاکتات دهیدروژناز پژوهش های پراکنده ای با نتایج متناقض صورت گرفته است (۲۱ و ۲۲ و ۲۴). به طور مثال خادم الشریعه و همکارانش (۱۴۰۰) تأثیر ریکاوری فعال با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصدی حداکثر ضربان قلب بر سطوح سرمی CK و LDH در هر دو مدت ریکاوری ۳ و ۴ برابر مدت زمان فعالیت را غیر معنادار اعلام کردند (۱۵). در پژوهشی دیگر صدق روحی و همکارانش نیز تأثیر شناوری در آب سرد به عنوان ریکاوری فعال پس از فعالیت سنگین بر سطوح سرمی کراتین کیناز را غیر معنادار گزارش کردند (۲۰). ایل بیگی و همکارانش (۱۲) نیز عدم تغییر معنادار در CK و LDH را پس از ۲۰ دقیقه ریکاوری فعال در پی یک جلسه فعالیت ورزشی تا سر حد واماندگی در نوجوانان فوتبالیست گزارش کردند (۱۲).

<sup>3</sup> Lactate<sup>4</sup> Pyruvate<sup>1</sup> Delayed onset muscle soreness ( DOMS)<sup>2</sup> Eccentric exercise

نسبت به درمان‌های دیگر، مثل دارو درمانی، استفاده از تحریکات الکتریکی، امواج ماوراء صوت کم هزینه تر می‌باشند، انجام آن آسان و قابل تحمل بوده، افراد کمتر در مقابل آن تفکر ذهنی منفی دارند و به راحتی از آن می‌توانند استفاده کنند، آموزش آنها برای هر فرد ساده بوده و تنها در موارد معدودی استفاده از آنها جایز نمی‌باشد و درمان با ارزشی را برای یک مربی ورزشی می‌تواند فراهم نمایند، انتخاب شده است.

به این منظور پژوهش حاضر در پی پاسخ گویی به این پرسش است که آیا تمرین هوازی کاهنده به عنوان ریکاوری فعال پس از یک جلسه تمرین برون‌گرای شدید می‌تواند بر سطوح سرمی کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز مؤثر باشد؟

### روش کار

در مطالعه حاضر کاربردی و نیمه تجربی ۲۰ مرد ۲۰ تا ۲۲ سال (عدم تمرین منظم در ۶ ماه گذشته، بدون مصرف دارو و بدون هیچ بیماری زمینه‌ای) شرکت کردند. پس از انتخاب نمونه‌ها و گروه بندی آزمودنیها در گروه‌های ۱۰ نفره تجربی و کنترل به صورت تصادفی با برنامه زمانبندی به اجرای پژوهش اقدام شد. شیوه اجرایی و برنامه کاری به ترتیب ذیل بود:

در روز اول آزمودنی‌های دو گروه در ساعت ۸ صبح وارد سالن ورزشی شدند و نمونه گیری خون آنها جهت تعیین میزان آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در پیش آزمون جمع آوری شد.

در مرحله دوم از آزمودنیها خواسته شد تا ۵۰ حرکت پرشی را از روی سکویی به ارتفاع ۱ متر (۳) که شیوه اجرای آن و ایجاد کوفتگی آن توسط یک تحقیق راهنما<sup>۱</sup> تأیید شده، به نحو زیر انجام دادند:

آزمودنی‌ها روی سکویی به ارتفاع ۱ متر ایستاده و با علامت شروع محقق، از روی سکو به پایین پریده و روی زمین فرود می‌آمدند و سپس مجدداً از قسمت پله دار سکو بالا رفته و ۵۰ بار این حرکت را انجام دادند. سپس بعد از تمرین پرش از آزمودنی‌ها نمونه خون گرفته شد. بلافاصله بعد از آن

در پژوهش‌های خارجی نیز تیانونگک (۲۰۱۹) عدم کاهش معنادار CK و LDH را در پی ۲۰ دقیقه ریکاوری فعال در ۱۲ بوکسور زن نوجوان گزارش کرد (۲۲).

سوزوکی و همکاران (۲۰۰۸) نیز عدم تغییر معنادار سطوح سرمی CK و LDH را در پی ریکاوری فعال (یک ساعت دویدن و راه رفتن و کشش در آب) در بازیکنان راگی گزارش کردند (۲۱).

بر خلاف پژوهش‌های ارایه شده در بالا در پژوهشی دیگر جیمز<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر ۲۰ دقیقه تمرین هوازی دوچرخه با سرعت متوسط را در کاهش درد ناشی از کوفتگی عضلانی ایجاد شده توسط ۶۰ انقباض اکستریک در مفصل زانو مثبت و معنادار اعلام کردند (۱۳). برغمندی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰) نیز دو روش ریکاوری در آب و ریکاوری فعال در خشکی را در ۳۰ بازیکن نخبه فوتبال بررسی کردند و گزارش کردند هر دو نوع ریکاوری فعال بر کاهش سطوح سرمی CK و LDH مؤثر است (۱۲).

اگرچه مریدان ورزشی و فیزیوتراپیست‌ها، انواع مختلفی از روشهای درمانی را برای کاهش علائم ناشی از کوفتگی عضلانی تاخیری توصیه کرده اند، ولی مدارک محدودی برای اثبات اثر بعضی از آن شیوه‌ها وجود دارد. برای مقایسه تاثیر برنامه‌های مختلف درمانی و تعیین این که کدام یک از آنها در زمانی کوتاهتر به طور عملی تر و کارا تر مؤثر واقع می‌شوند، تحقیقات معدودی انجام شده است که همانطور که گفته شد نتایج آنها نیز ضد و نقیض است.

اگر از جنبه کاربردی به مسائل درمان بنگریم و امکانات موجود در سالن‌های ورزشی و منازل ورزشکاران را در نظر بگیریم، هدف از انجام این پژوهش این است که دریابیم بهترین روش کاربردی با توجه به امکانات موجود کدام است. به همین دلیل در این پژوهش، انتخاب روش درمانی با تأکید مستقیم بر درمانی می‌باشد که هر فرد میتواند به تنهایی و بدون کمک انجام دهد و نیاز به تخصص و رعایت اصول زیادی ندارد. بنابراین تمرین هوازی کاهنده که اثرات آن کمتر مورد توجه قرار گرفته و

<sup>1</sup> James

<sup>2</sup> Barghamadi

سرمی کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز گرفته شد. سپس در لوله آزمایش شماره گذاری شده قرار داده و جهت تشخیص طبی به آزمایشگاه منتقل شد، در آزمایشگاه نیز، پس از تهیه سرم و با بهره گیری از کیت آزمایشگاهی تهیه شده توسط شرکت پارس آزمون و استفاده از دستگاه از selectra2 اتوآنالیزور ساخت کشور هلند تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی صورت گرفت.

### نتایج

جهت بررسی اثر تمرین هوازی کاهنده بر آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرم خون، ابتدا تغییرات این آنزیم ها در ساعات پس از تمرین اکستریک در گروه کنترل بررسی و در مرحله بعد با تغییرات آنزیمی بدنبال تمرین هوازی کاهنده مقایسه شد. نتایج تجزیه و تحلیل داده های گروه کنترل و تجربی تمرین هوازی کاهنده در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است (جدول ۱ و ۲).

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده های پژوهش از آزمون کلموگروف- اسمیرنف استفاده شد. نتایج آزمون نشان داد توزیع داده های دو گروه کنترل و تجربی در متغیرهای وابسته طبیعی بود ( $\alpha \geq 0/05$ ) لذا پیش شرط استفاده از آزمون های پارامتریک برای متغیرها برقرار بود. همچنین همگنی واریانس ها نیز توسط آزمون لون تایید گردید ( $P \geq 0/05$ ).

آزمودنیهای گروه تجربی (تمرین هوازی کاهنده)، به مدت ۱۵ دقیقه به انجام تمرین پله به عنوان تمرین هوازی کاهنده به نحو زیر اقدام کردند:

مطابق با ریتم ضبط شده توسط مترونوم که در ۳ دقیقه اول ۱۲۰ گام، ۳ دقیقه دوم ۱۱۴ گام، سه دقیقه سوم ۱۰۲ گام، سه دقیقه چهارم ۸۴ گام و سه دقیقه پنجم ۶۶ گام را در بر گرفت، آزمودنیها از پله ای به ارتفاع ۲۰/۳ cm بالا و پائین رفتند. به این صورت که با شنیدن صدای اول گام راست بالای پله با صدای دوم گام چپ کنار گام راست قرار می گرفت، با صدای سوم گام راست پائین و با صدای چهارم گام چپ پائین و کنار پای راست قرار می گرفت و این سیکل تا پایان ۱۵ دقیقه هماهنگ با ریتم ادامه یافت. بلافاصله پس از دریافت شیوهی درمانی توسط گروه تجربی متغیرهای وابسته برای هر دو گروه مجدداً اندازه گیری گردید.

لازم به ذکر است گروه کنترل پس از آزمون پرشی، هیچ شیوهی درمانی را دریافت نکرد و پس از آزمون بلافاصله متغیرهای وابسته مجدداً اندازه گیری شد.

۲۴ ساعت بعد از ایجاد کوفتگی عضلانی تاخیری توسط تمرین آزمودنیها مجدداً وارد سالن ورزشی شدند و مجدداً از آنها مقدار ۳ cc خون از ناحیه ورید زند اسفلی جهت سنجش سطوح

جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس داده های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز گروه های کنترل و تجربی

واریانس	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	مشاهده شده F	سطح معنی داری
کنترل	۹۱۰۱۶/۱۰۰	۳۰۳۳۸/۷۰۰	۱۷۸/۸۴۳	۰/۰۰۰
	۶۱۰۷/۰۰۰	۱۶۹/۶۳۹		
	۹۷۱۲۳/۱۰۰			
CK تمرین هوازی کاهنده	۱۳۸۲۶/۴۷۵	۴۶۰۸/۸۲۵	۱۶/۰۸۷	۰/۰۰۰
	۱۰۳۱۳/۵۰۰	۲۸۶/۴۸۶		
	۲۴۱۳۹/۹۷۵			
کنترل	۳۴۱۵۰۳/۴۰۰	۱۱۳۸۳۴/۴۷۶	۶۱/۷۳۴	۰/۰۰۰
	۶۶۳۸۲/۶۰۰	۱۸۴۳/۹۶۱		
	۴۰۷۸۸۶/۰۰۰			
LDH تمرین هوازی کاهنده	۱۲۰۱۱۵/۱۱۴	۴۰۰۳۸/۳۷۱	۹/۷۵۰	۰/۰۰۰
	۱۴۳۷۲۴/۳۲۲	۴۱۰۶/۴۰۹		
	۲۶۳۸۳۹/۴۳۶			

با مقایسه نتایج گروه تجربی با گروه کنترل، به نظر می‌رسد که تمرین هوازی کاهنده باعث افزایش کمتر آنزیم کراتین کیناز ( $p=0/000$ ) و لاکتات دهیدروژناز ( $p=0/100$ ) به نسبت گروه کنترل در ۲۴ ساعت پس از کوفتگی عضلانی تأخیری شده باشد.

همانگونه که نتایج نشان می‌دهند در اثر تمرین برونگرا، هر دو آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در هر دو گروه کنترل و تجربی تنها در ۲۴ ساعت پس از تمرین افزایش معناداری داشتند و در بقیه اوقات تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود. این مشاهده می‌تواند بیانگر ماهیت تأخیری کوفتگی و بروز نشانه‌های آن باشد.

## جدول ۲. نتایج آزمون توکی مربوط به داده‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز گروه‌های کنترل و تجربی

بلافاصله پس از تمرین	۲۰ دقیقه پس از تمرین	۲۴ ساعت پس از تمرین	تمین هوازی کاهنده	
پله	پله	پله		
۰/۱۳۹	۰/۰۸۲	۰/۰۰۰		CK کنترل
۰/۷۱۰	۰/۵۸۹	۰/۰۰۰		CK تجربی
۰/۹۲۷	۰/۹۰۷	۰/۰۰۰		LDH کنترل
۱	۰/۹۹۷	۰/۱۰۰		LDH تجربی
	۰/۹۹۴	۰/۲۸۰		CK کنترل
	۰/۹۹۷	۰/۰۰۰		CK تجربی
	۱	۰/۰۰۰		LDH کنترل
	۱	۰/۱۰۰		LDH تجربی
		۰/۰۰۰		CK کنترل
		۰/۰۰۰		CK تجربی
		۰/۰۰۰		LDH کنترل
		۰/۱۰۰		LDH تجربی

† میزان تفاوت، ‡ سطح معنی داری

## بحث

ناهمسو بود. برخلاف پژوهش حاضر که آزمودنی‌ها مردان ۱۸ تا ۲۲ سال بدون سابقه ورزشی بودند و اندازه گیری فاکتورهای مذکور در قبل از آزمون، بلافاصله پس از تمرین پله، بلافاصله پس از ریکاوری فعال و ۲۴ ساعت بعد از آن انجام شده بود، آزمودنی‌ها در پژوهش خادم الشریعه شناگران زن ۲۰ تا ۲۶ سال بودند و نمونه گیری‌ها قبل از شروع تمرین و بلافاصله بعد از ریکاوری فعال جمع آوری شد (۱۵). تفاوت در جنس آزمودنی‌ها، سوابق ورزشی آنها و همچنین زمان اندازه گیری فاکتورهای مذکور می‌تواند تفاوت در نتایج را توجیه کند.

همچنین با نتایج ایل بیگی و همکاران (۲۰۲۱) که عدم تغییر معنادار در CK و LDH را پس از ۲۰ دقیقه ریکاوری فعال در پی یک جلسه فعالیت ورزشی تا سر حد واماندگی در نوجوانان فوتبالیست گزارش کردند ناهمسو بود. در این پژوهش نیز

نتایج حاکی از تأثیر مثبت و معنادار تمرین هوازی کاهنده در افزایش کمتر سطوح سرمی کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در گروه تجربی به نسبت گروه کنترل ۲۴ ساعت پس از کوفتگی عضلانی تأخیری بود.

نتایج پژوهش حاضر با نتایج حاصل از پژوهش جامز و همکاران (۲۰۱۲) و برغم‌دی و همکاران (۲۰۲۰) که تأثیر ریکاوری فعال را در کاهش سطوح سرمی CK و LDH مؤثر اعلام کرده بودند همخوانی داشت (۲ و ۱۳).

نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش خادم الشریعه و همکاران (۱۴۰۰) که تأثیر ریکاوری فعال با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصدی حداکثر ضربان قلب بر سطوح سرمی CK و LDH در هر دو مدت ریکاوری فعال را غیر معنادار اعلام کردند (۱۵)

در رژیم‌های تناسب اندام برای ورزشکاران و افراد فعال از نظر جسمی را تقویت کنند.

با انجام فعالیت ورزشی اولین دستگاه تأمین انرژی که به دستگاه فسفاژن معروف است، فعالیت خود را آغاز می‌کند و برای تأمین انرژی و ATP لازم برای انجام فعالیت ورزشی، طی یک واکنش شیمیایی ADP را از طریق یک مول فسفوکراتین به ATP تبدیل می‌کند و در اختیار سلول قرار می‌دهد. آنزیم کراتین کیناز نقش کاتالیزور را در این واکنش ایفا می‌کند. با ادامه پیدا کردن فعالیت ورزشی و آسیب وارد شدن به غشای سلولی سطح کراتین کیناز در خون بالا می‌رود و باعث کاهش عملکرد عضله می‌شود. هدف اصلی از انجام ریکاوری، دفع مواد حاصل از متابولیسم است تا عضلات هرچه سریعتر به حالت اولیه بازگردند. به نظر می‌رسد تمرین هوازی کاهنده به کار گرفته شده در این پژوهش به عنوان ریکاوری فعال با شدت مناسب از طریق ترمیم سریع ذخایر گلیکوژنی موجب بازگشت سریع به حالت اولیه شده و سطوح سرمی کراتین کیناز را تعدیل کرده است (۱۷ و ۱۹).

لاکتات دهیدروژناز باعث تبدیل پیرووات به لاکتات و همچنین تبدیل لاکتات به پیرووات می‌شود. در تمام بافت‌ها تولید می‌شود و یک نقش کلیدی در متابولیسم انرژی دارد. در برخی از بافت‌ها از جمله کبد، قلب و کلیه مقدار آن بسیار زیادتر از سرم است. بنابراین صدمه وارد به بافت‌های مذکور می‌تواند به صورت قابل ملاحظه‌ای موجب افزایش مقدار آن شود. به نظر می‌رسد در اثر تمرین هوازی کاهنده به عنوان ریکاوری فعال، انتقال لاکتات دهیدروژناز از عضله آسیب دیده به گردش خون از طریق مایع لنف افزایش یافته و تصفیه لاکتات دهیدروژناز از خون به وسیله افزایش جریان خون و لنف افزایش یافته است (۱۸).

با توجه به نتایج پژوهش‌های پیشین و تجزیه و تحلیل آنها به نظر می‌رسد جنس آزمودنی‌ها و همچنین سابقه ورزشی آنها و نیز همخوانی تمرین هوازی کاهنده به عنوان ریکاوری فعال پس از تمرینات برون‌گرای آسیب‌زا می‌تواند بر سطوح سرمی این آنزیم‌ها نتایج متفاوتی داشته باشد.

آزمودنی‌ها دارای سابقه ورزشی بوده و در دامنه سنی پایین تری نسبت به پژوهش حاضر بودند. تفاوت در سن آزمودنی‌ها و سابقه ورزشی آنها در این پژوهش نیز می‌تواند دلیل عدم همخوانی با نتایج حاضر از پژوهش حاضر بوده باشد (۱۲). همچنین با پژوهش تیاندونگ (۲۰۱۹) که عدم کاهش معنادار CK و LDH را در پی ۲۰ دقیقه ریکاوری فعال در ۱۲ بوکسور زن نوجوان گزارش کرده بود و سوزوکی و همکاران (۲۰۰۸) که عدم تغییر معنادار سطوح سرمی CK و LDH را در پی ریکاوری فعال در بازیکنان راگی گزارش کردند ناهمسو بود. در این دو پژوهش نیز آزمودنی‌ها دارای سابقه ورزشی بوده و در دامنه سنی پایین تری نسبت به آزمودنی‌های پژوهش حاضر بودند (۲۱ و ۲۲).

کاهش قابل توجه سطح سرمی CK و LDH در گروه آزمایش نشان می‌دهد که ورزش هوازی ممکن است با افزایش فرآیندهای متابولیک و افزایش جریان خون به گروه‌های عضلانی آسیب‌دیده، بهبودی سریع‌تر از آسیب عضلانی را تسهیل کند (۶). کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز، نشانگرهای زیستی پذیرفته‌شده‌ای برای آسیب و استرس عضلانی هستند؛ سطح بالای آنها پس از ورزش، آسیب بافتی و نکروز را نشان می‌دهد (۴). سطوح پایین‌تر مشاهده‌شده این آنزیم‌ها در شرکت کنندگانی که ورزش هوازی انجام دادند، به مکانیسم بالقوه‌ای اشاره دارد که از طریق آن فعالیت هوازی ممکن است با کاهش احتمالی استرس اکسیداتیو و التهاب، به بهبودی عضلات کمک کند و محیط مطلوب‌تری را برای ترمیم عضلات فراهم کند (۸).

علاوه بر این، انجام ورزش هوازی ممکن است سازگاری‌های فیزیولوژیکی را ایجاد کند که انعطاف‌پذیری و بهبودی کلی عضلات را افزایش می‌دهد. مشارکت منظم در تمرینات هوازی با بهبود عملکرد میتوکندری و افزایش ظرفیت اکسیداتیو همراه بوده است که می‌تواند به متابولیسم انرژی مؤثرتر کمک کند (۱۰). این سازگاری‌ها نه تنها به بهبودی از کشیدگی‌های عضلانی کمک می‌کنند، بلکه می‌توانند عملکرد را در فعالیت‌های بعدی نیز افزایش دهند و ارزش ادغام ورزش هوازی

**نتیجه گیری**

۱۵ دقیقه تمرین هوازی کاهنده به صورت پایین و بالا رفتن از پله- که الگوی انجام آن با انقباضات برونگرایی ناشی از پرش و فرود از پله هماهنگ است- باعث تسریع دفع مواد زائد شده و در نتیجه ترشح آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز را در گروه تجربی به نسبت گروه کنترل کمتر بالا برده و در کاهش علائم ناشی از کوفتگی عضلانی تأخیری در ۲۴ ساعت پس از آزمون مفید بوده است.

**تعارض منافع**

نویسندگان اعلام می کنند که در این پژوهش هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد.

**سهم نویسندگان**

همه نویسندگان در نوشتن مقاله، اجرای پروتکل تحقیق، گردآوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل آماری، اجرای تحقیق برنامه ریزی و اجرای پژوهش نقش داشته اند.

**تقدیر و تشکر**

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای فرهاد کشاورزی در رشته فیزیولوژی ورزشی می باشد. لذا از کلیه کسانی که انجام این پژوهش همکاری کردند سپاسگزاری می شود.

**References**

- Ahmaidi S, Granier P, Taoutaou ZO, Mercier JA, Dubouchaud HE, Prefaut CH. Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 1996 Apr 1;28(4):450-6.
- Barghamadi M, Abdollahpour M. The effect of water recovery and active recovery on muscle injury indexes after matches in elite Soccer players. *SPMI*. 2020; 12(1): 161-172.
- Bobbert MF. Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports medicine*. 1990 Jan;9(1):7-22.
- Bouزيد MA, Hammouda O, Matran R, Robin S, Fabre C. Changes in oxidative stress markers and biological markers of muscle injury with aging at rest and in response to an exhaustive exercise. *PloS one*. 2014 Mar 11;9(3):e90420.
- Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British medical bulletin*. 2007 Jan 1;81(1):209-30.
- Callegari GA, Novaes JS, Neto GR, Dias I, Garrido ND, Dani C. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols. *Journal of human kinetics*. 2017 Aug 1;58:65.
- Dupuy O, Douzi W, Theurot D, Bosquet L, Dugué B. An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. *Frontiers in physiology*. 2018 Apr 26;9:312968.
- El Assar M, Álvarez-Bustos A, Sosa P, Angulo J, Rodríguez-Mañás L. Effect of physical activity/exercise on oxidative stress and inflammation in muscle and vascular aging. *International journal of molecular sciences*. 2022 Aug 5;23(15):8713.
- Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, Van Kan GA, Andrieu S, Bauer J, Breuille D, Cederholm T. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2011 May 1;12(4):249-56.
- Gómez-Pinilla F. Brain foods: the effects of nutrients on brain function. *Nature reviews neuroscience*. 2008 Jul;9(7):568-78.
- Howatson G, Van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports medicine*. 2008 Jun;38(6):483-503.
- Ilbeigi S, Moazani H, SaghbejoM, Yousefi M. The effect of recovery methods after a session of exhaustive activity on some performance indicators and muscle damage in teenage soccer players. *JSEP*. 2021; 14(2):127-136.
- James J Tufano, Lee E Brown, Jared W Coburn, Kavin K W Tsang, Vanessa L Cazas, Joe W LaPorta. Effect of aerobic recovery intensity on delayed-onset muscle soreness and strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012; 26(10):2777-82.
- Kedlaya D, Post exercise muscle soreness (internet). cited 2012 oct 06) available from: <http://emedicine.medscape.com/article/313267-overview>.

15. Khademosharie M, Mollanovruzi A. The Effect of Active Recovery Time on Creatine kinase, Lactate dehydrogenase Changes in Response to One Session High Intensity Intermittent Exercise in Female Swimmers. *The Journal of Sport and Biomotor Sciences*. 2021; 25(25): 11-19.
16. Mc Aedle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of exercise physiology*, 2nd edition, Baltimore: Lippincott, Williams and Wilkin. 2000.
17. Pearcey GE, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto J-E, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *J. Athl. Train*. 2015; 50(1):5-13.
18. Ravasi A, Aminian T, Razaghi A. Investigating the relationship between the duration of rest in interval exercises on the level of LDH and CPK enzymes in blood serum in male students and the effect of vitamin (C) consumption on these enzymes. *Harakat*. 2007; 29: 123-135.
19. Seco-Calvo J, Mielgo-Ayuso J, Calvo-Lobo C, Córdova A. Cold water immersion as a strategy for muscle recovery in professional Basketball players during the competitive season. *JSR*. 2020; 29(3):301-9.
20. Sedgh Rouhi G, Gaeini A, Kurdi MR, Hedayati M, Zarkesh M. Effect of flotation in cold water after Sternic exercise activity on responses growth, inflammatory and muscle damage of FHL muscle in rats. *Kish International Campus, University of Tehran*. 2014; 7(2):1090-1079.
21. Suzuki M, Umeda T, Nakaji S, Shimoyama T, Mashiko T, Sugawara K. Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match. *BJSM*. 2008; 38(4): 436-440.
22. Tianlong D & Sim YJ. Effects of different recovery methods on postboxing sparring fatigue substances and stress hormones. *JER*. 2019; 15(2): 258.
23. Zubia Veqar. Causes and Management of Delayed Onset Muscle Soreness: A Review. / *Elixir Human Physio*. 2013; (55)13205-13211.
24. Zulaini, Novita Sari Harahap, Nurhamida Sari Siregar, Zulfahri. Effect Stretching and Recovery on Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) After Exercise. *Journal of Physics Conference Series*. 2021; 1811(1):012113.

## Original Article

# The effect of decreasing aerobic exercise as an active recovery on changes in serum levels of creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes caused by delayed onset muscle soreness

Received: 13/09/2024 - Accepted: 25/08/2025

Farhad Keshavarzi<sup>1</sup>  
Hadi Ghaedi<sup>2\*</sup>  
Mehran Ghahramani<sup>3</sup>  
Mohammad Ghahramani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Master of Exercise Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran

<sup>3</sup> Associate professor, Department of Exercise Physiology, Ker.C., Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

<sup>4</sup> Department of Physical Education, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran

Email: ghaedi.hadi@gmail.com

### Abstract

**Introduction:** Delayed onset muscle soreness usually occurs after new and unusual physical activity, especially when the exercise involves repeated eccentric exercise and then it gradually disappears. So far, all the treatment methods for reduction of these symptoms have been unsuccessful. The purpose of this study is to investigate the effect of decreasing aerobic exercise as an active recovery on changes in serum levels of creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes caused by delayed onset muscle soreness.

**Methods:** In this research, 20 men aged 18 to 22, without any exercise experience, were studied in two groups of 10 people, control and decreasing aerobic exercise.

**Results:** The serum levels of creatine kinase and lactate dehydrogenase were measured in 4 stages and analyzed by ANOVA and Tukey statistical methods by SPSS version 26. The results of this study showed that both creatine kinase ( $P=0/000$ ) and lactate dehydrogenase ( $P=0/100$ ) enzymes had a significantly lower increase in the decreasing aerobic exercise group compared to the control group in 24 hours after eccentric exercise.

**Conclusion:** In general, it can be said that 15 minutes of decreasing aerobic exercise as an active recovery by disposal of waste materials causing a lower increase in creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes.

**Keywords:** Delayed onset muscle soreness, decreasing aerobic exercise, Eccentric contraction