www.mums.ac.ir
Medical Journal of Mashhad
University of Medical Sciences
Vol. 68, No.6, P: 1674-1682
Jan-Mar 2026

مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سال ۶۸، شماره۶
بهمن-اسفند ۱۴۰۴، صفحه ۱۶۸۲-۱۶۷۴

مقاله اصلی

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

فرهاد کشاورزی[۱]
هادی قائدی[۲]*
مهران قهرمانی[۳]
محمد قهرمانی[۴]

[۱] کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران
[۲] استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران
[۳] دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران
[۴] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران

Email: ghaedi.hadi@gmail.com

خلاصه

مقدمه: کوفتگی عضلانی تأخیری معمولاً به دنبال فعالیت جسمانی جدید و غیر معمولی خصوصاً وقتی که ورزش، درگیر انقباض‌های مکرّر 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: دراین 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[1]، 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 اندازه گیری 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 تاخیری شده باشد

نتیجه‌گیری: به طور کلی می توان نتیجه گرفت ۱۵ دقیقه تمرین هوازی به عنوان ریکاوری فعال با دفع مواد زائد باعث افزایش کمتر آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می شود.

کلمات کلیدی: کوفتگی عضلانی تأخیری، تمرین هوازی، انقباضات برونگرا (اکسنتریک)

[1] Bobbert

Doi: 10.22038/MJMS.2025.82530.4754

مقدمه

کوفتگی عضلانی تأخیری [1](DOMS) یک یا دو روز پس از یک جلسه فعالیت شدید بدنی به خصوص بعد از انقباضات اکسنتریک[2](۱۶) احساس می‌شود. کوفتگی عضلانی تأخیری را به این دلیل تأخیری می‌نامند که بلافاصله پس از تمرین بروز نمی‌کند و معمولاً ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از فعالیت شدید به اوج رسیده و حداکثر ۵ تا ۷ روز پس از آن از بین می‌رود (۱۴). علائم و تغییرات ناشی از DOMS تا چند روز ادامه می‌یابد، کارایی افراد عادی را محدود کرده و فعالیت روزانه آن‌ها را دچار اختلال می‌نماید، عملکرد افراد شرکت کننده در مسابقات ورزشی را محدود کرده و کارایی آن‌ها را در مسابقات بعدی کاهش می‌دهد و گاهی درد و فشار عصبی ناشی از آن به دیگر اعضای تیم و مربی منتقل و تأثیر روانی منفی بر کارایی تیم می‌گذارد 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 ۷روز بدون نیاز به درمان از بین خواهد رفت (۱۴ و ۲۳) اما نگرانی مربیان ورزشی، فیزیوتراپیست‌ها و دیگر دست اندرکاران طب ورزشی، به دلیل وجود درد و احتمالاً عوامل تضعیف کننده اجرا می‌باشد، بنابراین آنها علاقمند به پیشگیری یا به حداقل رساندن اثرات DOMS در کمترین زمان ممکن می‌باشند. یکی از تظاهرات فیزیولوژیکی بارزDOMS، افزایش نشانگرهای آسیب عضلانی سرم مانند کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) است(۵).این آنزیم‌ها پس از اختلال در یکپارچگی غشای عضلانی در جریان خون آزاد می‌شوند و به عنوان شاخص‌های غیرمستقیم آسیب فیبر عضلانی و میزان بهبودی عضلات عمل می‌کنند (۹).

کراتین کیناز، یکی از آنزیمهای داخل عضلانی می‌باشد که هنگام کوفتگی عضلانی تأخیری حاصل از تمرین سنگین افزایش می‌یابد. بنابراین غلظت آن، نشانگر مناسبی برای مطالعه کوفتگی عضلانی و از علائم مستقیم ترومای بافت عضلانی است(۲۳). لاکتات دهیدروژناز آنزیمی‌است که باعث تبدیل لاکتات[3] به پیرووات[4] می‌شود چنانچه مقدار این آنزیم در سرم از حدود مقادیر طبیعی فراتر رود، می‌تواند نشاندهنده افزایش تخریب بافتی باشد (۲۳).

مداخلات ریکاوری فعال به عنوان استراتژی‌هایی برای کاهش علائم DOMS و افزایش بهبودی به طور گسترده توصیه شده‌اند. در میان‌این 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 می‌شود، 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). بااین حال، اثربخشی ورزش هوازی به عنوان یک روش ریکاوری فعال برای تعدیل خاص سطح CK و LDH سرم پس از DOMSهمچنان مبهم است، زیرا پروتکل‌ها و شدت‌های مختلف منجر به نتایج متناقضی در مقالات شده است (۱۱).

در ارتباط با تأثیر ریکاوری فعال بر کاهش علایم ناشی از کوفتگی عضلانی تاخیری از جمله درد و قدرت عضلانی و ورم و برخی فاکتورهای خونی از جمله سطوح سرمی لاکتات و کراتین کیناز و همچنین لاکتات دهیدروژناز پژوهش‌های پراکنده‌ای 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).

[1] Delayed onset muscle soreness (DOMS)
[2] Eccentric exercise
[3] Lactate
[4] Pyruvate

در پژوهش‌های خارجی نیز تیانلونگ(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 راگبی گزارش کردند (۲۱).

بر خلاف پژوهش‌های ارایه شده در بالا در پژوهشی دیگر جیمز[1] و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر ۲۰ دقیقه تمرین هوازی دوچرخه با سرعت متوسط را در کاهش درد ناشی از کوفتگی عضلانی‌ایجاد شده توسط ۶۰ انقباض اکسنتریک در مفصل زانو مثبت و معنادار اعلام کردند(۱۳). برغمدی[2] 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 مربیان ورزشی و فیزیوتراپیست ها، 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 کاراتر 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 انجام‌این 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 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.

به‌این منظور پژوهش حاضر در پی پاسخ گویی به‌این پرسش است که‌ایا تمرین هوازی کاهنده به عنوان ریکاوری فعال پس از یک جلسه تمرین برونگرای شدید می تواند 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 کنیاز 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[1] 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 می آمدند 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

[1] James
[2] Barghamadi

1- Pilot study

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 دقیقه‌ی 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 ازایجاد کوفتگی عضلانی تاخیری توسط تمرین آزمودنیها مجددا وارد سالن ورزشی شدند و مجددا از آنها مقدار ۳ cc خون از ناحیه ورید زند اسفلی جهت سنجش سطوح 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 بهره‌گیری 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 آنزیم‌ها در ساعات پس از تمرین اکسنتریک در گروه کنترل بررسی و در مرحله بعد با تغییرات آنزیمی‌بدنبال تمرین هوازی کاهنده مقایسه شد. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های گروه کنترل و تجربی تمرین هوازی کاهنده در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است(جدول ۱و ۲).

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌های پژوهش از آزمون کلموگروف- اسمیرنف استفاده شد. نتایج آزمون نشان داد توزیع داده‌های دو گروه کنترل و تجربی در متغیرهای وابسته طبیعی بود($\alpha \geq$۰/۰۵) لذا پیش شرط استفاده از آزمون‌های پارامتریک برای متغیرها برقرار بود. همچنین همگنی واریانس‌ها نیز توسط آزمون لون تایید گردید($P \geq$۰/۰۵).

جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس داده‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز گروه‌های کنترل و تجربی

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

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.

با مقایسه نتایج گروه تجربی با گروه کنترل، به نظر می‌رسد 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.

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

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

† میزان تفاوت، ‡ سطح معنی داری

بحث

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 تاخیری 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).

نتایج‌این 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) 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 آزمودنی ها، سوابق ورزشی آنها و همچنین زمان اندازه گیری فاکتورهای مذکور می تواند تفاوت در نتایج را توجیه کند.

همچنین با نتایج‌ایل 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. دراین پژوهش نیز

آزمودنی‌ها دارای سابقه ورزشی بوده و در دامنه سنی پایین تری نسبت به پژوهش حاضر بودند. تفاوت در سن آزمودنی‌ها و سابقه ورزشی آنها دراین پژوهش نیز می تواند دلیل عدم همخوانی با نتایج حاضر از پژوهش حاضر بوده باشد(۱۲). همچنین با پژوهش تیانلونگ(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 راگبی گزارش کردند ناهمسو بود. دراین 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 مشاهده‌شده‌این آنزیم‌ها در شرکت‌کنندگانی 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 براین، انجام ورزش هوازی ممکن است سازگاری‌های فیزیولوژیکی راایجاد 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 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 می کند و برای تأمین انرژی وATP لازم برای انجام فعالیت ورزشی، طی یک واکنش شیمیایی ADP را از طریق یک مول فسفوکراتین به ATP تبدیل می کند و در اختیار سلول قرار می دهد. آنزیم کراتین کیناز نقش کاتالیزور را دراین واکنش‌ایفا می کند. با ادامه پیدا کردن فعالیت ورزشی و آسیب وارد شدن به غشای سلولی سطح کراتین کیناز در خون بالا می رود و باعث کاهش عملکرد عضله می شود. هدف اصلی از انجام ریکاوری، دفع مواد حاصل از متابولیسم است تا عضلات هرچه سریعتر به حالت اولیه بازگردند. به نظر می رسد تمرین هوازی کاهنده به کار گرفته شده دراین 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 پیروات به لاکتات و همچنین تبدیل لاکتات به پیروات می شود. در تمام بافت‌ها تولید می شود 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 می تواند به صورت قابل ملاحظه‌ای موجب افزایش مقدار آن شود. به نظر می رسد در اثر تمرین هوازی کاهنده به عنوان ریکاوری فعال، انتقال لاکتات دهیدروژناز از عضلهٔ آسیب دیده به گردش خون از طریق مایع لنف افزایش یافته و تصفیه لاکتات دهیدروژناز از خون به وسیلهٔ افزایش جریان خون و لنف افزایش یافته است(۱۸).

با توجه به نتایج پژوهش‌های پیشین و تجزیه و تحلیل آنها به نظر می رسد جنس آزمودنی‌ها و همچنین سابقه ورزشی آنها و نیز همخوانی تمرین هوازی کاهنده به عنوان ریکاوری فعال پس از تمرینات برونگرای آسیب زا می تواند بر سطوح سرمی‌این آنزیم‌ها نتایج متفاوتی داشته باشد.

نتیجه گیری

۱۵ دقیقه تمرین هوازی کاهنده به صورت پایین و بالا رفتن از پله- که الگوی انجام آن با انقباضات برونگرای 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 دراین پژوهش هیچ گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

سهم نویسندگان

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

تقدیر و تشکر

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

References

1. 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.
2. 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.
3. Bobbert MF. Drop jumping as a training method for jumping ability. Sports medicine. 1990 Jan;9(1):7-22.
4. Bouzid 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.
5. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. British medical bulletin. 2007 Jan 1;81(1):209-30.
6. 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.
7. 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.
8. El Assar M, Álvarez-Bustos A, Sosa P, Angulo J, Rodríguez-Mañas 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.
9. 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.
10. Gómez-Pinilla F. Brain foods: the effects of nutrients on brain function. Nature reviews neuroscience. 2008 Jul;9(7):568-78.
11. Howatson G, Van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. Sports medicine. 2008 Jun;38(6):483-503.
12. Ilbeigi S, Moazani H, SaghbejooM, 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.
13. 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.
14. 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 Sternric 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[1]
Hadi Ghaedi[2*]
Mehran Ghahramani[3]
Mohammad Ghahramani[4]

[1] Master of Exercise Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran
[3] Associate professor, Department of Exercise Physiology, Ker.C., Islamic Azad University, Kermanshah, Iran
[4] 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