مقاله پژوهشی

تأثیر مدت زمان ریکاوری فعال بر پاسخ کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرمی به یک جلسه فعالیت تناوبی در آب در شناگران زن

میترا خادم الشریعه [1]، اعظم ملانوروزی [1]*

۱- استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کوثر بجنورد، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: خراسان شمالی، بجنورد، خیابان ۱۷ شهریور شمالی، کوچه شهید عبدالحسین نوریان، دانشگاه کوثر

Email: mollanovruzi@cfu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۴/۱۳ **پذیرش:** ۱۴۰۱/۵/۱۰

چکیده

مقدمه و هدف: هدف از این پژوهش تأثیر مدت‌زمان ریکاوری فعال بر تغییرات کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در پاسخ به یک جلسه فعالیت تناوبی شدید در شناگران زن بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه شبه‌تجربی، ۱۰ شناگر زن با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۶ سال، با طرح متقاطع در دو گروه تجربی ۱ (۱۰ نفر) و تجربی ۲ (۱۰ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها مسافت‌های ۲۵ متر را با حداکثر سرعت شنا کردند، مدت ریکاوری فعال در گروه تجربی ۱، سه برابر مدت شنا و در گروه تجربی ۲، چهار برابر مدت شنا بود. شدت فعالیت هنگام بازیافت فعال ۵۰ تا ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد، آزمودنی‌ها مسافت‌های ۲۵ متر را تا زمان واماندگی شنا کردند. نمونه‌های خونی قبل از شروع جلسه تمرین و بعد از مرحله‌ی بازیافت جمع‌آوری شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون آنوا با اندازه‌گیری‌های مکرر در سطح معناداری $P<۰/۰۵$ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد بین دو زمان بازیافت (۱ به ۳ و ۱ به ٤) از لحاظ اثرگذاری برکراتین‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P\geq۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری: بین ریکاوری سه برابر و چهار برابر بدنبال یک وهله فعالیت شنای تناوبی شدید بر تغییرات کاهشی شاخص‌های آسیب عضلانی (کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز) تفاوتی مشاهده نشد؛ بنابراین بنظر می‌رسد ورزشکاران این رشته بتوانند با توجه به شرایط مسابقات از هر دونوع ریکاوری بهره مند شوند.

واژه‌های کلیدی: شنای تناوبی، مدت ریکاوری، کراتین‌کیناز، لاکتات دهیدروژناز

مقدمه

خستگی عبارت از ناتوانی در حفظ شدت تمرین در یک فعالیت ورزشی است که با انقباض‌های مکرر عضله، به‌تدریج ایجاد شده و به دو نوع مرکزی و محیطی تقسیم می‌شود. خستگی یکی از پیامدهای منطقی فعالیت‌های ورزشی است. از نقطه نظر علت‌شناسی هنوز خستگی به صورت یک پدیده ناشناخته باقی مانده است. به علاوه علت‌شناسی خستگی در یک فعالیت ورزشی با سایر خستگی‌ها تفاوت دارد (۱).

سازوکاری که هنگام خستگی در فعالیت‌های شدید ورزشی پیشنهاد شده است افزایش فسفات آزاد سیتوزولی به دلیل تجزیه سریع ATP است. پژوهشگران پیشنهاد کردند که فسفات وارد شبکه سارکوپلاسمی شده و با یون کلسیم ترکیب شده و تولید فسفات کلسیم می‌کند. تشکیل نمک غلظت یون کلسیم را در شبکه سارکوپلاسمی کاهش داده و منجر به کاهش شیب غلظت یون کلسیم در طول غشا شده و خستگی سریع‌تر ایجاد می‌شود. شایع‌ترین دلیل خستگی، تولید H^+ و کاهش PH سیتوزولی است که به دلیل تجزیه‌ی بی‌هوازی گلیکوژن به لاکتات روی می‌دهد (۲). لاکتات به خودی خود مسبب خستگی نیست. با این وجود، افت PH می‌تواند از چند طریق باعث خستگی شود (۱).در طی اجرای فعالیت‌های بدنی شدید

تغییرات متابولیکی وسیعی در یون‌های موجود در خون در حین انقباض عضلانی صورت می‌پذیرد. غلظت لاکتات دهیدروژناز عضلانی (LDH)[1]، پتاسیم (K^+) و کلسیم (Ca^+) که در ارتباط با خستگی می‌باشند، دستخوش تغییر می‌شوند (۳). در این راستا، مطالعات ثابت کرده‌اند که فعالیت ورزشی غیرمعمول با حجم زیاد و سنگین ممکن است به آسیب‌های ساختمانی عضله اسکلتی منجر شود. این آسیب‌ها ممکن است به صورت درد عضلانی، تورم، ضعف و کاهش نیرو آشکار شود (٤). به لحاظ ساختاری، فعالیت ورزشی باعث ضعف سارکومرها و پارگی سارکولما می‌شود که پیامد آن کاهش پروتئین‌های درون سلولی به ویژه آنزیم کراتین فسفوکیناز و لاکتات دهیدروژناز را به همراه دارد و غلظت آنها را در جریان خون افزایش می‌دهد (۵).

آنزیم کراتین‌فسفوکیناز وزن مولکولی ۸۳ کیلو دالتون دارد که در سیتوزول و میتوکندری یافت می‌شود. در سیتوزول آنزیم کراتین‌فسفوکیناز از دو زیر واحد پلی پپتیدی ٤۲ کیلو دالتون شامل دو زیر واحد M (نوع عضلانی) و B (نوع مغزی) تشکیل شده است (٦). مقادیر آنزیم کراتین‌فسفوکیناز سرمی با فعالیت بدنی رابطه دارد. افراد ورزشکار مقادیر آنزیم کراتین‌فسفوکیناز سرمی بالاتری نسبت به افراد بی‌تحرک سالم دارند که به دلیل تمرینات منظم ورزشکاران است (۷،۱). لاکتات دهیدروژناز، آنزیم حاوی روی است که جزو آنزیم‌های مسیر گلیکولیز می باشد و در سیتوپلاسم تمام سلول های بدن وجود دارد. آنزیم لاکتات دهیدروژناز سبب تبدیل پیروات به لاکتات و همچنین لاکتات به پیروات می‌شود. دو نوع پروتئین، نوع A (در عضلات اسکلتی) و نوع B (در عضله قلبی) به ترتیب با ژن‌های نوع A و B لاکتات‌دهیدروژناز بیان می‌شوند (۸).

در این زمینه، همت فر و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر دوره‌های کوتاه‌مدت و متناوب دو نوع برگشت به حالت اولیهٔ فعال و غیرفعال بر سطح لاکتات خون و آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز (LDH) و کراتین فسفوکیناز (CPK[2]) در مردان صخره‌نورد به این نتیجه رسیدند که بین برگشت به حالت اولیه فعال و غیرفعال در مقدار لاکتات و لاکتات دهیدروژناز و کراتین فسفوکیناز اختلاف معنی‌داری وجود دارد. به طوری‌که بعد از هر دوره برگشت به حالت اولیه فعال، صخره‌نوردان صعود بعدی را با مقدار لاکتات، لاکتات دهیدروژناز و کراتین فسفوکیناز کم‌تری نسبت به برگشت به حالت اولیه غیرفعال شروع کردند (۹). شیمی و همکاران (۲۰۱٦) با بررسی زمان و انواع روش‌های ریکاوری (فعال و غیرفعال)، بر شاخص‌های آسیب عضلانی و عملکردی در آزمون‌های بی‌هوازی، در ١٦ بازیکن فوتبال، به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های آسیب‌های عضلانی (لاکتات و کراتین فسفوکیناز) به طور معنی‌داری بعد از مسابقه بیشتر بودند و بعد از بازیافت فعال غلظت لاکتات به طور معنی‌داری کاهش یافت. اگرچه لاکتات و کراتین فسفوکیناز هیچ کدام تحت تاثیر زمان‌های مختلف بازیافت در روز قرار نگرفتند (۱۰).

در زمان برگشت به حالت اولیه، باید از روش‌هایی استفاده کرد تا خستگی تشکیل شده با سرعت بیش‌تری کاهش یابد. در هر دو روش برگشت به حالت اولیه فعال و غیرفعال این امر تحقق می‌یابد که البته برگشت به حالت اولیه فعال در کاهش خستگی مؤثرتر است (۱۱). راهبرد برگشت به حالت اولیه بعد از تمرین برای شروع تمرین بعدی و اثر آن بر روی عضلات اسکلتی، سیستم عصبی، سیستم ایمنی و متابولیک در شناگران مورد بحث بوده است، چرا که در بعضی تحقیقات کاهش قدرت و نیرو به دنبال خستگی بلافاصله بعد از تمرین را تأیید کرده‌اند (۱۲). به نظر عده‌ای زمان‌های استراحت بین دوره‌های تمرینی از ۳۰ ثانیه تا ۳ دقیقه متفاوت است (۱۳). زمانی که برگشت به حالت اولیه کامل باشد، قدرت به مقدار قبل از تمرین بر می‌گردد و تمرینات با عملکرد بهتری دنبال می‌شود. به طور خلاصه، با توجه به اهمیت زمان‌های مختلف برگشت به حالت اولیه و با توجه به این که درباره اثر این زمان‌های مختلف بر بیومارکرهای آسیب عضلانی افراد شناگر تحقیقی صورت نگرفته است؛ به همین منظور محقق با انجام این تحقیق قصد دارد به این پرسش پاسخ دهد که آیا انجام یک جلسه فعالیت تناوبی شدید در آب همراه با مدت‌های متفاوت ریکاوری بر مقادیر کراتین‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرمی شناگران زن تاثیر متفاوتی دارد؟

روش‌شناسی

روش تحقیق حاضر از نوع کاربردی و شبه‌تجربی، با طرح متقاطع بود. آزمودنی‌های پژوهش حاضر را ۱۰ نفر از شناگرانی که حداقل طی شش ماه گذشته هفته‌ای دو جلسه در

1. lactate dehydrogenase
2. Creatine phosphokinase

تمرین‌های شنا شرکت داشتند، تشکیل دادند. ابتدا از آزمودنی‌ها رضایت‌نامه شرکت در پژوهش گرفته شد. پس از آشنا نمودن آزمودنی‌ها با روند کار، افراد با یک برنامه منظم در روزهای مشخصی در استخر حاضر شدند. این مطالعه پس از تصویب در کمیته اخلاق دانشگاه بجنورد با کد IR.UB.REC.1400.013 با رعایت محرمانگی اطلاعات مشارکت‌کنندگان و آزادی انتخاب برای مشارکت در مطالعه انجام شد. ازمودنی‌ها به طور تصادفی ساده و به صورت طرح متقاطع، در گروه تجربی ۱ (۱۰ نفر) و تجربی ۲ (۱۰ نفر) قرار گرفتند. معیارهای ورود و خروج آزمودنی‌ها شامل موارد زیر بود:

افراد باید شناگر بوده و قادر به شنای مسافت‌های ۲۵ متر با حداکثر سرعت باشند.

افراد باید سالم بوده و مبتلا به بیماری‌های قلبی عروق کرونری، نارسایی کلیه و هیپوتیروئیدی نباشند.

افراد باید حداقل در شش ماه گذشته تمرینات منظم شنا را انجام می‌دادند.

اندازه نمونه با استفاده از معادله برآورد حجم نمونه فلیس (۱۹۸۱) و با در نظر گرفتن توان آزمون ۰/۸ و آلفای معادل ۰/۰۵ برای هر گروه ۱۰ نفر مشخص شده بود. آزمودنی‌ها به منظور انجام اندازه‌گیری‌ها، تکمیل اطلاعات فردی و آشنایی با مراحل پژوهش در استخر حضور یافتند. در جلسه اول ابتدا اطلاعات فردی و اندازه‌گیری‌ها شامل قد، وزن، سن، سابقه شنا، ضربان قلب استراحت، شاخص توده بدنی و همچنین رکورد ۲۵ متر شنای کرال سینه جمع‌آوری شد. در جلسه دوم یک ساعت پس از صرف صبحانه یکسان (کره، عسل، یک لیوان شیر و پنیر) نمونه‌خونی اولیه جمع‌آوری شد. سپس آزمودنی‌ها به دو گروه پنج نفری (طرح متقاطع) به صورت تصادفی تقسیم شدند و هر دو گروه مسافت‌های ۲۵ متر را با حداکثر توان و تا حد واماندگی شنا کردند و رکوردها پس از ۲۵ متر ثبت گردید. رسیدن به واماندگی آزمودنی ها با استفاده از شاخص بورگ اندازه‌گیری شد. یک گروه بین هر مسافت ۲۵ متر، ریکاوری فعال ۱ به ۳ و گروه دیگر ریکاوری فعال ۱ به ٤ را به صورت شنای کرال سینه انجام دادند. شدت ریکاوری مورد نظر ٦٠- ۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب در نظر گرفته شد. بعد از آخرین مسافت ۲۵ متر که آزمودنی‌ها به حد واماندگی رسیدند، بلافاصله بعد از ریکاوری، نمونه خونی گرفته شد. جلسه سوم با فاصله یک هفته از جلسه دوم برگزار شد و از آزمودنی‌ها یک ساعت بعد از صرف صبحانه مشترک نمونه خونی گرفته شد و تمرین مانند جلسه‌ی قبل تکرار شد، با این تفاوت که ریکاوری گروهی که در جلسه دوم ۱ به ٤ بود در جلسه ی سوم ۱ به۳ و گروهی که ۱ به ۳ بود در جلسه سوم ۱ به ٤ انجام گرفت و نمونه‌گیری خونی بلافاصله بعد از آخرین ریکاوری انجام گرفت. بدین ترتیب در هر حالت (ریکاوری ۱ به ۳ و ۱ به ٤) ۱۰ آزمودنی، پروتکل تحقیق را انجام دادند.

در این تحقیق در دو مرحله از ورید جلو بازویی دست راست ناحیه آرنج به میزان ۱۰ میلی‌لیتر به حالت غیرناشتا نمونه‌خون گرفته شد. هم چنین، نمونه‌گیری ثانویه دقیقاً مشابه با نمونه‌گیری اولیه بعد از یک هفته استراحت شناگران در زمان‌های قبل و بلافاصله بعد از اخرین مرحله ریکاوری جمع‌آوری شد. در هر دو نوبت خون‌گیری از آزمودنی‌ها خواسته شد تا سه روز قبل از نمونه‌گیری هیچ فعالیت شدیدی انجام ندهند. بلافاصله بعد از جمع‌آوری نمونه‌های خونی، سرم آن جداسازی شد. همچنین سرعت سانتریفیوژ مورد استفاده در این تحقیق ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت پنج دقیقه بود. نمونه‌های سرم در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد منجمد و برای آنالیزهای بعدی ذخیره شدند و نمونه‌های فریز شده به آزمایشگاه تخصصی منتقل شد تا مقادیر کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرمی در این تحقیق اندازه‌گیری شوند. روش مورد استفاده برای اندازه گیری کراتین فسفوکیناز به روش فتومتریک بود. کیت مورد استفاده ساخت شرکت پارس آزمون (تهران- ایران) بود. این کیت دارای حساسیت ٤ واحد بین المللی در لیتر می باشد. همچنین روش مورد استفاده برای اندازه گیری لاکتات دهیدروژناز روش فتومتریک بود. کیت مورد استفاده ساخت شرکت پارس آزمون (تهران- ایران) بود. این کیت دارای حساسیت ٤ واحد بین المللی در لیتر می باشد.

روش‌های آماری

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا با استفاده از آزمون آماری شاپیروویلک نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های ANOVA با اندازه‌گیری های مکرر استفاده شد. آزمون‌های آماری در سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ انجام شد و تمامی عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ١٦) انجام شد.

یافته‌ها

در جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های دموگرافی ۱۰ آزمودنی تحقیق ارائه شده است.

در مسافت شنا، آزمودنی‌ها در ریکاوری ۱ به ۳ مسافت ۲۶۵±۵۱/۶۳ متر و در ریکاوری ۱ به ٤ مسافت ۲۷۵/۵ ±۲۷/۵۱ متر را شنا کردند. نتایج آزمون انالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که با توجه به P=۰/٦۱ از لحاظ اثرگذاری بر میزان مسافت شنا بین دو مدت ریکاوری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

برای تحلیل تغییرات کراتین کیناز از آزمون آنووا با اندازه‌گیری های مکرر استفاده شد. با توجه به مقادیر F=۰/۹۹ و P =۰/۳٤ تغییرات کراتین کیناز معنی‌دار نمی‌باشد؛ یعنی بین ریکاوری ۱ به ۳ و ۱ به ٤ در خصوص اثرگذاری بر کراتین کیناز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و تمرینات شنا هم تغییر معنی‌داری در این شاخص‌ها ایجاد نکرد. به منظور تحلیل تغییرات لاکتات دهیدروژناز نیز از آزمون آنوا با اندازه‌گیری های مکرر استفاده شد. با توجه به F =۲/۷۹ و P =۰/۰۸، تغییرات لاکتات دهیدروژناز معنی‌دار نمی‌باشد یعنی بین ریکاوری ۱ به ۳ و ۱ به ٤ درخصوص اثر گذاری روی لاکتات دهیدروژناز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و تمرینات شنا هم تغییر معنی‌داری در این شاخص‌ها ایجاد نکرد (جدول ۳).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های دموگرافی آزمودنی‌ها

سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتیمتر)	شاخص توده بدنی کیلوگرم بر متر مربع)	سابقه تمرین (سال)
۲۲/۱ ± ۲/۲۳	۵۷/۳ ± ۹/۹۲	۱٦٤/۲ ± ۶/۸٤	۲۱/۲۱ ± ۲/۹۵	۵/۵ ±۳/٤

جدول ۲. مقایسه آزمودنی‌ها در دو وضعیت ریکاوری در مورد مسافت شنا

متغیر-زمان اندازه گیری	پیش آزمون ریکاوری ۱ به ۳	پس آزمون ریکاوری ۱ به ۳	پیش آزمون ریکاوری ۱ به ٤	پس آزمون ریکاوری ۱ به ٤	□
مسافت شنا (متر)	۲۶۵±۵۱/۶۳		۲۷۵/۵ ±۲۷/۵۱		۰/۶۱

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار متغیرهای وابسته

متغیر- زمان اندازه گیری	پیش آزمون ریکاوری ۱ به ۳	پس آزمون ریکاوری ۱ به ۳	پیش آزمون ریکاوری ۱ به ٤	پس آزمون ریکاوری ۱ به ٤	P
کراتین کیناز (U/L)	۱۱٤/۳۰ ± ۶۸/۹٤	۱٤۰/۶ ±۸۱/۹۳	۱۲۳/۳۵ ± ۶۲/۱۳	۱٤۳/۳۵ ±۵۸/۹۹	۰/۳٤
لاکتات دهیدروژناز (U/L)	۲۸۶/۵ ± ۵۵/۶۵	۳۱۳/۱ ± ۶۶/۹	۲۷٤/۹ ± ۵۲/۱	۳۱۵/۸ ± ۳۷/۳۵	۰/۰۸

بحث

در تحقیق حاضر بین ریکاوری ۱ به ۳ و ۱ به ٤ در خصوص اثرگذاری روی کراتین کیناز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت؛ درصورتی‌که مقادیر کراتین کیناز در حالت ریکاوری ۱ به ۳ و حالت ۱ به ٤ به ترتیب ۲۳ درصد و ۱٦/۲۱ درصد بعد از یک جلسه فعالیت شنا، افزایش غیر معنادار داشت. همسو با نتایج تحقیق حاضر، سوزوکی و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر بازیافت فعال (یک ساعت دویدن، راه رفتن و کشش در داخل آب) و غیرفعال بر روی آنزیم‌های کراتین کینازو لاکتات دهیدروژناز پس از مسابقه راگبی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز تغییر معناداری در هر دو حالت نشان ندادند (۱٤). در تحقیق دیگری، صدق روحی و همکاران (۲۰۱٤) تأثیر شناوری در آب سرد پس از فعالیت ورزشی شدید را مورد بررسی قرار دادند و عدم تغییر معنادار کراتین کیناز را مشاهده کردند (۱۵). وطن‌دوست و همکاران (۲۰۱٦) نیز عدم تغییر معنادار کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز

را در مردان فوتبالیست، بعد از بازیافت فعال نشان دادند (۱۶). همچنین ایل بیگی و همکاران (۲۰۲۱) تغییر معناداری در آنزیم های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در نوجوانان فوتبالیست با روشهای بازیافت مختلف، پس از یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز، مشاهده نکردند (۱۷). این محققین از دلایل احتمالی عدم تغییر این آنزیم ها در تحقیق را، به مدت زمان ریکاوری نسبت دادند و اینکه احتمالا حجم و شدت ریکاوری فعال مناسب نبوده است که سطح این شاخص ها را نتوانسته به میزان مطلوب کاهش دهد. 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 واکنش ایفا می‌کند. با ادامه پیدا کردن فعالیت ورزشی و آسیب وارد شدن به غشای سلولی سطح کراتین کیناز در خون بالا می‌رود و موجب کاهش عملکرد عضله می‌شود (۱۸). هدف اصلی از انجام ریکاوری، دفع مواد حاصل از متابولیسم است تا عضلات هرچه سریعتر به حالت اولیه بازگردند. عقیده بر این است که ریکاوری فعال از طریق ترمیم سریع ذخایر گلیکوژنی موجب بازگشت سریع به حالت اولیه می‌شود (۱۹). در صورت عدم کنترل، شدت فعالیت ریکاوری فعال در دورهٔ بازگشت به حالت اولیه می‌تواند موجب تجمع بیشتر مواد حاصل از متابولیسم شود و تأثیر معکوسی بر بازگشت به حالت اولیه بگذارد (۱۹،۲۰).

در مقابل برغمدی و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که دو روش ریکاوری در آب و ریکاوری فعال بر آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز تاثیر معنادار داشت. به طوری که می‌توان دو روش ریکاوری در آب و ریکاوری فعال را عامل اثرگذار در کاهش لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز مطرح کرد (۲۱). آن‌ها عنوان کردند که احتمالا تاثیر ریکاوری در آب بر درمان نشانگرهای حاصل از کوفتگی عضلانی تأخیری، ناشی از خاصیت حرارتی گرمای آب است، که موجب اتساع مویرگها و افزایش گردش خون موضعی می‌شود و در نتیجه دفع مواد زائد در موضع آسیب دیده راحتتر و بهتر انجام می‌گیرد و در نتیجه چسبندگی‌های احتمالی خفیف موضعی و فیبرهای عضله یا نسوج نرم دیگر را کاهش می‌دهد که می‌تواند در بهبود شدت درد و دیگر نشانگرهای کوفتگی عضلانی مفید باشد (۲۲). تحقیق حاضر نیز از روش ریکاوری در آب استفاده کرد، ولی احتمالا دما و گرمای آب به اندازه ای نبوده است که بتواند بر شاخص های آسیب عضلانی تاثیر مثبت بگذارد.

تیانلونگ و جسیم (۲۰۱۹) با بررسی اثر چهار نوع روش بازیافت شامل بازیافت فعال، ماساژ، آروماتراپی و طب سوزنی بر روی ۱۲ بوکسور نوجوان زن پس از انجام ۲۰ دقیقه بازیافت، عدم کاهش معنادار کراتین کیناز را همسو با پژوهش حاضر و کاهش معنادار لاکتات دهیدروژناز را ناهمسو با پژوهش حاضر، گزارش کردند (۲۳). نتایج تحقیق ارجی و همکاران در سال ۱۳۹۶ نیز نشان داد، اولتراسوند، به عنوان یک روش ریکاوری، موجب کاهش آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می‌شود (۲٤). پژوهش‌های زیادی نشان دادند که روش‌های بازگشت به حالت اولیهٔ مختلف، در دفع لاکتات مؤثرند (۲۵،۲٦). جسیکا هیل و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی به تأثیر یک جلسه ریکاوری با دو نوع لباس فشرده‌ساز بر سطوح آنزیم کراتین کیناز پرداختند که نتایج آن نشان داد که ریکاوری با هر دو نوع لباس موجب کاهش سطوح کراتین کیناز شده و تفاوت آن نسبت به گروه کنترل معنادار بوده است (۲۷). هر چند دلیل اصلی تفاوت نتایج اثرات انواع زمان‌های برگشت به حالت اولیه بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی در مطالعات مشخص نیست (۲۸). ولی از دلایل تناقض این پژوهش با پژوهش‌های حاضر را می‌توان به نوع فعالیت، پروتکل تمرین، پروتکل و شدت بازیافت، جنسیت و رشته ورزشی ارتباط داد.

در رابطه با لاکتات دهیدروژناز، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین ریکاوری ۱ به ۳ و ۱ به ٤ درخصوص اثرگذاری بر لاکتات دهیدروژناز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. کانگ و همکاران (۲۰۱٤) بررسی تأثیر ویبریشن روی سطح لاکتات دهیدروژناز و ضربان قلب ریکاوری بازیکنان بیسبال پرداختند که نتایج آن حاکی از کاهش سطح لاکتات دهیدروژناز بلافاصله پس از ریکاوری بود (۲۹). با بالا رفتن سطح اسید در عضله و اسیدی شدن محیط سلول ادامهٔ انجام فعالیت ورزشی سخت می‌شود، به همین علت ریکاوری برای دفع مواد حاصل از متابولیسم لازم به نظر می‌رسد. با انجام ریکاوری ، 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 می‌یابد(۳۰). همچنین رواسی و همکاران (۱۳۸۵) به بررسی رابطه بین مدت زمان

استراحت در تمرینات بر میزان آنزیم‌های لاکتات‌دهیدروژناز و کراتین‌فسفوکیناز سرم خون در سه گروه شامل گروهی از دانشجویان پسر با یک دقیقه استراحت در بین دو وهله دو ٤٠٠ متر، گروه دوم با دو دقیقه استراحت در بین دو وهله دو ٤٠٠ متر و گروه سوم با سه دقیقه استراحت بین دو وهله دو ٤٠٠ متر پرداختند. نتایج تحقیق بیانگر این بود که بین لاکتات دهیدروژناز پیش و پس آزمون در هر سه گروه اختلاف معنی‌داری وجود دارد و در هر سه گروه ریکاوری، افزایش معنی‌دار سطح لاکتات دهیدروژناز سرم خون مشاهده شد(۳۱). لاکتات دهیدروژناز باعث تبدیل شدن پیروات به لاکتات و همچنین تبدیل لاکتات به پیروات 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 کمترین صدمه وارد به بافت‌های مذکور می‌تواند به صورت قابل ملاحظه‌ای موجب افزایش مقدار این آنزیم در ادرار شود. متخصصان ورزشی برای بازیافت مواد و دفع هرچه سریع‌تر لاکتات و کاهش خستگی بعد از تمرینات شدید بدنی، روش‌های مختلفی ارائه کرده‌اند. به نظر می‌رسد نوع تمرین، زمان بازیافت و شدت تمرین بر آزادسازی این آنزیم‌ها بعد از تمرین‌های مختلف باعث ایجاد درجاتی متفاوت از آسیب عضلانی می‌گردد. افزایش این آنزیم‌ها بعد از تمرین نشان‌دهنده افزایش کاتابولیسم پروتئین در بافت عضلانی می‌باشد. علاوه بر این، انقباض برونگرا باعث آسیب عضلانی بیشتری نسبت به انواع دیگر از انقباض است (۳۲). آسیب ناشی از انقباضات مداوم منجر به از هم گسیختگی ساختارهای میوفیبریل عضله می‌گردد (۳۳). که به ویژه اختلال در خط Z ساختار میوفیبریل‌ها پدیدار می‌گردد(۳۳). هنگامی که آسیب عضله رخ می‌دهد نشانه‌های آسیب پس از تمرین، افزایش می‌یابد (۳٤). معمولا لاکتات دهیدروژناز و کراتین فسفوکیناز به عنوان نشانگرهای آسیب عضله در نظر گرفته می شود (۳۲).

با توجه به این‌که در پژوهش حاضر عواملی نظیر تغذیه، سالم بودن افراد و سابقه ورزشی آزمودنی‌ها تا حدودی کنترل شد، همچنین آزمودنی‌های پژوهش نیز به لحاظ سنی و میزان آمادگی همسان بودند، ممکن است مدت زمان ریکاوری (۱ به ۳ و ۱ به ٤) پژوهش حاضر مانع از پیدایش تغییرات معنی‌دار آنزیم‌های (کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز) شده باشد. عوامل اثرگذار دیگر بر الگوی تغییرات آنزیم‌های (کراتین‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز) به عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی که در این تحقیق بررسی نشد؛ اثر استروژن، توده عضلانی و شرایط اقلیمی است که در رفتار این نوع آنزیم‌ها به عنوان شاخص‌های بیوشیمیایی آسیب عضلانی دخیل باشند. به طور کلی، به منظور بررسی تاثیر زمان‌های متفاوت ریکاوری بر پاسخ‌های آسیب سلولی، نیاز به پژوهش‌های بیشتر با پروتکل‌های دقیق‌تر می‌باشد. به طوری که تمامی فواصل ریکاوری‌های رایج در پروتکل‌های تمرینی همزمان مورد بررسی قرار گیرند و تحلیل شوند؛ همچنین برای ارزیابی آسیب سلولی از روش‌های دقیق‌تر و ارزیابی مستقیم بیوپسی عضلانی استفاده گردد؛ چرا که استفاده از آنزیم‌ها (کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز) علی‌رغم کم هزینه بودن، به سبب تغییرپذیری بسیار زیادی بین آزمودنی‌ها، روش دقیق و معتبری برای بررسی آسیب عضلانی نمی‌باشد. همچنین، احتمالاً اجرای ورزش شنا ماهیت آسیب‌رسانی ندارد که باعث افزایش آنزیم-های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز شود.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که یک جلسه تمرین شدید شنا منجر به افزایش مقادیر آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز سرمی در زنان شناگر نمی‌شود. تفاوتی بین ریکاوری ۱ به ۳ و ۱ به ٤ از لحاظ اثرگذاری بر لاکتات دهیدروژناز و کراتین‌کیناز وجود ندارد و شناگران می‌توانند از هر دو نوع ریکاوری استفاده نمایند.

منابع

1. Mougios, V. Exercise biochemistry: *Human Kinetics*. 2006.
2. Williams C, Ratel S. Human muscle fatigue: *Routledge*. 2009.
3. Bogdanis GC. Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. *Front. physiol*. 2012; 3: 142.
4. Clarkson PM, Nosaka K, Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *MSSE*. 1992; 24(5): 512-520.
5. Magal M, Dumke C L, Urbiztondo ZG, Cavill MJ, Triplett NT, Quindry J C, et al. Relationship between serum creatine kinase activity following exercise-induced muscle damage and muscle fibre composition. *J. Sports Sci*. 2010; 28(3):257-266.
6. Baird M F, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase-and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J Nutr Metab*. 2012.
7. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br.Med.Bull*. 2007; 81(1): 209-230.
8. Tyshenko MG, Paterson C. SARS unmasked: Risk communication of pandemics and influenza in Canada. *McGill-Queen's Press-MQUP*; 2010 Mar 19.
9. Hemmatfar A, Javaheri Zadeh N, Shekarchian M. Recovery on Serum Lactate and Blood Enzymes (LDH) and (CK) in Male Rock Climbers. *Biol Sport*. 2009; 1(1):89-104.
10. Shimi I, Abedelmalek S, Aloui K, Chtourou H, Souissi N. The effect of time of day and recovery type after a football game on muscle damage and performance in anaerobic tests on young soccer players. *Biol. Rhythm Res*. 2016; 1-36.
11. Samet M. The Climbing Dictionary: Mountaineering Slang, Terms, Neologisms & Lingo: An Illustrated Reference: The Mountaineers Books.2012.
12. Powers S. Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance: McGraw-Hill Higher Education. 2014.
13. Parcell AC, Sawyer R D, Tricoli V A, Chinevere T D. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *MSSE*. 2002; 34(6): 1018-1022.
14. 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.
15. 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.
16. Vatandoust AR. The effect of recovery in water on anaerobic function and enzymes of creatine kinase and lactate dehydrogenase in young footballer soccer in Bojnourd. *National Conference on Sport Sciences developments in the field of health, prevention and championship*. 2016.
17. 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
18. Salehzadeh K, Sedighie N. Comparison between the effects of active recovery in hot and cold water on muscle soreness and the cardiac response after resistance training in hot and cold environments. *JRM*. 2017; 6(3): 39-50.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. Aminian-Far A, Hadian MR, Olyaei G, Talebian S, Bakhtiary AH. Effects of whole body vibration on prevention and attenuation of delayed-onset muscle soreness following eccentric exercises. *Koomesh*. 2012; 13(3): 313-323.
23. Tianlong D & Sim YJ. Effects of different recovery methods on postboxing sparring fatigue substances and stress hormones. *JER*. 2019; 15(2: 258.
24. Arji M, Asad MR, Samavati M. The effect of ultrasound on muscle damage indices and perceived pain after delayed muscle soreness following extraterrestrial contractions in non-athlete girls. *SPMI*.2018; 10(1):91-9.
25. Paulsen G, Benestad HB, Strom-Gundersen I, Morkrid L, Lappegard KT, Raastad T. Delayed leukocytosis and cytokine response to high-force eccentric exercise. *MSSE*. 2005; 37(11):1877-83.
26. Willoughby DS, Taylor L. Effects of concentric and eccentric muscle actions on serum myostatin and follistatin-like related gene levels. *JSSM*. 2004; 3(4):226.
27. Hill J, Howatson G, Van Someren K, Gaze D, Legg H, Lineham J, et al. The effects of compression-garment pressure on recovery after strenuous exercise. *IJSPP*. 2017; 12(8):1078-84.
28. Takizawa K, Soma T, Nosaka K, Ishikawa T, Ishii K. Effect of warm-up exercise on delayed-onset muscle soreness. *EJSS*. 2012; 12(6): 455-461.

29. Kang SR, Min JY, Yu C, Kwon TK. Effect of whole body vibration on lactate level recovery and heart rate recovery in rest after intense exercise. *Technol Health Care*. 2017; 25(S1):115-23.
30. Bompa TO, Buzzichelli C. Periodization-: theory and methodology of training: *Human kinetics*. 2019.
31. 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.
32. Davies R C, Eston R G, Poole D C, Rowlands AV, DiMenna F, Wilkerson D P, et al. Effect of eccentric exercise-induced muscle damage on the dynamics of muscle oxygenation and pulmonary oxygen uptake. *J. Appl. Physiol*. 2008; 105(5):1413-1421.
33. Hazar S, Hazar M, Korkmaz Ş, Bayil S. The effect of graded maximal aerobic exercise on some metabolic hormones, muscle damage and some metabolic end products in sportsmen. *SRE*. 2011; 6(6): 1337-1343.
34. Chapman D W, Newton M, Mcguigan M, Nosaka K. Effect of lengthening contraction velocity on muscle damage of the elbow flexors. *MSSE*. 2008; 40(5): 926.

The effect of active recovery time on creatine kinase, lactate dehydrogenase changes in response to one session high intensity intermittent exercise in female swimmers

Mitra Khademosharie[1], Azam Mollanovruzi[1]*

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Kosar University of Bojnord, Iran

Received: 2022/07/04 **Accepted:** 2022/08/01

∗Correspondence:
Email:
mollanovruzi@kub.ac.ir

Abstract

Introduction and purpose: The aim of this study is effect of active recovery time on creatine kinase and lactate dehydrogenase changes in response to one session high intensity intermittent exercise in female swimmers.

Materials and Methods: In this quasi-experimental study, 10 female swimmers with an age range of 20 to 26 years were placed in two experimental groups 1 (10 people) and experimental 2 (10 people) with a crossover design. Subjects swam 25 meters at maximum speed, the active recovery period in experimental group 1 was three times the duration of swimming and in experimental group 2, it was four times the duration of swimming. The intensity of activity during active recovery is considered to be 50-60% of the heart rate of the subjects, the subjects swam 25 meters until they stopped. Blood samples were collected before the start of the training session and after the recovery phase. ANOVA test with repeated measurements was used to analyze the data at a significance level of $P<0.05$.

Results: The results showed that there is no significant difference between the two recovery modes (1 to 3 and 1 to 4) in terms of effects on creatine kinase ($P\geq0.05$) and lactate dehydrogenase ($p\geq0.05$).

Discussion and Conclusion: No difference was observed between triple and quadruple recovery after a bout of intense intermittent swimming activity on the decreasing changes of muscle damage indicators (creatine kinase and lactate dehydrogenase); therefore, it seems that athletes in this field can benefit from both types of recovery according to the conditions of the competition.

Key words: intermittent swimming, recovery duration, Creatine kinase, Lactate dehydrogenase