

## تأثیر ریکاوری در آب و ریکاوری فعال بر شاخص‌های آسیب عضلانی پس از مسابقه در فوتبالیست‌های نخبه

محسن برغم‌دی\*<sup>۱</sup> - محمد عبدالله پور درویشانی<sup>۲</sup>

۱. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران ۲.  
کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۱، تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۷/۱۳)

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ریکاوری در آب و ریکاوری فعال بر آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرم پس از بازی فوتبال در فوتبالیست‌های نخبه بود. پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون و سه تکرار مجدد پس‌آزمون بود. نمونه آماری پژوهش شامل ۳۰ نفر از فوتبالیست‌های نخبه لیگ کشور با میانگین سن  $21/66 \pm 1/21$  سال بود، که به صورت نمونه در دسترس به طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه مساوی ۱۵ نفره ریکاوری در آب و ریکاوری فعال تقسیم شدند. برای اندازه‌گیری سطح آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز قبل از بازی، بلافاصله بعد از بازی، یک ساعت و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری خون‌گیری انجام گرفت. از آمار توصیفی و استنباطی (میانگین، انحراف استاندارد و آزمون آماری آنالیز واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد ریکاوری در آب و ریکاوری فعال موجب کاهش معنادار آنزیم لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز شد ( $P < 0/001$ ). آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در دو گروه ریکاوری در آب و ریکاوری فعال اختلاف معنادار داشت ( $P < 0/001$ ). با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که دو روش ریکاوری در آب و ریکاوری فعال موجب کاهش آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می‌شود که می‌تواند در کاهش آسیب و کوفتگی پس از تمرین مؤثر باشد. میانگین آنزیم لاکتات دهیدروژناز در گروه ریکاوری در آب نسبت به ریکاوری فعال در خشکی کاهش بیشتری داشت ( $P < 0/001$ ,  $d = 0/94$ ). میانگین آنزیم کراتین کیناز در گروه ریکاوری فعال در خشکی نسبت به ریکاوری در آب کاهش بیشتری داشت ( $P < 0/001$ ,  $d = 0/92$ ).

### واژه‌های کلیدی

ریکاوری در آب، ریکاوری فعال، شاخص‌های آسیب عضلانی، فوتبالیست‌های نخبه.

## مقدمه

فوتبال در سطوح بالا، ورزشی دشوار است. علاوه بر دانش تکنیکی و تاکتیکی، فوتبالیست‌ها باید همه قابلیت‌های جسمانی، فیزیولوژیکی و ذهنی خود را به اندازه کافی توسعه دهند (۱، ۲). اجرای یک بازیکن فوتبال اساساً با کارایی دستگاه‌های مختلف انرژی مرتبط است. در خلال فصل، بازیکنان برنامه‌های شدیدی را با اهداف چندگانه افزایش قدرت، توان، سرعت، استقامت در سرعت، چابکی، آمادگی هوازی و مهارت‌های بازی اجرا می‌کنند. در واقع، به‌رغم اینکه الگوهای فعالیت بازی اغلب ماهیت هوازی دارند، عوامل قطعی تعیین‌کننده نتیجه بازی به سازوکارهای بی‌هوازی وابسته‌اند (۳، ۴). حجم بالای تمرینات و رقابت‌های شدید، به‌خصوص با زمان بازگشت به حالت اولیه محدود، به فشار بر سیستم عضلات اسکلتی منجر شده و به‌طور کلی موجب نشانه‌های بیش‌تمرینی، خستگی و تضعیف عملکرد بدنی می‌شود (۵). به‌علاوه تمرینات و رقابت‌های طاقت‌فرسا، سبب آسیب عضلانی می‌شوند. آسیب عضلانی آزاد شدن میانجی و آنزیم‌های التهابی را در پلازما تحریک می‌کند. کراتین کیناز یکی از نشانگرهای اختلال غشای عضلانی شناخته می‌شود. سطوح کراتین کیناز از طریق آسیب عضلانی پس از تمرینات شدید و طولانی‌مدت افزایش می‌یابد. شدت بالا و انقباض‌های متوالی در فعالیت‌های بدنی، پاسخ‌های التهابی را در عضله تحریک می‌کند (۶). در دوره بازسازی، بازیکنان سعی دارند قابلیت‌های جسمانی‌شان را بهبود بخشند. همچنین بازگشت به

حالت اولیه ضعیف و به‌طور مکرر، احتمالاً به سندروم بیش‌تمرینی منجر خواهد شد و آثار منفی بر اجرا و تندرستی بازیکن خواهد داشت (۱). بهینه کردن بازگشت به حالت اولیه پس از تمرین و اجرا ممکن است برای تمرین یا اجرای بعدی ورزشکاران نخبه و دیگر ورزشکاران رقابتی برای یک دوره زمانی (برای مثال فصل رقابت) سودمند باشد، زیرا نشان داده شده که آسیب کوچک به یک عضله ویژه ممکن است در ادامه آن را بیشتر مستعد آسیب‌های شدیدتر کند (۷). بنابراین، حتی در شرایط آسیب، مدت زمان و کیفیت دوره بازگشت به حالت اولیه اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد. هنگامی که یک ورزشکار یا غیرورزشکار به هر دلیلی با کاهش یا قطع فعالیت حرکتی مواجه می‌شود، تغییرات فیزیولوژیکی وسیعی در بدن او حادث می‌شود، به‌طوری‌که شناخت این تغییرات در جهت به حداقل رساندن مضرات این بی‌حرکی برای یک متخصص تربیت بدنی و علوم ورزشی اهمیت بسزایی دارد (۸). یکی از مهم‌ترین تغییرات فیزیولوژیک در این دوران تغییراتی است که در آنزیم‌های مختلف دخالت‌کننده در چرخه سوخت‌وساز انرژی به‌وجود می‌آید (۸). آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز<sup>۱</sup> و کراتین کیناز<sup>۲</sup> دو نمونه از آنزیم‌هایی هستند که به‌عنوان کاتالیزورهای زیستی در چرخه سوخت‌وساز انرژی وارد شده و موجب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی در بدن می‌شوند. این دو آنزیم به‌ترتیب در تبدیل اسیدلاکتیک به پیرووات و شکل‌گیری آدنوزین تری‌فسفات<sup>۳</sup> از آدنوزین

3. Adenosine triphosphate

1. Lactate dehydrogenase  
2. Creatine Kinase

یاری غذایی و تحریک الکتریکی (۱۲). این باور وجود دارد که غوطه‌ور شدن در آب سرد می‌تواند التهاب را با کاهش جریان خون پس از ورزش به نواحی آسیب‌دیده کاهش دهد. لیدر و همکاران نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد با دو حالت ایستاده و نشسته پس از ورزش دو سرعت مکرر بر IL-6 و CRP تأثیری ندارد (۱۳). شناوری در آب، برای پیشبرد اهداف پزشکی-ورزشی بیشتر مورد توجه قرار گرفته و یکی از محبوب‌ترین روش‌های برگشت به حالت اولیه به‌ویژه در میان ورزشکاران است. تغییرات دمای آب و بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی به شناوری در آب گرم، آب سرد، آب هم دمای بدن و شناوری‌های متناوب در آب گرم/سرد می‌تواند بهترین محدوده دمای آب برای برگشت به حالت اولیه را تعیین کند. تفاوت این روش‌ها به اختلاف دمای آب برمی‌گردد و در دماهای مختلف نتایج متفاوتی حاصل می‌شود (۱۴). یکی دیگر از روش‌های بازگشت به حالت اولیه بعد از تمرین و مسابقه، ریکاوری فعال است که به افزایش خون بیشتر بدون آسیب عضلانی در عضلات تمرین‌کرده منجر می‌شود (۱۵). روش‌های بازگشت به حالت اولیه شناوری در آب نسبت به روش‌های دیگر ریکاوری بعد از یک تمرین متناوب و خسته‌کننده بر جلوگیری از کاهش رکوردهای اجراهای بی‌هوازی متفاوت نشان دادند که می‌تواند ناشی از پروتکل‌های تمرینی متفاوت یا دمای شناوری در آب باشد. نتایج مثبت در بیشتر مطالعات شناوری در آب را در کاهش نشانه‌های فیزیولوژیکی و آسیب عضلانی بیان کرده‌اند (۱۶، ۱۷). انجام یک مسابقه فوتبال یا رقابت شدید، موقعیت‌های

دی‌فسفات<sup>۱</sup> در سیستم غیرهوازی شرکت می‌کنند. آنزیم لاکتات دهیدروژناز به میزان فراوانی در همه بافت‌ها (حتی گلبول قرمز) وجود دارد. اما آنزیم کراتین کیناز معمولاً در گلبول قرمز وجود ندارد و به‌عنوان کاتالیزور در شکل‌گیری آدنوزین تری‌فسفات از آدنوزین دی‌فسفات و کراتین فسفات وارد عمل می‌شود (۹). به‌طور کلی، فعالیت‌های بیشینه در کوتاه‌مدت نسبت به فعالیت‌های زیربیشینه و درازمدت، سبب افزایش بیشتری در فعالیت آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز می‌شود (۱۰). همان‌طور که گفته شد برای اینکه بدن از حالت استراحت به حالت فعالیت درآید، فعل و انفعالات متعددی در عضله صورت می‌گیرد تا انرژی لازم کسب شود. همچنین برگشت بدن از حالت فعالیت به حالت استراحت نیز بسیار مهم است که آن را برگشت به حالت اولیه گویند (۱۱). ذخیره اکسیژن بدن هنگام فعالیت‌های شدید به مصرف سوخت‌وساز بدن می‌رسد؛ در نتیجه هنگام استراحت مقدار اکسیژنی که از ذخیره بدن گرفته شده است، باید دوباره به بدن باز گردد و اسیدلاکتیک جمع‌شده در عضلات نیز باید از سلول‌های عضلانی خارج شود که البته هر دو نیز هوازی هستند. فرایند بازگشت به حالت اولیه نقش مهمی در حفظ عملکرد ورزشی و جلوگیری از خستگی برای بازیکنان دارد (۵). روش‌های درمانی زیادی پس از فعالیت‌های ورزشی برای بهبود ریکاوری عضله اسکلتی استفاده می‌شود، روش‌های معمول مورد استفاده عبارت‌اند از: ریکاوری فعال، سرمادرمانی، ماساژ، گرمادرمانی متقابل غوطه‌ور شدن در آب گرم و سرد، آب‌درمانی، کشش، مکمل

آزمودنی‌ها با میانگین سن  $21/66 \pm 1/21$  سال، میانگین قد  $176 \pm 6/93$  سانتی‌متر، میانگین وزن  $69/23 \pm 1/00$  کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی  $22/31 \pm 2/96$  کیلوگرم بر مترمربع بودند، که به صورت روش نمونه‌گیری در دسترس و داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. مشخصات فردی به تفکیک گروه در جدول ۱ آورده شده است. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بود از: آزمودنی‌ها در دامنه سنی ۲۵-۲۰ سال قرار داشتند؛ در سه سال اخیر در یکی از باشگاه‌های خراسان رضوی حضور داشتند و در لیگ برتر فوتبال استان خراسان رضوی شرکت کردند؛ در شش ماه گذشته دارای تمرین منظم بودند؛ و هیچ آسیب عضلانی و اسکلتی نداشتند. افرادی که نوار الکتریکی قلب، فشارخون و ضربان قلب استراحت آنها از حالت طبیعی خارج بود، از تحقیق کنار گذاشته شدند. آزمودنی‌ها سابقه هیچ‌گونه آسیب، اختلال اسکلتی عضلانی و بیماری قلبی عروقی نداشتند.

نورولوژیکی، فیزیولوژیکی، تغذیه‌ای و روانی ورزشکار را به چالش می‌کشد. بعد از انجام فعالیت شدید آسیب‌های ساختاری در عضلات که عامل محدودکننده قوی برای عملکرد عضله است، حتی برای ورزشکارانی که صدمه ندیده‌اند، به چشم می‌خورد و احساس درد عضلانی به دنبال ورزش صورت می‌گیرد (۱۸). بازیکنان فوتبال روزانه تمرینات فشرده‌ای را انجام می‌دهند و زمان محدودی برای ریکاوری بین تمرینات و مسابقات وجود دارد (۱۹). بنابراین مربیان باید بهترین روش ریکاوری را پس از فعالیت بدنی با توجه به فشار ایجادشده در تمرین به کار گیرند تا بازیکنان بتوانند بهترین عملکرد ورزشی را در رقابت اصلی نشان دهند. با توجه به تعدد روش‌های مختلف جهت بازگشت به حالت اولیه و نتایج ضدونقیض در این خصوص، محقق به دنبال مقایسه دو روش ریکاوری در آب و خشکی است. همچنین روش ریکاوری در آب و خشکی تا چه زمانی می‌تواند بر آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز پس از بازی فوتبال مؤثر باشد.

### روش‌شناسی پژوهش

روش این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری این تحقیق را کلیه فوتبالیست‌های نخبه استان خراسان رضوی تشکیل دادند. ابتدا برای انتخاب نمونه آماری، به طور هدفمند باشگاه‌های شریعت نوین مشهد، اوتانا مشهد، شهر فوتبال مشهد و شرکت گاز سرخس به عنوان چهار تیم برتر لیگ برتر فوتبال استان خراسان رضوی انتخاب شدند. سپس از بین تیم‌های منتخب ۳۰ نفر از فوتبالیست نخبه به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند.

جدول ۱. آماره‌های گرایش به مرکز و پراکندگی ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در دو گروه ریکاوری در آب و ریکاوری فعال

گروه	آماره	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	چربی (درصد)	شاخص		
							ضربان قلب استراحت (ضربه)	فشار سیستول (mmHg)	فشار دیاستول (mmHg)
ریکاوری در آب	میانگین و انحراف استاندارد	۲۲/۱±۱۳/۳۰	۱۷۵/۵±۵۱/۳۹	۶۸/۷±۱۳/۷۷	۲۲/۲±۲۱/۳۷	۹/۲±۵۶/۷۰	۷۰/۸±۰۷/۸۴	۱۱/۱±۷۶/۲۳	۷/۰±۸۴/۹۸
	حداقل	۲۰	۱۶۷	۵۴	۱۸/۸۷	۶/۱۴	۵۵	۹	۶
	حداکثر	۲۵	۱۸۸	۸۵	۲۶/۱۸	۱۶/۴۳	۸۶	۱۳	۹
ریکاوری فعال (خشکی)	میانگین و انحراف استاندارد	۲۱/۰±۲۰/۹۴	۱۷۷/۸±۰۳/۳۷	۷۰/۱۲±۳۳/۰۶	۲۲/۳±۴۲/۵۳	۱۳/۵±۲۴/۰۰	۷۰/۱±۳۶/۴۴	۱۱/۱±۳۸/۲۰	۷/۰±۳۳/۸۵
	حداقل	۲۰	۱۶۷	۵۲	۱۶/۹۲	۷/۶۱	۴۸	۹	۶
	حداکثر	۲۳	۱۸۸	۸۷	۳۰/۸۲	۲۵/۹۹	۱۱۰	۱۵	۹

#### روش جمع‌آوری اطلاعات

چند روز قبل از شروع آزمون به‌منظور اطلاع آزمودنی‌ها از اهداف پژوهش، چگونگی مراحل مختلف پژوهش، مراحل خون‌گیری، روش تمرینی، نحوه ریکاوری، اجرای آزمون‌های لازم و آگاه شدن از آسیب‌های احتمالی که ممکن است در نتیجه انجام پژوهش دچار آن شوند و نیز به‌منظور اخذ پرسشنامه و رضایت‌نامه کتبی آزمودنی‌ها انجام گرفت. طبق هماهنگی‌های انجام‌گرفته با اداره کل ورزش و جوانان استان خراسان رضوی و هیأت فوتبال و همچنین مربیان و سرپرستان باشگاه‌ها، محقق برای جمع‌آوری اطلاعات فردی، اندازه‌های ابعاد بدنی، ترکیب بدن، فشار خون و نوار الکتریکی قلب و اجرای آزمون‌های بی‌هوازی، در محل تمرین حاضر شد. سپس آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه ریکاوری در آب و ریکاوری فعال تقسیم شدند. با استفاده از آزمون t مستقل هر دو گروه از نظر سن، قد، وزن سطح آنزیم لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز در مرحله اولیه همسان بودند. ابتدا از فوتبالیست‌ها تست‌های خونی گرفته شد، سپس به مدت ۹۰ دقیقه به انجام بازی فوتبال پرداختند. گروه

ریکاوری در آب به مدت دو دقیقه در آب گرم ۳۸ درجه و سپس در آب سرد ۱۵ درجه تحت ریکاوری قرار گرفتند (۱۸). گروه ریکاوری فعال در خشکی به مدت ۷ دقیقه دوی آرام (جاکینگ) و ۵ دقیقه حرکات کششی انجام دادند (۲۰). قبل از بازی فوتبال خون‌گیری اولیه به‌منظور به‌دست آوردن سطوح پایه فعالیت آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز در سرم خون آزمودنی‌ها انجام گرفت. به‌علاوه، به کلیه آزمودنی‌ها گوشزد شد تا دو روز قبل از خون‌گیری از انجام هرگونه فعالیت ورزشی شدید بپرهیزند. بلافاصله بعد فوتبال (قبل ریکاوری)، یک ساعت و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری به‌منظور تعیین تأثیر ریکاوری بر شاخص‌های سلولی موردنظر از همه آزمودنی‌ها خون‌گیری به‌عمل آمد. در این پژوهش از آزمودنی‌ها در چهار مرحله خون‌گیری به‌عمل آمد و در هر بار خون‌گیری ۵ سی‌سی خون گرفته شد. نمونه‌ها در پایان به آزمایشگاه منتقل شدند و سپس نمونه‌ها در آزمایشگاه به مدت ۱۵ دقیقه در سرعت ۲۷۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند، سپس بخشی از سرم به داخل لوله‌های آزمایش منتقل شد و در فریزر در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد جهت اندازه‌گیری‌های بعدی نگهداری

شد. میزان تغییرات سطوح پلاسمایی آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز، به‌عنوان شاخص‌های بیوشیمیایی در چهار مرحله زمانی (قبل از بازی، بلافاصله بعد از بازی، یک ساعت و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری) با استفاده از کیت‌های شرکت پارس‌آزمون (تهران، ایران) با حساسیت ۵mg/dl به‌وسیله دستگاه اتوآنالایزور مدل هیتاچی (مدل ۹۰۲، کشور ژاپن) تعیین شد.

### روش آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها در این پژوهش از آمار توصیفی و استنباطی با کمک نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. از آمار توصیفی برای تعیین میانگین، انحراف استاندارد، جداول و نمودارها و در آمار استنباطی از آزمون شاپیروویلک برای نرمال بودن داده‌ها و از آزمون آماری آنالیز واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر برای تعیین اختلاف میانگین درون گروهی و بین گروهی در چهار مرحله خون‌گیری در دو گروه ریکاوری در آب و ریکاوری فعال در خشکی استفاده شد.

### یافته‌ها

براساس جدول ۲ و نمودار ۱ نتایج نشان داد سطح آنزیم لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز در مراحل اولیه در دو گروه ریکاوری در آب و ریکاوری فعال در خشکی با یکدیگر همگن بودند. میانگین آنزیم لاکتات دهیدروژناز در سه شرایط بلافاصله بعد از بازی فوتبال، یک ساعت بعد از ریکاوری در آب و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری در آب نسبت به شرایط قبل از بازی فوتبال افزایش معناداری داشت ( $P < 0.001$ ). میانگین آنزیم لاکتات دهیدروژناز در دو شرایط یک ساعت بعد از ریکاوری در آب و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری در آب نسبت به شرایط قبل از بازی فوتبال کاهش معناداری را نشان داد ( $P < 0.001$ ). میانگین آنزیم لاکتات دهیدروژناز در شرایط یک ساعت بعد از ریکاوری

در آب نسبت به شرایط ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری در آب کاهش معناداری را نشان داد ( $P < 0.001$ ). میانگین آنزیم لاکتات دهیدروژناز در سه شرایط بلافاصله بعد از بازی فوتبال، یک ساعت بعد از ریکاوری فعال و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری فعال نسبت به شرایط قبل از بازی فوتبال افزایش معناداری داشت ( $P < 0.001$ ). میانگین آنزیم لاکتات دهیدروژناز در دو شرایط یک ساعت بعد از ریکاوری فعال و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری فعال نسبت به شرایط بعد از بازی فوتبال کاهش معناداری را نشان داد ( $P < 0.001$ ). میانگین آنزیم لاکتات دهیدروژناز در شرایط یک ساعت بعد از ریکاوری در آب نسبت به شرایط ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری در آب کاهش معناداری را نشان داد ( $P < 0.001$ ). میانگین آنزیم کراتین کیناز در سه شرایط بلافاصله بعد از بازی فوتبال، یک ساعت بعد از ریکاوری در آب و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری در آب نسبت به شرایط قبل از بازی فوتبال افزایش معناداری داشت ( $P < 0.001$ ). میانگین کراتین کیناز در دو شرایط یک ساعت بعد از ریکاوری در آب و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری در آب نسبت به شرایط بعد از بازی فوتبال کاهش معناداری را نشان داد ( $P < 0.001$ ). میانگین آنزیم کراتین کیناز در شرایط یک ساعت بعد از ریکاوری در آب نسبت به شرایط ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری در آب کاهش معناداری را نشان داد ( $P < 0.001$ ).

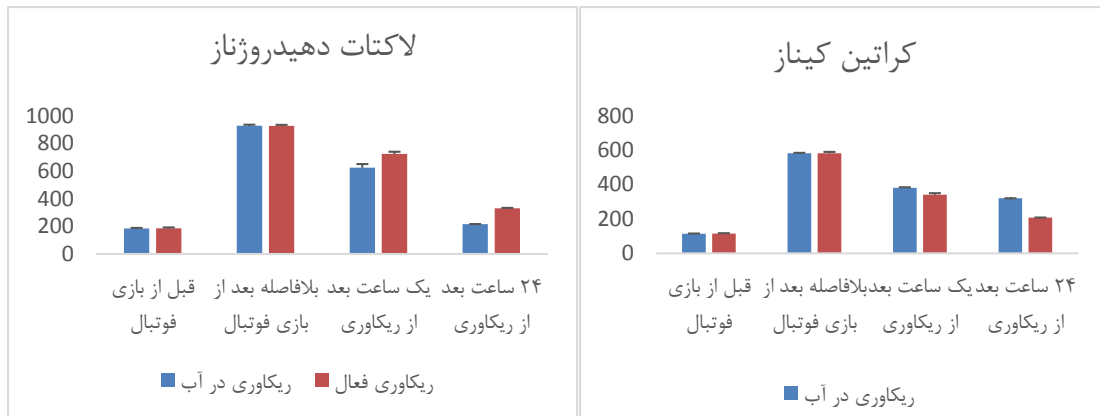
براساس نتایج جدول ۳ نتایج اثر عامل زمان بر مقادیر آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز معنادار بود ( $P < 0.001$ ). به عبارتی ریکاوری در آب و ریکاوری فعال موجب کاهش معنادار آنزیم لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز شد. اختلاف بین گروهی کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در دو گروه ریکاوری در آب و ریکاوری فعال معنادار بود ( $P < 0.001$ ). میانگین آنزیم لاکتات دهیدروژناز در گروه ریکاوری در آب نسبت به ریکاوری فعال در خشکی کاهش بیشتری داشت. میانگین آنزیم کراتین کیناز در گروه

ریکاوری فعال در خشکی نسبت به ریکاوری در آب کاهش بیشتری داشت.

جدول ۲. مقایسه میانگین و درصد اختلاف مراحل مختلف خون‌گیری آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز در دو گروه ریکاوری در آب و ریکاوری فعال

درصد اختلاف	ریکاوری فعال		ریکاوری در آب		متغیرها	گروه‌ها
	میانگین و انحراف استاندارد	میانگین و انحراف استاندارد	میانگین و انحراف استاندارد	میانگین و انحراف استاندارد		
۰/۵۰	$\#\$*185/77 \pm 5/70$	$\#\$*184/83 \pm 3/57$	قبل از بازی فوتبال	لاکتات		
-۰/۱۰	$\&*925/96 \pm 7/68$	$\&*926/95 \pm 7/80$	بلافاصله بعد از بازی فوتبال	دهیدروژناز (U/L)		
۱۵/۹۶	$!@723/18 \pm 16/25$	$!@623/60 \pm 26/63$	یک ساعت بعد از ریکاوری			
۵۳/۱۵	$!&330/61 \pm 2/75$	$!&215/87 \pm 0/48$	۲۴ ساعت بعد از ریکاوری			
۱/۰۵	$\#\$*115/34 \pm 2/02$	$\#\$*114/14 \pm 1/32$	قبل از بازی فوتبال	کراتین کیناز (U/L)		
۰/۰۰	$\&*581/37 \pm 8/52$	$\&*581/37 \pm 3/01$	بلافاصله بعد از بازی فوتبال			
-۱/۰۴۶	$!@341/37 \pm 8/35$	$!@381/27 \pm 3/08$	یک ساعت بعد از ریکاوری			
-۳۵/۱۳	$!&207/70 \pm 1/15$	$!&320/18 \pm 0/19$	۲۴ ساعت بعد از ریکاوری			

\*اختلاف معنادار بین شرایط قبل از بازی فوتبال با شرایط بلافاصله بعد از بازی فوتبال؛ \$اختلاف معنادار بین شرایط قبل از بازی فوتبال با شرایط یک ساعت بعد از بازی فوتبال؛ #اختلاف معنادار بین شرایط قبل از بازی فوتبال با شرایط ۲۴ ساعت بعد از بازی فوتبال؛ @اختلاف معنادار بین شرایط بلافاصله بعد از بازی با شرایط یک ساعت بعد از بازی فوتبال؛ &اختلاف معنادار بین شرایط بلافاصله بعد از بازی با شرایط ۲۴ ساعت بعد از بازی فوتبال؛ ! اختلاف معنادار بین شرایط یک ساعت بعد از بازی با شرایط ۲۴ ساعت بعد از بازی فوتبال



نمودار ۱. مقایسه میانگین مراحل مختلف خون‌گیری آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز در دو گروه ریکاوری در آب و ریکاوری فعال

جدول ۳. بررسی تأثیر ریکاوری در آب و ریکاوری فعال بر آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز در مراحل مختلف خون‌گیری

تعامل زمان و گروه	سطح معناداری (اندازه‌اثر)		توان	F	آنزیم‌ها
	اندازه‌اثر گروهی	میانگین اثر زمان			
< ۰/۰۰۱* (۰/۸۹)	< ۰/۰۰۱* (۰/۹۴)	< ۰/۰۰۱* (۰/۹۹)	۱/۰۰	۱۶۲۱۴/۷۰	لاکتات دهیدروژناز
< ۰/۰۰۱* (۰/۹۷)	< ۰/۰۰۱* (۰/۹۲)	< ۰/۰۰۱* (۱/۰۰)	۱/۰۰	۳۴۳۰۲/۲۱	کراتین کیناز

## بحث

(۲۵). اختلال خواب بعد از مسابقه می‌تواند بر روند ریکاوری تأثیر منفی بگذارد (۲۲). غوطه‌وری در آب سرد بعد از یک مسابقه فوتبال به منظور بازیابی سریع‌تر سطح عملکرد و کاهش روند التهابی حاد مؤثر است. شواهد علمی برای تسریع در بازگشت به سطح اولیه عملکرد در ریکاوری فعال، کشش، پوشاک تنگ، ماساژ و تحریک الکتریکی وجود ندارد (۲۲). پژوهش‌های زیادی نشان دادند که روش‌های بازگشت به حالت اولیه مختلف در دفع لاکتات مؤثرند، ورزشکارانی که در حال تمرین شدیدند، پس از چند روز تمرین، دچار خستگی مزمن می‌شوند. کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز از شاخص‌های اصلی آسیب عضلانی است (۲۶، ۲۷). با توجه به خون‌گیری‌های انجام گرفته قبل از مسابقه فوتبال و بلافاصله بعد فوتبال در تحقیق حاضر نشان داده شده که مقدار کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز افزایش داشته است که بیشترین افزایش ۲ تا ۶ ساعت پس از ورزش دیده می‌شود (۲۸). اما افشار جعفری و همکاران (۱۳۹۴) اوج افزایش لاکتات دهیدروژناز را ۲۴ ساعت پس از تمرین اعلام کردند (۲۹). تخریب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی بدون ریکاوری موجب کوفتگی می‌شود (۳۰). فشارهای مکانیکی که از هر طرف عضلات فعال در انقباض‌های برون‌گرا وارد می‌شوند، موجب آسیب‌های عضلانی، درد، کاهش نیروی عضلانی، افزایش آنزیم کراتین کیناز و کاهش دامنه حرکتی همراه است (۳۱) که این آسیب عضلانی موجب افزایش آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می‌شود از این‌رو این دو آنزیم به‌عنوان تعیین آسیب عضلانی استفاده می‌شود. رودریگز و همکاران نشان دادند که تمرینات مختلف مقاومتی سبب کاهش معناداری در غلظت کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در زمان‌های مختلف ریکاوری پس از فعالیت ورزشی شده است (۳۲). مشاهدات ما نشان داد که میزان آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز بعد از مسابقه فوتبال در

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ریکاوری در آب و ریکاوری فعال بر کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرمی پس از بازی در فوتبال‌بست‌های نخبه بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد هر دو روش ریکاوری در آب و ریکاوری فعال بر آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز تأثیر 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. آنزیم‌ها یا پروتئین‌های سرمی عضلات اسکلتی نشان‌دهنده وضعیت کارایی بافت عضلانی‌اند و در هر دو حالت پاتولوژیکی و فیزیولوژیکی بسیار اهمیت دارند. افزایش این آنزیم‌ها می‌تواند نشانه‌ای از نکرور سلولی یا آسیب بافتی ناشی از صدمات حاد و مزمن باشد (۲۱). برای کاهش خستگی پس از مسابقه و سپس بازیابی سریع‌تر عملکرد و کاهش خطر آسیب، استراتژی‌های بازیابی بسیار مورد نیازند. خستگی ناشی از رقابت چندوجهی است و اغلب مربوط به کم‌آبی، کاهش گلیکوژن، آسیب عضلات و خستگی ذهنی است (۲۲). کاشف و همکاران (۱۳۹۳)، به بررسی تأثیر مصرف کوتاه‌مدت مکمل هیدروکسی متیل بوتیرات بر کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز متعاقب یک وهله فعالیت مقاومتی برون‌گرا در ورزشکاران جوان پرداختند که با نتایج این تحقیق همسو بود (۲۱). نتایج تحقیق ارجی و همکاران در سال ۱۳۹۶ اعلام کرد، اولتراسوند موجب کاهش آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می‌شود، که با نتایج این تحقیق همسو بود (۲۳). براساس گزارش منتگمیری و همکاران (۲۰۰۸) ریکاوری در آب پس از مسابقات متوالی، نسبت به روش استفاده از ریکاوری فعال، تأثیر بیشتری دارد (۲۴). الیاس و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند که روش‌های ریکاوری در آب پس از تمرین، موجب افزایش معنادار عملکرد بدنی بازیکنان فوتبال می‌شود



میانگین آنزیم لاکتات دهیدروژناز در گروه ریکاوری در آب نسبت به ریکاوری فعال در خشکی کاهش بیشتری داشت. آنزیم لاکتات دهیدروژناز به میزان فراوانی در همه بافت‌ها، حتی گلبول قرمز وجود دارد که می‌تواند به فعالیت گلبول‌های قرمز مرتبط باشد. میانگین آنزیم کراتین کیناز در گروه ریکاوری فعال در خشکی نسبت به ریکاوری در آب کاهش بیشتری داشت. آنزیم کراتین کیناز به‌عنوان کاتالیزور در شکل‌گیری آدنوزین تری‌فسفات از آدنوزین دی‌فسفات و کراتین فسفات وارد عمل می‌شود (۹). ریکاوری در آب سبب استحکام‌بخشی سلولی می‌شود و از شکست سلول و افزایش سطح آنزیم‌های مذکور در مایع میان‌بافتی و خون تا حدود زیادی جلوگیری می‌کند. اطلاعات مربوط به اثرات ریکاوری بر عملکرد و سوخت‌وساز عضله طی ورزش در افراد سالم و در حالات بیماری نسبتاً محدود است. براساس جدیدترین یافته‌ها، به‌نظر می‌رسد که برای به‌حداکثر رسیدن بهبود عملکرد عضلانی، افزایش برداشت بافتی امری حیاتی محسوب می‌شود (۲۵). از این‌رو نیاز به کار بیشتری در این زمینه احساس می‌شود تا اطلاعات جامع‌تری درباره مکانیسم‌های دقیقی که ریکاوری به‌واسطه آنها اثرات انرژی‌زایی خود را اعمال می‌کند و نیز در خصوص تأثیر طولانی‌مدت ریکاوری در آب به‌دست آید. پژوهش حاضر محدودیت‌های داشت که از آن جمله می‌توان به عدم کنترل تغذیه آزمودنی‌ها قبل و بعد از فعالیت اشاره کرد. از سوی دیگر، همکاری نسبی آزمودنی‌ها در انجام فعالیت با حداکثر توان از دیگر محدودیت‌های این پژوهش بود.

#### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش انجام ریکاوری فعال در خشکی و ریکاوری در آب در هر دو گروه سبب کاهش سطح فعالیت آنزیم‌های مورد مطالعه شد. آخرین اطلاعات به‌دست‌آمده

وهله‌های قبل از فعالیت یک ساعت و ۲۴ ساعت بعد از ریکاوری به‌طور معناداری نسبت به قبل از ریکاوری در دو گروه، کمتر بود که نتایج رودریگز و همکاران با نتایج ما همسو بود. با انجام دو روش ریکاوری فعال و غیرفعال با استفاده از خون‌گیری مجدد نشان داده شده که مقدار هر دو آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به‌طور چشمگیری کاهش یافته است که بیانگر تأثیر مؤثر دو روش ریکاوری است. از دلایل احتمالی تأثیر ریکاوری بر درد، آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز بعد از مسابقه فوتبال، می‌توان به درد ناشی از زنجیره عصبی حسی حرکتی اشاره کرد که به رفلکس اسپاسم عضلانی منجر می‌شود و از آنجا که نشان داده شده حذف درد با شل شدن عضله ارتباط دارد، از این‌رو تحریک اندام وتری گلژی به بازداری حرکت و کاهش تانسین عضله منجر می‌شود. بنابراین ریکاوری برای رسیدن به شل شدن یک گروه عضلانی مناسب است (۲۳). از دلایل احتمالی دیگر تأثیر ریکاوری در آب بر درمان نشانگرهای حاصل از کوفتگی عضلانی تأخیری، خاصیت حرارتی گرمای آب است، که موجب اتساع مویرگ‌ها و افزایش گردش خون موضعی می‌شود و در نتیجه دفع مواد زائد در موضع آسیب‌دیده 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 (۳۳). به‌نظر می‌رسد تأثیر فشار هیدرواستاتیکی که هنگام غوطه‌وری در آب روی بدن اعمال می‌شود، جابه‌جایی مایعات از سطح پوست به حفره مرکزی را ایجاد می‌کند و به تغییرات فیزیولوژیکی متعدد می‌انجامد. افزایش حجم مایعات خون و مایعات خارج‌سلولی از طریق اسمزی داخل سلول و داخل عروقی و کاهش مقاومت محیطی موجب دفع فراورده‌های متابولیکی به‌دنبال ریکاوری بعد از ورزش می‌شود (۱۸).

وجود دارد، به‌عنوان یک انتخاب مؤثرتر، بعد از مسابقات یا تمرینات فشرده برای بازگشت به حالت اولیه بازیکنان فوتبال پیشنهاد می‌شود.

#### تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه است که با حمایت مالی تحصیلات تکمیلی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه شده است. از این‌رو از همکاری مسئولان محترم دانشگاه محقق اردبیلی، اداره ورزش و جوانان خراسان رضوی، مربیان، سرپرستان و تمامی فوتبالیست‌های شرکت‌کننده در مطالعه حاضر، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌شود.

حاکمی از این است که ریکاوری فعال در دفع لاکتات و تبدیل اسیدلاکتیک به پیرووات و شکل‌گیری آدنوزین تری‌فسفات مؤثر است و ریکاوری در آب می‌تواند در طول تمرینات درازمدت خستگی را به تعویق اندازد و از این‌رو ورزشکار می‌تواند تمرینات را با شدت بیشتری بدون احساس خستگی انجام دهد. به همین دلایل، ریکاوری می‌تواند نقش مؤثری در پیشرفت و بهبود عملکرد ورزشی داشته باشد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در این پژوهش روش ریکاوری در آب تأثیر بیشتری نسبت به ریکاوری فعال، بر کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی بازیکنان فوتبال پس از مسابقه داشت. این روش به‌خصوص هنگامی که زمان محدودی بین مسابقات

#### منابع و ماخذ

1. Michailidis Y. Stress hormonal analysis in elite soccer players during a season. *Journal of Sport and Health Science*. 2014;3(4):279-83.
2. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer. *Sports medicine*. 2005;35(6):501-36.
3. Silva JR, Nassis GP, Rebelo A. Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports medicine-open*. 2015;1(1):17.
4. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of sports sciences*. 2005;23(6):593-9.
5. Crewther BT, Cook CJ. Effects of different post-match recovery interventions on subsequent athlete hormonal state and game performance. *Physiology & behavior*. 2012;106(4):471-5.
6. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British medical bulletin*. 2007;81(1):209-30.
7. Gill N, Beaven C, Cook C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *British journal of sports medicine*. 2006;40(3):260-3.
8. GHAS M, KARBASIAN A, HEYDARI MR. A Study on Cortisol Plasma Changes in Endurance Exercises. 2006.
9. Shaykh al-Islam vatani D gA. The Effect of Short-Term Creatine Supplementation on the Speed Performance of Non-Professional Swimmers. *Olympic*. 2005;13(1):19-28.
10. Nobahar M. The effects of one progressive session exercise in day during a week on some enzymes muscle damage in active girls. *Scientific Journal Management System*. 2013;1(3):79-84.

11. Leal-Junior ECP, Vanin AA, Miranda EF, de Carvalho PdTC, Dal Corso S, Bjordal JM. Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. *Lasers in medical science*. 2015;30(2):925-39.
12. Hausswirth C, Louis J, Bieuzen F, Pournot H, Fournier J, Filliard J-R, et al. Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PloS one*. 2011;6(12):e27749.
13. Leeder JD, van Someren KA, Gaze D, Jewell A, Deshmukh NI, Shah I, et al. Recovery and adaptation from repeated intermittent-sprint exercise. *International journal of sports physiology and performance*. 2014;9(3):489-96.
14. Wilcock I. The effect of water immersion, active recovery and passive recovery on repeated bouts of explosive exercise and blood plasma fraction: Auckland University of Technology; 2005.
15. Tufano JJ, Brown LE, Coburn JW, Tsang KK, Cazes VL, LaPorta JW. Effect of aerobic recovery intensity on delayed-onset muscle soreness and strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(10):2777-82.
16. Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *European journal of applied physiology*. 2008;10-۴۴۷:(۴)۲۰۵۰.
17. Hing WA, White SG, Bouaaphone A, Lee P. Contrast therapy—a systematic review. *Physical Therapy in Sport*. 2008;9(3):148-61.
18. Ascensão A, Leite M, Rebelo AN, Magalhães S, Magalhães J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of sports sciences*. 2011;29(3):217-25.
19. Reilly T. *The science of training—Soccer: A scientific approach to developing strength, speed and endurance*: Routledge; 2006.
20. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer. *Sports medicine*. 2012;42(12):997-1015.
21. Kashef M ApY, Mohammadnajat Y. The effect of short-term consumption of HMB supplementation on CK, LDH after eccentric resistance exercise in young male athletes. 2013;5(9):58-65.
22. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer. *Sports medicine*. 2013;43(1):9-22.
23. 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. *Research in Sport Physiology and Manegment*. 2018;10(1):91-9.
24. Montgomery PG, Pyne DB, Hopkins WG, Dorman JC, Cook K, Minahan CL. The effect of recovery strategies on physical performance and cumulative fatigue in competitive basketball. *Journal of sports sciences*. 2008;26(11):1135-45.

25. Elias GP, Wyckelsma VL, Varley MC, McKenna MJ, Aughey RJ. Effectiveness of water immersion on postmatch recovery in elite professional footballers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2013;8(3):243-53.
26. Paulsen G, Benestad HB, Strøm-Gundersen I, Mørkrid L, Lappegård KT, Raastad T. Delayed leukocytosis and cytokine response to high-force eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005;37(11):1877-83.
27. Willoughby DS, Taylor L. Effects of concentric and eccentric muscle actions on serum myostatin and follistatin-like related gene levels. *Journal of sports science & medicine*. 2004;3(4):226.
28. Harvey T. Effects of concentric and eccentric muscle contractions on IL-6 signaling in human skeletal muscle and downstream regulation of HSP-72 gene expression: Is IL-6 signaling involved in exercise-induced cytoprotection :?Baylor University; 2008.
29. Jafari A, Ebadi Z, Hoseinpoor M. Effect of a section polio metric exercise and weight training on biochemical indexes, muscular performance among girl volleyball players. *Research in Sport Physiology and Manegment*. 2015;7(4.۶۹-۵۹):
30. Greer BK. The effects of branched-Chain amino acid supplementation on indirect indicators of muscle damage and performance. 2006.
31. Zhou Y, Li Y, Wang R. Evaluation of exercise-induced muscle damage by surface electromyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2011;21(2):356-62.
32. Rodrigues BM, Dantas E, de Salles BF, Miranda H, Koch AJ, Willardson JM, et al. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(6):1657-62.
33. 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*. 2012:313-21.

## The Effect of Water Recovery and Active Recovery on Muscle Injury Indexes after Matches in Elite Soccer Players

Mohsen Barghamadi \*<sup>1</sup> - Mohammad Abdollahpour Darvishani <sup>2</sup>

1. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran 2. M.Sc. of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

(Received: 2018/12/22; Accepted: 2019/10/05)

### Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of water recovery and active recovery on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after soccer matches in elite soccer players. This study was quasi-experimental with a pretest and posttest with 3 repetitions. The sample consisted of 30 elite soccer players in Iran soccer league (mean age of  $21.66 \pm 1.21$  years) who participated in the study voluntarily by convenience sampling method. Participants were divided randomly into 2 equal groups (each group 15 subjects): water recovery and active recovery. Blood samples were collected before and immediately after the match, one hour and 24 hours after the recovery to measure the level of creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes. Descriptive and inferential statistics (mean, standard deviation and ANOVA with repeated measures) were used to analyze the data. The results showed that water recovery and active recovery significantly decreased creatine kinase and lactate dehydrogenase ( $P < 0.001$ ). There was a significant difference between water recovery and active recovery groups in creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes ( $P < 0.001$ ). According to these results, it can be concluded that water recovery and active recovery reduced creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes that can reduce the injuries and fatigue after the training. The mean lactate dehydrogenase enzyme in the water recovery group reduced more than the active recovery group ( $P < 0.001$ ,  $d = 0.94$ ). Mean creatine kinase enzyme in the active recovery group reduced more than the water recovery group ( $P < 0.001$ ,  $d = 0.92$ ).

### Keywords

Active recovery, elite soccer players, muscle injury indexes, water recovery.

---

\* Corresponding Author: Email: barghamadi@uma.ac.ir, Tel: +989153058339