

علوم زیستی ورزشی - تابستان ۱۳۹۷
دوره ۱۰، شماره ۲، ص: ۲۴۸ - ۲۳۷
تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۰۱
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۱/۲۲

اثر نوع ریکاوری بر سطوح کراتین کینازو پروتئین واکنشی C بر مردان فوتسالیت پس از یک جلسه فعالیت تیمی شبیه‌سازی شده

امیرعطا رئیسی دهکردی^۱ - فرزانه تقیان^{۲*} - فهیمه اسفراجانی^۳
۱. کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران ۲. دانشیار، دانشکده علوم ورزشی، دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول) ۳. دانشیار، دانشکده علوم ورزشی، دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

هدف از این مطالعه، مقایسه دو روش ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد بر کراتین کینازو پروتئین واکنشی C، یک جلسه فعالیت شبیه‌سازی شده تیمی است. ۱۶ بازیکنان فوتسال با میانگین سن $26/4 \pm 2/45$ سال، قد $177/1 \pm 4/63$ سانتی‌متر و وزن $73/5 \pm 9/82$ کیلوگرم هدفمند انتخاب شدند. در دو جلسه مجزا آزمودنی‌ها پس از اجرای پروتکل شبیه‌سازی شده تیمی، تصادفی به دو گروه تقسیم و در یکی از روش‌های ریکاوری به مدت ۲۰ دقیقه (شناوری متناوب در آب گرم / سرد: ۲ دقیقه در آب گرم 38°C و سپس ۲ دقیقه در آب سرد ۱۵ درجه یا ریکاوری فعال: ۸ دقیقه دوی آرام، ۸ دقیقه دویدن و ۴ دقیقه حرکات کششی)، شرکت کردند. کراتین کیناز و پروتئین واکنشی C بلافاصله، یک و ۲۴ ساعت پس از اجرا اندازه‌گیری شد. کراتین کیناز در روش ریکاوری فعال بلافاصله پس از تمرین ($517/44 \pm 98/343$)، یک ساعت پس از تمرین ($626/19 \pm 84/82$) و ۲۴ ساعت پس از تمرین ($830/87 \pm 99/65$)؛ و مقادیر آن پس از شناوری در آب متضاد بلافاصله پس از تمرین ($518/25 \pm 97/80$)، یک ساعت پس از تمرین ($612/19 \pm 89/84$) و ۲۴ ساعت پس از تمرین ($803/81 \pm 105/20$) بود. مقادیر سرم پروتئین واکنشی C در روش ریکاوری فعال بلافاصله پس از تمرین ($4/33 \pm 1/28$)، یک ساعت پس از تمرین ($5/97 \pm 1/228$) و ۲۴ ساعت پس از تمرین ($6/76 \pm 1/200$)؛ و مقادیر آن پس از شناوری در آب متضاد بلافاصله پس از تمرین ($4/82 \pm 1/23$)، یک ساعت پس از تمرین ($5/64 \pm 1/32$) و ۲۴ ساعت پس از تمرین ($6/42 \pm 1/77$) بود. اختلاف معناداری بین دو روش ریکاوری در سطوح کراتین کیناز و پروتئین واکنشی C وجود ندارد ($P > 0/05$). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که روش شناوری در آب متضاد و ریکاوری فعال موجب نتایج یکسان بر سطوح کراتین کیناز و پروتئین واکنشی C بازیکنان فوتسال بعد از فعالیت شبیه‌سازی شده تیمی می‌شود.

واژه‌های کلیدی

پروتئین واکنشی C، ریکاوری فعال، شناوری در آب متضاد، کراتین کیناز.

مقدمه

در ورزش‌های تیمی جلسات تمرینی شامل آمادگی جسمانی، مهارت‌های ترکیبی و بازی‌های رقابتی است. یکی از ورزش‌های تیمی که در سال‌های اخیر طرفداران زیادی پیدا کرده و مسابقات جهانی، قاره‌ای و درون‌مرزی آن به‌صورت برنامه‌ریزی شده برگزار می‌شود، ورزش فوتسال است. تجزیه و تحلیل نیازهای حرکتی فوتسال نشان می‌دهد که این ورزش، یک فعالیت تناوبی با شدت بالا و جابه‌جایی‌های انفجاری و کوتاه‌مدت است (۱). در نتیجه بازی فوتسال یک ورزش شدید است که انرژی جسمانی زیادی را می‌طلبد (۲). از طرفی حجم بالای تمرینات و رقابت‌های شدید، خصوصاً با زمان بازگشت به حالت اولیه محدود، منجر به فشار بر سیستم عضلات اسکلتی شده و به‌طور کلی موجب نشانه‌های بیش‌تر تمرینی، خستگی و تضعیف عملکرد بدنی می‌شود (۳،۴). به‌علاوه تمرینات و رقابت‌های طاقت‌فرسا، سبب آسیب عضلانی می‌شوند. آسیب عضلانی آزاد شدن میانجی و آنزیم‌های التهابی را در پلاسما تحریک می‌کند. کراتین کیناز (Creatine kinase) به‌عنوان یکی از نشانگرهای اختلال غشای عضلانی شناخته می‌شود (۵،۶). 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. پروتئین واکنشی c (C-reactive protein) یک نشانگر معتبر برای نشان دادن عملکرد التهابی پس از ورزش است. ترمیم عضلات اسکلتی پس از آسیب عضلانی موضوع پیچیده‌ای است. این موضوع روابط بین سلول‌های التهابی، سلول‌های ماهواره‌ای، سلول‌های فیبروبلاست و اندوتلیال را شامل می‌شود. اختلالات فیزیولوژیکی متعددی همچون آسیب و التهاب عضله، دهیدراسیون، تخلیه ذخایر گلیکوژنی و تجمع مواد حاصل از متابولیسم از آثار تمرینات شدید است (۱۳). روش‌های بازگشت به حالت اولیه زیادی پس از تمرین و رقابت اصلی برای از بین بردن مواد حاصل از متابولیسم و تأثیرات منفی فعالیت بدنی بیشینه پیشنهاد شده است. در سال‌های اخیر بازگشت به حالت اولیه از طریق شناوری متناوب در آب متضاد پس از فعالیت بدنی، بین مربیان و ورزشکاران محبوب شده است. روش‌های شناوری در آب به‌طور گسترده‌ای در درمان آسیب‌دیدگی و کاهش درد استفاده می‌شود (۱۴). براساس مطالعات اخیر مکانیسم احتمالی شناوری متناوب در آب گرم و سرد شامل افزایش جریان خون از طریق تناوب انقباض و انبساط عروقی، تحریک سیستم عصبی مرکزی، تغییرات دمای داخلی بدن، افزایش دفع لاکتات و کاهش ادم است (۱۵-۱۸). مطالعات نشان دادند افزایش جریان خون می‌تواند دفع کراتین کیناز از سرم را سرعت بخشد (۱۹). ریکاوری فعال نیز به‌عنوان یک تمرین درون‌گرای

سبک پس از تمرین و مسابقه شدید عمومیت دارد و عقیده بر این است که بازگشت به حالت اولیه ورزشکاران را بهبود می‌بخشد (۲۰،۲۱). براساس گزارش‌ها ریکاوری فعال تأثیر بیشتری نسبت به ریکاوری غیرفعال دارد. همچنین هنگام بازگشت به حالت اولیه فعال، محتوای گلیکوژنی عضلانی تقریباً ثابت باقی می‌ماند (۲۱). تحقیقاتی به مقایسه این دو روش پرداختند. پورنت و همکاران (۲۳) (۲۰۱۰) تفاوت معناداری را بین روش شناوری در آب متضاد با دیگر روش‌ها بر سطح سرم کراتین کیناز بیان نکردند. جیل و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر روش‌های ریکاوری مختلف را بر فعالیت کراتین کیناز پلاسما بازیکنان راگبی بعد از یک مسابقه بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد موجب کاهش فعالیت معنادار کراتین کیناز بازیکنان راگبی پس از مسابقه نسبت به ریکاوری غیرفعال می‌شوند. اما تفاوتی بین دو روش وجود ندارد. یکی از متغیرهایی که رابطه نزدیکی با عملکرد ورزشکاران دارد، سطوح سرم کراتین کیناز است. در واقع با توجه به تحقیقات پیشین، غلظت آنزیم کراتین کیناز با کاهش عملکرد در ۴۸ ساعت بعد از مسابقه ارتباط نزدیکی دارد (۲۴،۲۵). فرایند بازگشت به حالت اولیه ارتباط تنگاتنگی با فشار تمرین و مسابقه دارد. ایجاد تعادل بین بار تمرین و بازگشت به حالت اولیه برای بهبود و حفظ عملکرد در رقابت اصلی اهمیت زیادی دارد (۲۶). بازیکنان فوتسال روزانه تمرینات فشرده‌ای را انجام می‌دهند و زمان محدودی برای ریکاوری بین تمرینات و مسابقات وجود دارد (۲۷). بنابراین مریمان 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 اطلاعات اندک موجود در مورد بازگشت به حالت اولیه بازیکنان فوتسال پس از فعالیت بدنی شدید، پژوهشی برای مقایسه دو روش برگشت به حالت اولیه که سبب تسریع بهبود فرایند بازگشت به حالت اولیه بازیکنان پس از فعالیت شدید شود، ضروری به نظر می‌رسد. این تحقیق به مقایسه دو روش ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد بر سطوح کراتین کیناز و پروتئین واکنشی c بازیکنان فوتسال، پس از یک جلسه تمرین شبیه‌سازی شده ورزش تیمی می‌پردازد.

روش‌شناسی تحقیق

آزمودنی‌ها: جامعه آماری این پژوهش بازیکنان مرد فوتسال ۲۶ تا ۲۸ سال سن با سابقه سه سال بازی در لیگ استان اصفهان بودند. از بین آنها ۱۶ نفر داوطلبانه و به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند.

مشخصات آزمودنی‌ها: میانگین سنی $26/4 \pm 2/45$ سال، قد $177/1 \pm 4/63$ سانتی‌متر، وزن $9/82 \pm 73/5$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $22/5 \pm 3/14$ کیلوگرم بر متر مربع.

روش جمع‌آوری اطلاعات: یک هفته پیش از شروع مرحله اصلی پژوهش، برای آزمودنی‌ها نوع و هدف پژوهش، نحوه همکاری، چگونگی اجرای آن و روش کار با ابزار پژوهش شرح داده شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تغذیه معمول خود را داشته باشند و از هر گونه ورزش شدید حداقل ۴۸ ساعت پیش از هر مرحله از اجرای آزمون خودداری کنند. در زمان استراحت سطوح کراتین کیناز و پروتئین واکنشی C اندازه‌گیری شد. پس از تکمیل پرسشنامه‌های سلامت و رضایت‌نامه توسط آزمودنی‌ها، قد، وزن و شاخص توده بدن اندازه‌گیری شد. پیش از خون‌گیری آزمودنی‌ها به مدت ۱۵ دقیقه استراحت کامل داشتند و نمونه‌های خونی از ورید بازویی دست راست گرفته شد. نمونه‌های خون به مدت ۱۸ دقیقه با 1500 دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم آنها جدا شد. پس از جداسازی سرم کراتین کیناز و پروتئین واکنشی C به روش الایزا و با استفاده از کیت تجاری (ساخت شرکت پارس آزمون) اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها پروتکل تمرینی و امانده‌ساز را براساس مطالعات پیشین (اینیگرام و همکاران، ۲۰۰۹) انجام دادند (۲۸). پیش از شروع پروتکل اصلی آزمودنی‌ها به مدت ۱۵ دقیقه بدن خود را با دویدن آرام و حرکات کششی گرم کردند. پروتکل تمرینی شامل دویدن تناوبی با سرعت یکسان در ۲ نوبت ۲۰ دقیقه‌ای با فاصله ۵ دقیقه استراحت بین هر نوبت، در دو جلسه جداگانه با فاصله یک هفته در ساعت مشابه در بعدازظهر توسط آزمودنی‌ها اجرا شد. پس از استراحت ۵ دقیقه‌ای آزمودنی‌ها تست شاتل ران بیست‌متری را در سطح ۷ اجرا کردند تا زمانی که قادر به هماهنگ کردن سرعت خود با صدای صوت دستگاه پخش نبودند تا به‌طور قطعی به درماندگی برسند. میزان سطوح آنزیم کراتین کیناز و پروتئین واکنشی C سرم آزمودنی‌ها بلافاصله، یک ساعت و بیست و چهار ساعت پس از پروتکل تمرینی جمع‌آوری شد. بعد از اجرای پروتکل تمرینی آزمودنی‌ها که ۱۶ نفر بودند، به‌طور تصادفی در دو گروه (۸ نفر) در یکی از شرایط ریکاوری زیر به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند:

۱. شناوری متناوب در آب‌های گرم / سرد: ۲ دقیقه شناوری در آب گرم $38^{\circ}C$ و سپس ۲ دقیقه

شناوری در آب سرد $15^{\circ}C$ درجه (هر مرحله چهار مرتبه با یک دقیقه استراحت بین هر مرحله)، (۱۷).

۲. ریکاوری فعال: ریکاوری فعال در خشکی شامل ۸ دقیقه دوی آرام (جاگینگ)، ۸ دقیقه راه رفتن

و دویدن رفت و برگشتی و ۴ دقیقه حرکات کششی (۲۶).

روش آماری: در این تحقیق برای تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و آمار استنباطی استفاده شد. در روش آمار توصیفی برای تحلیل داده‌ها از محاسبه میانگین و انحراف معیار استفاده شده است. در روش آمار استنباطی از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها و برای مقایسه متغیرها در مقاطع زمانی مختلف از تحلیل واریانس (برای اندازه‌های تکرارشونده) استفاده شد. کلیه تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام گرفت و سطح معناداری $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

نتایج تحقیق نشان داد که اختلاف میانگین سرم کراتین کیناز، بین دو روش ریکاوری وجود ندارد ($P \geq 0.05$). مقدار سرم کراتین کیناز قبل از فعالیت برابر با $182/31 \pm 48/801$ (واحد بین‌الملل بر لیتر) بود، اما بلافاصله پس از فعالیت این مقدار به‌طور معناداری افزایش یافت ($P = 0.04$). میزان کراتین کیناز یک ساعت پس از فعالیت برابر با $626/19 \pm 84/823$ در گروه ریکاوری فعال و $612/19 \pm 89/846$ (واحد بین‌الملل بر لیتر) در گروه شناوری مشاهده شد ($P = 0.03$) و ۲۴ ساعت پس از فعالیت، مقدار کراتین کیناز $808/81 \pm 105/200$ و $830/87 \pm 99/652$ (واحد بین‌الملل بر لیتر) به‌ترتیب در گروه ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد بود ($P = 0.02$). در هر دو روش ریکاوری نتایج افزایش معناداری را نسبت به قبل از فعالیت نشان دادند. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، مقدار سرم کراتین کیناز یک ساعت پس از فعالیت و ۲۴ ساعت پس از فعالیت در روش ریکاوری فعال تا حدودی بیشتر از ریکاوری شناوری در آب متضاد بوده است. اما این تغییرات در هیچ‌یک از زمان‌های اندازه‌گیری بین دو روش معنادار نبود ($P = 0.638$). جدول ۱ شاخص‌های متغیر کراتین کیناز پس از ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد را نشان می‌دهد.

نتایج نشان داد که اختلاف میانگین سرم پروتئین واکنشی C، بین روش شناوری در آب متضاد در مقایسه با ریکاوری فعال وجود ندارد. روند تغییر در دو روش ریکاوری یکسان بود. همچنین مقدار احتمال آزمون روش ریکاوری ($P = 0.638$) بود. بدان معنا که اختلاف میانگین در مقدار پروتئین واکنشی C بین دو روش ریکاوری از لحاظ آماری معنادار نیست. متوسط مقدار پروتئین واکنشی C پیش از فعالیت برابر با $1/26 \pm 0/886$ میلی‌گرم بر لیتر بود. این مقدار یک ساعت پس از فعالیت برابر با $5/97 \pm 1/228$ در گروه ریکاوری فعال و $5/64 \pm 1/329$ میلی‌گرم بر لیتر در گروه شناوری در آب متضاد

بود ($P=0/03$) و ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقدار سرم پروتئین واکنشی c در گروه ریکاوری فعال $6/76 \pm 1/20$ میلی گرم بر لیتر در گروه شناوری در آب متضاد مشاهده شد ($P=0/02$). در هر دو روش ریکاوری افزایش معناداری داشته است. همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود، مقدار پروتئین واکنشی c، یک ساعت پس از فعالیت و ۲۴ ساعت پس از فعالیت در روش ریکاوری شناوری در آب متضاد تا حدودی کمتر از ریکاوری فعال بوده است. اما این تغییرات در هیچ یک از زمان های اندازه گیری بین دو روش معنادار نبوده است ($P=0/638$).

جدول ۱. میانگین کراتین کیناز (واحد بین الملل بر لیتر) پس از ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد در زمان های متفاوت

کراتین کیناز (واحد بر لیتر)	حالت استراحت (پایه)	بلافاصله پس از فعالیت	یک ساعت پس از فعالیت	۲۴ ساعت پس از فعالیت
گروه ریکاوری فعال	$182/31 \pm 48/801$	$517/44 \pm 98/343$	$626/19 \pm 84/823$	$830/87 \pm 99/652$
گروه شناوری در آب متضاد	$182/31 \pm 48/801$	$518/25 \pm 97/801$	$612/19 \pm 89/846$	$803/81 \pm 105/200$

جدول ۲. میانگین پروتئین واکنشی c (میلی گرم بر لیتر) پس از ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد در زمان های مختلف

پروتئین واکنشی (میلی گرم بر لیتر)	حالت استراحت (پایه)	بلافاصله پس از فعالیت	یک ساعت پس از فعالیت	۲۴ ساعت پس از فعالیت
گروه ریکاوری فعال	$1/26 \pm 0/886$	$4/32 \pm 1/284$	$5/97 \pm 1/228$	$6/76 \pm 1/200$
گروه شناوری در آب متضاد	$1/26 \pm 0/886$	$4/82 \pm 1/23$	$5/64 \pm 1/329$	$6/42 \pm 1/777$

بحث و بررسی

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر دو روش ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد پس از فعالیت درمانده‌ساز بر سطوح کراتین کیناز و پروتئین واکنشی c بازیکنان مرد فوتسال انجام گرفت. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که پس از فعالیت درمانده‌ساز بین تأثیر روش ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد بر سطوح سرم کراتین کیناز اختلاف معناداری وجود ندارد (جدول ۱). در این تحقیق مشابه تحقیقات قبلی میزان سطوح سرمی کراتین کیناز پس از فعالیت درمانده‌ساز در مقایسه با حالت استراحت افزایش معناداری را نشان داد. همچنین میزان این تغییرات در ۲۴ ساعت پس از تمرین افزایش معناداری را نسبت به زمان‌های استراحتی و بلافاصله و یک ساعت پس از تمرین نشان می‌دهد. به‌طور کلی شدت و مدت پروتکل تمرینی استفاده شده در این تحقیق منجر به افزایش پاسخ‌های آسیب عضلانی بلافاصله، یک ساعت و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت وامانده‌ساز شد که این ریز آسیب‌های عضلانی به افزایش آنزیم کراتین کیناز منجر شد. نقطه اوج سرم کراتین کیناز ۸ ساعت بعد از تمرین شدید است. افزایش CK بعد از تمرین با افزایش مشخص بین ۲ و ۷ روز بعد از تمرین ادامه دارد (۲۹،۵). پس از تمرین طولانی‌مدت، فعالیت CK به‌طور مشخص ۲۴ ساعت بعد از ورزش، افزایش می‌یابد که این افزایش در این پژوهش مشاهده شد. فعالیت شدید بدنی دو بار در روز به افزایش CK در طول چهارمین روز تمرین منجر می‌شود و سطوح آن بین چهار تا ده روز بالا باقی می‌ماند و کاهش آن به دوره استراحت بعد از تمرین وابسته است (۳۰). اگرچه اختلاف معناداری در این مطالعه بین روش‌های ریکاوری بر سطوح کراتین کیناز مشاهده نشد، نتایج نشان داد که میزان سطوح کراتین کیناز یک و ۲۴ ساعت پس از تمرین در گروه شناوری در آب متضاد نسبت به ریکاوری فعال افزایش کمتری دارد. یافته‌های این پژوهش با نتایج اینگرام و همکاران (۲۰۰۹) و جیل و همکاران (۲۰۰۶)، همسوست. به‌نظر می‌رسد استفاده از دماهای آب یکسان در شناوری در آب متضاد علت همسان بودن این تحقیق با مطالعات پیشین است. گزارش شده است کاهش در مقدار کراتین کیناز به دمای آب سرد بستگی دارد. شناوری در آب سرد توسط انقباض عروقی ایجاد شده موجب جلوگیری از التهاب و در نتیجه کاهش کراتین کیناز می‌شود (۲۲). عقیده بر این است که ریکاوری فعال نیز از طریق ترمیم سریع ذخایر گلیکوژنی موجب بازگشت سریع به حالت اولیه می‌شود (۳۰). در صورت عدم کنترل شدت فعالیت ریکاوری فعال در دوره بازگشت به حالت اولیه، احتمال دارد که بدن ورزشکار دستخوش آسیب عضلانی و تجمع بیشتر کراتین کیناز قرار گیرد و تأثیر معکوسی بر فرایند برگشت به حالت اولیه بگذارد (۳۰).

شناوری در آب متضاد می‌تواند از طریق انقباض و انبساط متوالی در داخل عضله موجب افزایش جریان خون عضلات شناور در آب و دفع مواد حاصل از متابولیسم شود. همچنین از طریق تغییرات فشار و دمای آب، جریان خون را به عضلات افزایش می‌دهد. با افزایش پمپ عضلانی، جریان خون به عضلات افزایش می‌یابد و موجب آرام‌سازی عضله می‌شود یکی از مکانیسم‌های تأثیر شناوری در آب به دما و مدت زمان استفاده از روش شناوری در آب بستگی دارد (۳۲). به نظر می‌رسد که عدم تغییر معنادار در اثر روش شناوری در آب متضاد بر سطوح کراتین کیناز نسبت به روش ریکاوری فعال ناشی از عدم استفاده مناسب از دما و مدت قرارگیری آزمودنی‌ها در روش شناوری در آب متضاد در این مطالعه باشد. از سوی دیگر، آزمودنی‌های این تحقیق ورزشکاران آماتوری بودند که آمادگی جسمانی متوسطی داشتند. فعالیت بدنی منظم و آمادگی ورزشکاران نخبه نسبت به ورزشکاران آماتور، به بازگشت سریع‌تر آنها به حالت اولیه پس از فعالیت بیشینه منجر می‌شود (۱۳). با توجه به اینکه آزمودنی‌ها از آمادگی بالایی برخوردار نبودند و تحت فعالیت درمانده‌ساز قرار گرفتند، مدت زمان بیشتری را نیاز داشتند تا به حالت اولیه خود قبل از فعالیت بازگردند. مطالعات زیادی بیان کرده‌اند که آمادگی جسمانی ورزشکاران هم موجب ترشح کمتر کراتین کیناز می‌شود و هم سبب بازگشت سریع‌تر آن به حالت اولیه می‌شود (۳۳). بر همین اساس نتیجه تحقیق حاضر با نتایج ویلی و همکاران (۱۸)، در تضاد است. تفاوت بین این نتایج ممکن است ناشی از ماهیت برنامه تمرینی باشد. حجم تمرین و زمان مشابه اندازه‌گیری‌های مطالعات قبلی، نتایج یکسانی را بیان می‌کند (۳۴، ۳۰، ۲۸، ۱۶). به نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر دمای مورد نظر برای بازگشت سریع‌تر به حالت اولیه از طریق شناوری در آب متضاد، استفاده نشده باشد. براساس مطالعات دمای شناوری در آب سرد ۱۰ درجه و آب گرم ۳۸ درجه سانتی‌گراد می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار باشد (۳۵). از سوی دیگر، کاهش یا برگشت سرم کراتین کیناز به حالت قبل از فعالیت درمانده‌ساز به زمان بیشتری احتیاج دارد. نقطه اوج سرم کراتین کیناز ۸ ساعت بعد از تمرین شدید است. افزایش CK پس از تمرین شدید به آسیب عضلانی وابسته است و با افزایش مشخص بین ۲ و ۷ روز بعد از تمرین ادامه دارد. بعد از تمرین طولانی‌مدت، فعالیت CK به‌طور مشخص ۲۴ ساعت بعد از ورزش، افزایش می‌یابد. فعالیت شدید بدنی در روز به افزایش CK در طول چهارمین روز تمرین منجر می‌شود و سطوح آن بین چهار تا ده روز بالا باقی می‌ماند (۵).

براساس یافته‌های این تحقیق، شناوری در آب متضاد نسبت به روش ریکاوری فعال بر میزان سطوح پروتئین واکنشی c پس از تمرین، اختلاف معناداری را نشان نمی‌دهد (جدول ۲). یافته‌های پژوهش

حاضر نشان داد پروتئین واکنشی C پس از تمرین افزایش معناداری می‌یابد. همچنین تفاوت معناداری بین زمان استراحت، بلافاصله، یک و ۲۴ ساعت پس از تمرین در هر دو گروه ریکاوری دیده شد. اما این تفاوت‌ها بین دو گروه معنادار نبود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعات قبلی اینیگرام و همکاران (۲۰۰۹) همسوست. در همه روش‌های ریکاوری مقدار سرم پروتئین واکنشی C یک و ۲۴ ساعت پس از تمرین افزایش معناداری را نشان داد که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی دارد. پروتکل مشابه مورد استفاده در دو تحقیق، می‌تواند از دلایل تشابه نتایج باشد. از دلایل عدم تأثیر روش شناوری در آب متضاد نسبت به ریکاوری فعال بر سطوح پروتئین واکنشی C بعد از فعالیت درمانده‌ساز در این تحقیق می‌توان به استفاده مناسب از روش شناوری اشاره کرد. مطالعات پیشین گزارش دادند که یکی از بهترین روش‌ها برای بازگشت سریع‌تر سطوح التهابی (پروتئین واکنشی C) به حالت قبل از فعالیت روش شناوری در آب سرد است. آنزیم‌های کراتین کیناز و پروتئین واکنشی C آنزیم‌های مهمی در متابولیسم بی‌هوازی هستند و تراوش این آنزیم‌ها به آسیب و التهاب عضله منجر می‌شود. دمای پایین آب سرد در روش شناوری موجب کاهش دمای پوست و انقباض عروق محیطی و کاهش جریان خون در نتیجه کاهش پاسخ‌های التهابی و سیگنال‌های عصبی می‌شود. برخی مطالعات گزارش داده‌اند که استفاده از شناوری در آب گرم در روش شناوری به افزایش اولیه التهاب و ادم منجر می‌شود. برخی مطالعات نیز بیان کردند که این افزایش اولیه التهابی پس از شناوری در آب سرد خنثی می‌شود (۳۶). به‌طور کلی شناوری در آب با ایجاد فشار هیدرواستاتیک سبب جابه‌جایی خون از ناحیه پایین‌تر بدن به طرف ناحیه سینه‌ای در طول شناوری می‌شود. همچنین این جریان خون به دفع سریع‌تر مواد حاصل از متابولیسم منجر می‌شود (۳۷). در این مطالعه مقایسه دو روش ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد بر میزان پروتئین واکنشی C در یک و ۲۴ ساعت بررسی شد که اختلاف معناداری در بین دو روش مشاهده نشد. مطالعات اندکی تأثیر روش‌های ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد را بر میزان پروتئین واکنشی C بررسی کردند که هیچ‌کدام تأثیر معناداری را بر میزان پروتئین واکنشی C بیان نکردند. میزان پروتئین واکنشی C در ورزش‌های شدید سبب افزایش اولیه میزان پروتئین واکنشی C برای چند روز شده و سپس سرکوب مزمن در ادامه روی می‌دهد (۱۳). یکی دیگر از مکانیسم‌های آزاد شدن پروتئین واکنشی C پس از ورزش شدید وابسته به تحریک آسیب عضلانی ایجادشده در عضلات است (۱۳). رابطه بین سیستم التهابی و آسیب عضلانی به‌علت پاسخ‌های التهابی در تنظیم و سازگاری با آسیب عضلانی اهمیت خاصی دارد (۳۸). با توجه به افزایش کراتین کیناز آزادشده در تحقیق حاضر مقدار پروتئین

واکنشی c به دنبال آن افزایش یافت. پروتکل تمرینی درمانده ساز موجب آزاد شدن پروتئین واکنشی c 1 و ۲۴ ساعت پس از تمرین شد که ممکن است ناشی از افزایش میزان آزاد شدن کراتین کیناز بلافاصله، یک و ۲۴ پس از تمرین باشد.

نتیجه گیری

به طور کلی یافته‌های این تحقیق نشان داد که تأثیر معناداری بر سطوح کراتین کیناز و پروتئین واکنشی c بازیکنان فوتسال بین دو روش شناوری در آب متضاد و ریکاوری فعال پس از فعالیت درمانده ساز وجود ندارد. بر همین اساس می‌توان گفت استفاده از هر کدام از این دو روش هنگامی که زمان اندکی تا مسابقه یا فعالیت شدید بدنی بعدی وجود دارد، نتایج یکسانی را در پی خواهد داشت. برای آنکه بتوان با قاطعیت بیشتری درباره تأثیرات روش شناوری در آب متضاد اظهار نظر کرد، باید پژوهش‌های بیشتری با داشتن گروه‌های ریکاوری غیرفعال انجام گیرد و نقش آنها بر روی آنزیم‌های CK و پروتئین واکنشی c و عملکرد بدنی ورزشکاران بررسی شود.

منابع و مآخذ

1. Dogramaci SN, Watsford ML. [A comparison of two different timing methods for time motion analysis in team sports]. *Int J Perform Anal Sport* 2006 ; 6:73-83.
2. Barberoalvarez JC, Sotohermoso VM, Grandavera J. [Effort profiling during indoor soccer competition]. *J Sports Science* 2004; 22: 500-501.
3. Blair T, Crewther B, Christian J. [Effects of different post-match recovery interventions on subsequent athlete hormonal state and game performance]. *Physiology and Behavior* 2012;106: 471-475.
4. Reily TE, Bjrone S. [The use of recovery methods post-exercise]. *Journal of sports Sciences* 2005; 23:619-27.
5. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli F. [Creatine kinase monitoring in sport] ,*medicine British Medical Bulletin*. 2007;82: 209-230 .
6. Howatson G, Goodall S, Vansomeran KA. [The influence of cold water immersions on adaptation following a single bout of damaging exercise]. *Eur J Appl Physiol* 2009; 105 :615-621 .
7. Fink R, Luttgau HC. [An evaluation of the membrane constants and the potassium conductance in metabolically exhausted muscle fibres]. *J Physiol* 1976; 263: 215-238.
8. Fink R, Hase S, Luttgau HC, Wettwer E. The effect of cellular energy reserves and internal calcium ions on the potassium conductance in skeletal muscle of the frog]. *J Physiol* 1983; 336: 211-228.

9. Ponraj D, Gopalakrishnakone P. [Establishment of an animal model for myoglobinuria by use of a myotoxin from pseudochis australis (king brown snake) venom in mice]. *Lab Anim Sci* 1996;46: 393–398.
10. Lopesferreira M, Nunez J, Rucavado A. Skeletal muscle necrosis and regeneration after injection of thalassophryne nattereri (niquim) fish venom in mice]. *Int J Pathol* 2001; 82: 55–64.
11. Angelini C. Limb-girdle muscular dystrophies: heterogeneity of clinical phenotypes and pathogenetic mechanisms]. *Acta Myol* 2004; 23: 130–136.
12. Bijsterbosch MK, Duursma AM, Smit MJ, Bos OJ, Bouma JM, Gruber M. [Several dehydrogenases and kinases compete for endocytosis from plasma by rat tissues]. *Biochem J* 1985; 229: 409–417.
13. Jonathan M. Peake, , Llion A. Roberts, Vandre C. Figueiredo, Ingrid Egner, Simone Krog, Sigve N. Aas, Katsuhiko Suzuki, James F. Markworth, Jeff S. Coombes, David Cameron-Smith *J Physiol* 595.3 (2017) pp 695–711.
14. Martins D, Brito R, Stramosk J , Batisti A, Madeira F, Turnes B, Mazzardo L, Adair M, Piovezan A. [Peripheral neurobiologic mechanisms of antiallodynic effect of warm water immersion therapy on persistent inflammatory pain]. *Journal of Neuroscience Research* 2015; 93:157–166.
15. Cochrane DJ. [Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review] *Physical therapy in sport* 2004; 5:26-32.
16. French DN, Thompson KG, Garland SW, Barnes CA, Portas MD, Hood PE. [The eVects of contrast bathing and compression therapy on muscular performance]. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: 1297–1306.
17. Hing W, White S, Lee P. [Contrast therapy – A systematic review]. *Physical therapy in sport* 2008;9:148-161.
18. Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. [Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness]. *Eur J Appl Physiol* 2008;102:447–455 .
19. Gill N, Beaven C , Cook C. [Effectiveness of postmatch recovery strategies in rugby players]. *British Journal of Sport Medicine* 2006; 40: 260–263.
20. Gupta S, Goswami A, Sadhukhan A, Mathur D. [Comparative study of lactate removal in short massage of extremities, active recovery and a passive recovery period after supramaximal exercise sessions]. *Int J Sports Med* 1996 17:106–10.
21. Taoutaou Z, Granier P, Mercier B, Mercier J, Ahmaidi S, Prefaut C. [Lactate kinetics during passive and partially active recovery in endurance and sprint athletes]. *Eur J Appl Physiol* . 1996;73:465–70.
22. Fairchild T, Rao A, Steele P, Fournier P. [Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol]. *Eur J Appl Physiol* 2002; 87: 290-295.
23. Pournot H, Bieuzen F, DuYeld R, Marie Lepretre P, Cozzolino C, Hausswirth C. [Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise]. *Europ Journal Apply Physiology*. 2011;111:1287–1295.

24. Ispiridis I, Fatouros I, Jamurtas A, Nikolaidis M, Michailidis I, Douroudos. [Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game]. *Clin J Sport Med* 2008; 18:423–431 .
25. Rowsell G, Coutts A, Reaburn P, Hill-Haas S. [Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high- performance junior male soccer players]. *Journal of Sports Sciences* 2009; 27: 565_573.
26. Tessitore A, Meeusen R, Pagano R, Benvenuti C, Tiberi M ,Caprnica L. [Effectiveness of active versus passive recovery strategies after futsal games]. *Journal of Strength Conditioning Research* 2008 ;22 : 1402–1412 .
27. Reilly T. [*The Science of Training—Soccer*. London]: Routledge 2007; 21: 107–125.
28. Ingram J, Dawson B, Goodman C, Wallman K, Beilby J. [Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise]. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2009 ;12: 417–421 .
29. Totsuka M, Nakaji S, Suzuki K, Sugawara K, Sato K. [Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise]. *J Appl Physiol* 2002;21: 1280–1286.
30. Calder A, Kovacs M, Ellenbacher W, Kibler E. Coaching : [perspectives of recovery In Tennis]: A comprehensive review of the research. 2009;1–65 .
31. Barnett A. [Using Recovery Modalities between Training Sessions in Elite Athletes Does it Help?]*Sports Medicine* 2006; 36 (9): 781-796.
32. Wilcock I. [The effect of water immersion, active recovery and passive recovery on repeated bouts of explosive exercise and blood plasma fraction]: AUT University 2005.
33. Dabidiroshan V, Yazdanshenas A, Ranjbar M. [The effects of in water versus out of water active recoveries on cytokines and CK production after sprint swimming bout]. *Iranian Journal of Health and Physical Activity* 2011; 2:19-24.
34. Dawson B. Gow S, Modra S, Bishop D, Stewart G. [Effects of immediate post-game recovery procedure on muscle soreness, power and flexibility levels over the next 48 hours]. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2005; 8: 210-221.
35. Higgins T, Greene D, Baker M. [The effects of cold water immersion and contrast water therapy for recovery from team sport: A systematic review and meta-analysis]. *Journal of Strength & Conditioning Research* 2016;10: 1519-1539 .
36. EFFECTS OF COLD WATER IMMERSION AND CONTRAST WATER THERAPY FOR RECOVERY FROM TEAM SPORT: TREVOR R. HIGGINS, DAVID A. GREENE, MICHAEL K. BAKER. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 31(5)/1443–1460.
37. Zakai N, Katz R, Jenny N, Psaty B, Reiner A, Schwartz S. [Cushman M. Inflammation and hemostasis biomarkers and cardiovascular risk in the elderly: the Cardiovascular Health Study]. *J. Thromb Haemost* 2007; 5: 1128–1135.
38. Tidball J. [Inflammatory processes in muscle injury and repair]. *Am J Physiol* 2005; 288: 345-353.

The Effect of Recovery Type on Levels of Creatine Kinase (CK) and C-Reactive Protein (CRP) after a Single Simulated Team Exercise Session

Amir ata raesi¹-Farzaneh Taghian^{*2}-fahimeh Esfarjani³

1.MSc, Department of Physical Education and sport Science, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) branch, Isfahan, Iran 2.

Associate professor, Department of Physical Education and sport Science, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) branch, Isfahan, Iran 3.Associate professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

(Received:2017/5/22;Accept:2018/4/11)

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to investigate the effectiveness of active recovery and contrast water immersion on serum levels of creatine kinase(CK) and C-reactive protein(CRP) after a single simulated team sport exercise.**Material and methods:** Sixteen futsal players were selected with age 26.4 ± 2.45 yr, height 177.1 ± 4.63 cm, weight 73.5 ± 9.82 kg. After implementing the simulated team protocol in two separate sessions, the subjects were randomly divided into two groups and in one of the recovery methods for 20 minutes (alternating swim in hot / cold water: 2 minutes in warm water, 38° C and then 2 minutes in water Cool 15 Degrees or Active Recovery: 8 minutes of slow motion, 8 minutes of running and 4 minutes of stretching).CK and CRP were evaluated at immediately, 1h and 24h post exercise.**Results:** CK blood concentration was (517.44 ± 98.343) after exercise, (626.19 ± 84.823) at 1h and (830.87 ± 99.652) at 24h post-exercise after active recovery. CK blood concentration was (518.25 ± 97.801) after exercise, (612.19 ± 89.844) at 1h and (803.81 ± 105.200) at 24h post-exercise after contrast water immersion.CRP blood concentration was (4.33 ± 1.284) after exercise, (5.97 ± 1.228) at 1h and (6.76 ± 1.200) at 24h post-exercise after active recovery. CRP blood concentration was (4.28 ± 1.23) after exercise, (5.64 ± 1.329) at 1h and (6.42 ± 1.777) at 24h post-exercise after contrast water immersion. The results show no significant differences in levels of CK and CRP between the two methods of recovery ($p<0.05$).**Conclusion:** These findings show that active recovery and contrast water immersion followed by team sport exercise lead to similar CK and CRP responses in futsal players.

Keywords

Active recovery , CK, CRP, Contrast water immersion.

* Corresponding Author: Email: F_taghian@yahoo.com , Tel: +989133080241