Journal of Safety Promotion and Injury Prevention,
Vol.10, No.1, Spring 2022

Original Article

Cold Water Immersion Recovery on Some Muscular Damage Indices of Taekwondo Practitioners

Mohammad Heidarinia[1], Bijan Goodarzi[2], Masoud Mirmoezzi[*3]

1- Sports Pathology and Corrective Movements, Boroujerd University, Boroujerd, Iran
2- Department of Physical Education and Sports Sciences, Islamic Azad University, Boroujerd Branch, Boroujerd, Iran
3- Department of Physical Education and Sports Sciences, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
*** Corresponding Author:** massoudmirmoezi@live.com

Abstract

Background and Objectives: Lack of proper recovery after exercise causes damage and destruction to muscle tissue. The aim of this study was to investigate the effect of cold water immersion recovery on some muscular damage indices during several consecutive simulated Taekwondo competitions.

Methods and Materials: Twenty-one taekwondo practitioners in Qazvin in the age group of 17-19 years with a training experience of 6-8 years were randomly selected. The participants were placed in their weight classification in the style of the Olympics and performed in a simulated competition. Blood samples were taken to assess liver enzymes and creatine kinase at baseline recovery periods, before the second, third, and fourth races, immersion after the second, third, and fourth races, and 12 hours after the final race, blood sampling for evaluation of liver enzymes and creatine kinase in two groups of cold water immersion (n = 10) and control (n = 11) was performed. Immersion was performed as local immersion of feet in cold water at 11 ° C for 11 min. Two-way repeated-measures ANOVA was used at a significance level of 0.05.

Results: The simulated taekwondo competition resulted in a significant increase in the rate of muscle damage indices in the cold water immersion group compared to the control group ($p<0.01$). In all stages of the study, the mean indices of Creatine Kinase (CK; P=0.001), Lactate Dehydrogenase (LDH; P=0.001), Aspartate Aminotransferase (AST; P=0.001), and Alpha-Ketoglutaric Acid (ALT; P=0.001) of immersion group in cold water it was significantly lower than the control group.

Conclusion: Immersion in cold water is more effective than inactive recovery after several consecutive Taekwondo competitions.

Keywords: Immersion Feet; Creatine kinase; Enzymes; Athletes

How to cite this article: Heidarinia M, Goodarzi B, Mirmoezzi M. Cold Water Immersion Recovery on Some Muscular Damage Indices of Taekwondo Practitioners. Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat. 2022;10(1):23-32.
https://doi.org/10.22037/iipm.v10i1.35680

مقاله پژوهشی

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها
دوره ۱۰. شماره ۱. بهار ۱۴۰۱، صفحات ۲۳ تا ۳۲

بازگشت به حالت اولیه از طریق غوطه‌وری در آب سرد بر برخی شاخص‌های آسیب عضلانی تکواندوکاران

محمد حیدری‌نیا[۱]، بیژن گودرزی[۲]، مسعود میرمعزی[۳*]

۱. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه بروجرد، بروجرد، ایران
۲. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، بروجرد، ایران
۳. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: عدم بازگشت مناسب به حالت اولیه پس از فعالیت ورزشی، سبب آسیب و تخریب در بافت عضلات می‌شود. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر بازگشت به حالت اولیه از طریق غوطه‌وری در آب سرد بر برخی شاخص‌های آسیب عضلانی در حین انجام چند مسابقه شبیه‌سازی‌شده متوالی تکواندو بود.

روش بررسی: مطالعه به روش نیمه تجربی انجام شد. ۲۱ نفر از تکواندوکاران شهر قزوین در رده سنی ۱۹- ۱۷ سال با سابقه تمرینی ۸- ۶ سال به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به سبک مسابقات المپیک در طبقه‌بندی وزنی خود قرار گرفتند و مسابقه شبیه‌سازی‌شده‌ای را اجرا کردند. در زمان‌های بازگشت به حالت اولیه نخستین، پیش از مسابقه دوم، سوم و چهارم، غوطه‌وری پس از مسابقه دوم، سوم و چهارم، و ۱۲ ساعت پس از مسابقه پایانی، خون‌گیری برای ارزیابی آنزیم‌های کبدی و کراتین کیناز انجام گرفت. تکواندوکاران به صورت تصادفی، در دو گروه غوطه‌وری در آب سرد (۱۰ نفر) و کنترل (۱۱ نفر) قرار گرفتند. غوطه‌وری به‌صورت غوطه‌وری موضعی پاها در آب سرد با دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۱ دقیقه انجام شد. از روش آماری تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری تکراری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: مسابقه شبیه‌سازی‌شده تکواندو منجر به افزایش معنی‌دار در میزان شاخص‌های آسیب عضلانی در گروه غوطه‌وری در آب سرد نسبت به گروه کنترل‌شده است ($p<۰/۰۱$). درکل مراحل پژوهش، میانگین شاخص‌های کراتین کیناز ($P=۰/۰۰۱$)، لاکتات دهیدروژناز ($P=۰/۰۰۱$)، آسپارتات آمینوترانسفراز ($P=۰/۰۰۱$) و آلانین آمینو ترانسفراز ($P=۰/۰۰۱$) گروه غوطه‌وری در آب سرد به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود.

نتیجه‌گیری: غوطه‌وری در آب سرد نسبت به بازگشت به حالت اولیه غیرفعال پس از چند مسابقه متوالی تکواندو، دارای اثربخشی بیشتری است.

واژگان کلیدی: غوطه‌وری پاها، کراتین کیناز، آنزیم، ورزشکاران

مقدمه

هدف اصلی ورزشکاران و مربیان، رسیدن به اوج عملکرد ورزشی است. اجرای بهینه و مطلوب مهارت‌های ورزشی، حاصل تعامل پیچیده عوامل فیزیولوژیک، ژنتیک، زیست حرکتی، آنتروپومتریک و در نهایت انتخاب یک روش مطلوب جهت بازگشت به حالت اولیه است. ورزش تکواندو، یک هنر رزمی کره‌ای و یکی از رشته‌های ورزشی المپیکی است که همانند سایر ورزش‌ها نیازمند اصول صحیح بازگشت به حالت اولیه برای کاهش آسیب‌ها و کسب عملکرد بهینه است. یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مربیان و ورزشکاران تکواندو، محدود بودن فاصله بین فعالیت‌ها و رقابت‌های ورزشی برای بازگشت به حالت اولیه فیزیولوژیک و وضعیت پیش از فعالیت در روز یا روزهای متوالی رقابت است (۱). این امر فشارهای زیادی را بر سیستم عضلانی- اسکلتی ورزشکاران تحمیل می‌کند که در نهایت به افت عملکرد آن‌ها منجر می‌شود. از سوی دیگر شیوه مبارزه در این ورزش آزاد بوده و ورزشکاران برای ضربه زدن و دفاع در برابر حریف از دست و پای خود استفاده می‌نمایند و همچنین ضربه به سر و صورت آزاد است. به علت طبیعت برخوردی بودن این رشته و استفاده زیاد از حرکاتی مانند ضربه زدن، شیوع آسیب در این رشته ورزشی بالا است (۲). تحقیقات بیشترین میزان شیوع آسیب در این رشته پر برخورد را در اندام تحتانی، و بیشترین نوع آسیب را کوفتگی، خون‌مردگی، اسپرین و استرین عنوان کرده‌اند (۱, ۲). بنابراین مربیان تلاش

*آدرس نویسنده مسئول مکاتبات: massoudmirmoezi@live.com

می‌کنند به شیوه‌های مختلف طول دوره بازگشت به حالت اولیه را کاهش داده تا ورزشکار با دستیابی مجدد به عملکرد بهینه و در حالی که به‌سرعت برای رقابت بعدی مهیا می‌شود، احتمال آسیب عضلانی- اسکلتی نیز کاهش یابد.

پس از انجام یک فعالیت شدید، آسیب‌های ساختاری در عضلات مشاهده می‌شود که یک عامل محدودکننده برای عملکرد عضلانی است (۳). احساس درد عضلانی پس از فعالیت‌های ورزشی در دو مرحله (بلافاصله پس از ورزش که ناشی از اِدم در بافت و یا تجمع مواد حاصل از سوخت‌وساز است و یا احساس درد تأخیری که با پاسخ‌های التهابی و آسیب عضلانی همراه است) صورت می‌گیرد. فعالیت‌های شدید، اغلب باعث آزاد شدن زودهنگام نشانگرهای آسیب عضلانی می‌شود که به‌صورت استرس و یا آسیب عضلانی اتفاق می‌افتد (۴). آسیب‌های عضلانی ناشی از ورزش از طریق کاهش قدرت ایزومتریک عضلات، تغییر در دامنه حرکتی مفصل، تغییر در قطر عضله و تراوش برخی آنزیم‌ها به داخل خون مشخص می‌شود (۵). کراتین کیناز (CK)[۱] و لاکتات دهیدروژناز (LDH)[۲] آنزیم‌هایی هستند که در جریان سوخت‌وساز در عضله اسکلتی به‌ویژه در فعالیت‌های شدید نقش بسیار مهمی دارند. در جریان آسیب عضلانی، این آنزیم‌ها از عضله اسکلتی خارج‌شده و وارد جریان خون می‌شوند؛ بنابراین به‌عنوان شاخص‌های فیزیولوژیک آسیب عضلانی شناخته می‌شوند (۶). آسپارتات آمینوترانسفراز (AST)[۳] آنزیمی است که در حالت طبیعی محدود به سیتوپلاسم سلول‌هاست و به مقدار زیادی در کبد و به مقدار محدود در عضلات وجود دارد (۷). آزادسازی آن به محیط خارج سلولی با مرگ سلولی رخ می‌دهد. آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)[۴] آنزیمی است که بیشتر در سلول‌های کبد و کلیه یافت می‌شود. با توجه به نقش آنزیم‌های AST و ALT در ایجاد آسیب عضلانی پس از فعالیت‌های شدید، این آنزیم‌ها به‌عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی در نظر گرفته می‌شوند (۸).

آسیب در عضله اسکلتی در حال فعالیت، موجب کاهش در منابع انرژی، تجمع فرآورده‌های سوخت‌وسازی ناشی از فعالیت ورزشی، خستگی و افت عملکرد می‌شود. در این شرایط، زمینه برای ضرورت یک بازگشت به حالت اولیه مناسب فراهم می‌شود که در ورزش یک جزء اساسی و مهم از الگوی کلی تمرین است. مهم‌ترین ویژگی آن کمک به ورزشکار برای تداوم تمرین، کاهش آسیب‌های ناشی از تمرین یا مسابقه و در نهایت دستیابی به عملکرد بهتر برای مسابقه یا تمرین بعدی بدون رسیدن به مرحله بیش‌تمرینی است (۹). بازگشت به حالت اولیه شامل روش‌های متعددی از جمله راهبردهای تغذیه‌ای، حرکات کششی ایستا، ماساژ، خواب کافی، بازیابی فعال، بازیابی غیرفعال، کرایوتراپی[۵] و غوطه‌وری در آب سرد[۶] است (۱۰). غوطه‌وری در آب سرد، یکی از روش‌های محبوب بازگشت به حالت اولیه است که به‌وسیله مربیان و ورزشکاران، با هدف تسریع در روند بهبود اجرای عملکرد افراد پس از تمرین و مسابقه استفاده می‌شود (۱۱). برخی مطالعات، فواید این شیوه را پس از فعالیت گزارش کرده‌اند و نشان داده‌اند که احتمالاً باعث کاهش آسیب و کم شدن درد عضلانی و بازیابی عملکرد عضله می‌شود (۱۲). غوطه‌وری در آب سرد می‌تواند به دو روش غوطه‌وری موضعی و غوطه‌وری کل بدن (سر زیر آب قرار نمی‌گیرد) انجام شود. روش موضعی که در آن عضلات و اندامی که فعالیت کرده‌اند و نیاز به بازگشت به حالت اولیه دارند در آب سرد قرار می‌گیرند (۱۳, ۱۴). دو متغیر مهم در روش غوطه‌وری، دمای آب و زمان غوطه‌وری است. دما و زمان غوطه‌وری، متناسب با نوع تمرین و متغیر موردانداز‌ه‌گیری می‌تواند متفاوت باشد (۱۵, ۱۶). غوطه‌وری در آب سر پس از مسابقه تکواندو باعث افزایش غلظت آنزیم های آنتی اکسیدانی می‌شود (۱۱). برخی پژوهش‌های دیگر نیز نشان داده‌اند که غوطه‌وری در آب سرد در مقایسه با روش‌های دیگر تأثیر بیشتری در کاهش آسیب‌های عضلانی دارد (۱۷, ۱۸). بررسی تأثیر غوطه‌وری در آب سرد و تکرار فعالیت سرعتی بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در مردان تمرین کرده در لیگ برتر، نشان داد که اگرچه میزان تغییرات عوامل آنتی‌اکسیدانی پس از فعالیت ورزشی سرعتی بالا بود ولی غوطه‌وری در آب سرد تأثیری بر بازگشت به حالت اولیه این عوامل نداشت (۱۹). از آنجا که ورزشکاران رشته تکواندو در مسابقات خود باید به‌صورت پی‌درپی شرکت کنند و زمان کافی برای بازگشت به حالت اولیه در اختیار ندارند، و برخی پژوهش‌های متناقض در این زمینه، در این تحقیق به بررسی تأثیر غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های ALT، AST، CK و LDH حین انجام چند مسابقه شبیه‌سازی‌شده تکواندو پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش نیمه تجربی انجام شد. جامعه آماری تحقیق حاضر، تکواندوکاران مرد شهرستان قزوین بودند که از بین آن‌ها تعداد ۲۱ نفر (با میانگین قد ۱/۷۶±۰/۰۶ متر، وزن ۵۹±۴/۶ کیلوگرم و نمایه توده بدن ۱۹/۲۰±۲/۱۸کیلوگرم بر مترمربع، رده سنی ۱۷ تا ۱۹ سال و سابقه تمرینی بین ۶ تا ۸ سال) به‌صورت در دسترس به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه کتبی، پرسشنامه سلامت بدنی برای تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد. آزمودنی‌ها سابقه بیماری خاص یا مصرف مکمل و داروی خاصی نداشته و در طول دوره تحقیق در هیچ مسابقه رسمی یا غیررسمی شرکت نداشتند.

۱. Creatine kinase
۲. Lactate dehydrogenase
۳. Aspartate Aminotransferase
۴. Alanine Aminotransferase
۵. Cryotherapy
۶. Cold-water immersion

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

همچنین هنگام اجرای تحقیق از شیوه‌های دهیدراسیون مانند محدودیت غذایی استفاده نمی‌کردند و در وضعیت بیش تمرینی نیز نبودند. در ادامه، آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه غوطه‌وری در آب سرد (۱۰ نفر) و گروه کنترل (بازگشت به حالت اولیه غیرفعال) (۱۱ نفر) تقسیم شدند.

پس از آشناسازی با روند اجرای پروتکل، آزمودنی‌ها پروتکل تحقیق را در دو مرحله انجام دادند. ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۱۵ دقیقه، فرایند گرم کردن را انجام دادند. به این صورت که با دویدن آرام و حرکات کششی و در ادامه با اجرای ضربه آپ چاگی در دو ست ۲۰ تکراری با هر دو پا و سپس سه ست ۲۰ تکراری ضربه پاندال تی چاگی، بدن خود را گرم نمودند. آزمودنی‌ها پس از این مرحله، پنج دقیقه بازگشت به حالت اولیه داشتند تا برای مسابقه شبیه‌سازی‌شده نخست آماده شوند. آزمودنی‌ها در زمان مسابقه به‌صورت کاملاً تصادفی در مقابل حریف هم‌وزن خود به مبارزه می‌پرداختند. در این مرحله، در زمان پیش از مسابقه، پس از مسابقه، بازگشت به حالت اولیه نخستین و غوطه‌وری پس از مسابقه، خون‌گیری برای ارزیابی آنزیم‌های CK، LDH، AST و ALT در دو گروه غوطه‌وری در آب سرد و کنترل، انجام شد. آزمودنی‌های گروه کنترل مانند گروه تجربی، تمام مراحل تحقیق به جز وضعیت غوطه‌وری در آب سرد (به مدت ۱۱ دقیقه) در چهار مسابقه شبیه‌سازی‌شده را انجام دادند. در زمان اجرای غوطه‌وری در آب سرد برای گروه تجربی، آزمودنی‌های گروه کنترل نیز در همان وضعیت نشسته روی صندلی قرار می‌گرفتند اما غوطه‌وری پاها در آب سرد انجام نمی‌گرفت.

در مرحله دوم تحقیق که به فاصله یک ساعت از مرحله اول آغاز شد، آزمودنی‌ها در فواصل زمانی یک‌ساعته، سه مسابقه شبیه‌سازی‌شده تکواندو را انجام دادند. در زمان پیش از مسابقه دوم (ماندگاری اثر غوطه‌وری)، غوطه‌وری پس از مسابقه دوم (۴۰ دقیقه پس از غوطه‌وری)، پیش از مسابقه سوم (ماندگاری اثر غوطه‌وری)، غوطه‌وری پس از مسابقه سوم (۴۰ دقیقه پس از غوطه‌وری)، پیش از مسابقه چهارم (ماندگاری اثر غوطه‌وری)، غوطه‌وری پس از مسابقه چهارم و ۱۲ ساعت پس از مسابقه پایانی (ماندگاری اثر غوطه‌وری)، خون‌گیری برای ارزیابی آنزیم‌های موردنظر انجام شد.

در مسابقه شبیه‌سازی‌شده تکواندو، آزمودنی‌ها به سبک مسابقات المپیک در طبقه‌بندی وزنی خود قرار می‌گرفتند. سپس به‌صورت تصادفی ساده در مقابل یکی از ورزشکاران گروه وزنی خود با شرایط واقعی مسابقه به مبارزه می‌پرداختند. از آنجا که آزمودنی‌ها در فصل مسابقه نبودند، مسابقه شبیه‌سازی‌شده را دو نفره و به‌صورت مسابقه رسمی به‌جای استفاده از میت، اجرا می‌کردند. برای تحلیل و بررسی بهتر و سنجش شاخص‌های عملکردی از تمامی مسابقات فیلم‌برداری شد. مسابقه شبیه‌سازی شده به‌گونه‌ای بود که آزمودنی‌ها ضربات باندال تی پاگی را با پای چپ و راست (به‌طور متناوب) با حداکثر توان اجرا می‌کردند. هر ست معادل دو دقیقه انجام شد و ازآنجایی‌که مسابقه تکواندو حداقل سه ست دودقیقه‌ای است، این آزمون در سه مرحله تکرار شد. بین ست‌ها ۱۰ ثانیه رقص‌پا انجام می‌دادند که البته با توجه به ضربه حریف ممکن بود بیشتر یا کمتر شود. همچنین تشویق کلامی در حین اجرا برای ایجاد انگیزه به آزمودنی‌ها داده شد. با استفاده از ضربان سنج در حین اجرای ست‌ها، ضربان قلب و پس از پایان هر ست، میزان درک تلاش (RPE[۷]) بر اساس مقیاس ۱۰ درجه‌ای اندازه‌گیری شد.

غوطه‌وری به‌صورت غوطه‌وری موضعی پاها در آب سرد با دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۱ دقیقه انجام شد. آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته روی صندلی، پاهای خودرا تا زیر زانو در داخل مخزن آب سرد قرار می‌دادند. دمای آب توسط دماسنج کنترل می‌شد. پاها در داخل مخزن آب به‌صورت کاملاً راحت قرار می‌گرفت که با توجه به زمان ۱۱ دقیقه، خستگی در پاها شکل نگیرد. گروه کنترل در این مدت، بازگشت به حالت اولیه غیرفعال داشتند و هیچ‌گونه فعالیتی انجام نمی‌دادند (۱۱, ۱۵).

نمونه‌گیری خونی از آزمودنی‌ها در شرایط استراحتی و در حالت نشسته به مقدار پنج سی‌سی از ورید آنتی کوبیتال توسط کارشناس علوم آزمایشگاهی گرفته شد. نمونه‌ها پس از نمونه‌گیری به آزمایشگاه منتقل و در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA ریخته شد تا از انعقاد خون جلوگیری شود. سپس نمونه‌های خونی با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵- ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید و سرم جدا شد. برای اندازه‌گیری میزان آنزیم‌های AST و ALT از کیت شرکت بایرکس فارس و برای ارزیابی میزان آنزیم‌های CK و LDH از کیت شرکت پارس آزمون استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها با استفاده از دستگاه بیوشیمی BS۲۰۰ با دقت اندازه‌گیری ۰/۱ میکرو لیتر (ساخت کشور آلمان) و به روش فوتومتریک انجام شد.

برای تحلیل داده‌ها، از آمار توصیفی و برای تعیین تفاوت میان متغیرهای تحقیق از آزمون تحلیل واریانس ۲ عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر، ۲ (گروه) × ۸ (مرحله)، تی وابسته و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. پیش فرض‌های آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر مانند: نرمال بودن توزیع خطاها، ثابت بودن واریانس خطاها، همگن بودن کوواریانس و واریانس بین گروه‌ها، یکسان بودن کوریت موخلی و فاصله‌ای یا نسبی بودن مقیاس متغیر وابسته برقرار بود.

یافته‌ها

نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که توزیع داده‌های تحقیق، طبیعی است. در جدول ۱، میانگین و انحراف استاندارد

۷ . Rating of perceived exertion

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

مقادیر شاخص‌های AST، ALT، CK و LDH در مراحل مختلف تحقیق نشان داده‌شده است.

جدول ۱. توصیف متغیرهای تحقیق

مسابقه	مراحل	AST		ALT		CK		LDH	
		تجربی	کنترل	تجربی	کنترل	تجربی	کنترل	تجربی	کنترل
اول	پیش از مسابقه اول	۳۶/۸±۳/۶	۳۷/۶±۵/۲	۲۱/۶۶±۲/۷	۲۲/۸±۲/۱	۱۹۱/۳±۱۲/۵	۲۰۷/۸±۱۸/۳	۴۵۴±۴۲/۷	۴۵۸±۸۰/۵
	پس از مسابقه اول	۱۱۰/۰±۸/۳	۱۱۶/۸±۶/۵	۳۹/۵±۶/۱	۴۲/۸±۲/۹	۲۵۳/۰±۳۹/۲	۲۷۲/۵±۲۶/۵	۴۲۰/۸±۴۱/۷	۴۲۵/۵±۸۹/۸
	بازگشت به حالت اولیه	۱۰۸/۶±۸/۵	۱۱۶/۱±۶/۶	۳۶/۰±۵/۳	۴۰/۸±۲/۱	۲۴۸/۸±۳۸/۷	۲۶۸/۸±۲۷/۱	۴۵۱/۶±۴۳/۱	۴۵۴/۶±۸۱/۴
	بلافاصله پس از غوطه‌وری	۱۰۲/۵±۹/۴	۱۱۳/۵±۶/۸	۲۹/۳±۵/۴	۳۸/۳±۱/۹	۲۳۱/۱±۴۱/۲	۲۶۲±۲۶/۵	۳۹۶/۸±۷۴/۲	۴۴۷/۵±۸۱
دوم	بلافاصله پس از غوطه‌وری	۱۰۱±۱۱/۱	۱۱۵/۱±۵/۸	۳۸/۶±۱۲/۷	۴۲/۵±۳/۲	۲۳۱/۱±۳۵/۷	۲۸۲/۵±۲۷/۸	۴۰۸/۳±۴۶/۶	۴۶۸±۷۲/۱
	۴۰ دقیقه پس از غوطه‌وری	۹۱/۳±۱۱/۷	۱۱۲±۵/۵	۲۸/۸±۱۲/۷	۳۸/۸±۴/۷	۲۱۷/۶±۳۵/۱	۲۷۸/۵±۲۷/۹	۳۸۱/۶±۵۱	۴۵۷/۳±۷۲/۹
سوم	بلافاصله پس از غوطه‌وری	۹۱/۵±۱۰/۳	۱۲۰/۵±۵/۲	۲۶/۸±۱۱/۳	۵۵±۹/۷	۲۰۰/۶±۳۱/۸	۲۸۹±۲۸/۷	۳۳۴/۱±۴۲/۱	۵۰۹/۶±۷۲/۵
	۴۰ دقیقه پس از غوطه‌وری	۳۴/۶±۱۱/۲	۵۹/۳±۸/۴	۹۰/۸±۱۱/۲	۱۱۹/۱±۶/۱	۱۹۹/۶±۳۲/۲	۲۹۱/۸±۲۷/۱	۳۵۱/۶±۴۵/۱	۵۱۳/۱±۷۲/۷
چهارم	بلافاصله پس از غوطه‌وری	۹۹/۳±۸/۴	۱۳۱/۱±۳۵	۳۶/۱±۱۱/۲	۷۶/۶±۸/۴	۲۱۷/۶±۲۹/۸	۳۱۱/۸±۲۸/۱	۳۶۵/۶±۵۰/۳	۵۴۵/۵±۷۲/۱
	۱۲ ساعت پس از غوطه‌وری	۷۰/۵±۱۲/۳	۱۲۵/۳±۵/۹	۲۲/۵±۵/۴	۶۷/۶±۷/۸	۱۹۴±۲۶/۱	۳۰۳/۱±۲۷/۱	۳۵۶/۱±۳۶/۴	۵۳۳/۶±۷۱/۳

AST: آسپارتات آمینوترانسفراز (واحد بر لیتر)، ALT: آلانین آمینو ترانسفراز (واحد بر لیتر)، CK: کراتین کیناز (واحد بر لیتر) و LDH: لاکتات دهیدروژناز (واحد بر لیتر).

نتایج آزمون تی وابسته نشان داد که بین میانگین شاخص‌های AST، ALT، CK و LDH پیش و پس از مسابقه شبیه‌سازی‌شده نخست تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). به‌عبارت‌دیگر، مسابقه شبیه‌سازی‌شده تکواندو منجر به افزایش معنی‌دار در میزان شاخص‌های آسیب عضلانی در گروه غوطه‌وری در آب سرد نسبت به گروه کنترل‌شده است. همچنین نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که در کل مراحل پژوهش، میانگین شاخص‌های AST (P=۰/۰۰۱)، ALT (P=۰/۰۰۱)، CK (P=۰/۰۰۱) و LDH (P=۰/۰۰۱) گروه غوطه‌وری در آب سرد به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود. همان‌گونه که در تصویر ۱ نشان داده‌شده است، در بازگشت به حالت اولیه نخستین، بین میزان شاخص‌های AST، ALT، CK و LDH گروه‌های غوطه‌وری در آب سرد و کنترل تفاوت اندکی وجود دارد، اما با ادامه فرایند تحقیق، تفاوت بین دو گروه بیشتر شده است، به‌گونه‌ای که در پایان مسابقه چهارم، تفاوت بین دو گروه به بیشترین مقدار رسیده است که نشان‌دهنده‌ی اثرگذاری بیشتر غوطه‌وری در آب سرد پس از چندین مسابقه متوالی است.

در ادامه برای ساده‌سازی اثرات تعاملی، از آزمون‌های تعقیبی بونفرونی با فواصل اطمینان بوت استراپینگ استفاده شد و نتایج زیر به دست آمد:

۱- غوطه‌وری در آب سرد پس از مسابقه اول منجر به کاهش معنی‌دار میزان شاخص‌های AST (P=۰/۰۲۲)، ALT (P=۰/۰۰۴) و CK (P=۰/۰۰۸) شد، بااین‌حال بر میزان شاخص LDH تأثیر معنی‌داری نداشت (P=۰/۴۰۴).

۲- غوطه‌وری در آب سرد پس از مسابقه دوم منجر به کاهش معنی‌دار میزان شاخص‌های AST (P=۰/۰۳۵)، CK (P=۰/۰۰۸) و LDH (P=۰/۰۱۴) شد، بااین‌حال بر میزان شاخص ALT تأثیر معنی‌داری نداشت (P=۰/۴۵۱).

۳- غوطه‌وری در آب سرد پس از مسابقه دوم منجر به کاهش معنی‌دار میزان شاخص‌های AST (P=۰/۰۰۳)، CK (P=۰/۰۰۱) و LDH (P=۰/۰۰۴) تا پیش از مسابقه سوم شد، بااین‌حال بر میزان شاخص ALT تأثیر معنی‌داری نداشت (P=۰/۷۹۶).

۴- غوطه‌وری در آب سرد پس از مسابقه سوم منجر به کاهش معنی‌دار میزان شاخص‌های AST (P=۰/۰۰۱)، ALT (P=۰/۰۴۹)، CK (P=۰/۰۰۲) و LDH (P=۰/۰۲) شد.

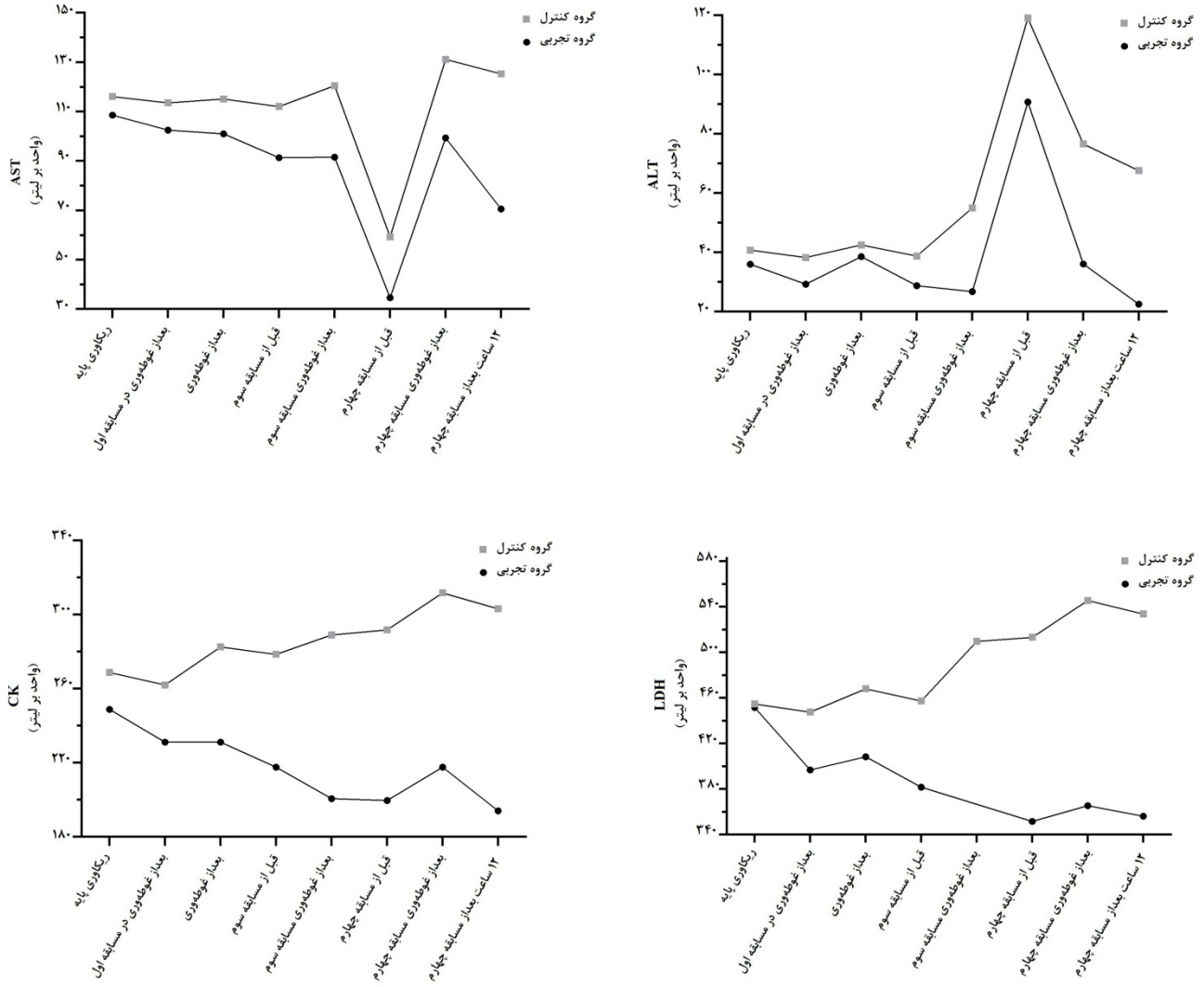
۵- غوطه‌وری در آب سرد پس از مسابقه سوم منجر به کاهش معنی‌دار میزان شاخص‌های AST (P=۰/۰۳۱)، ALT (P=۰/۰۱)، CK (P=۰/۰۰۱) و LDH (P=۰/۰۰۲) تا پیش از مسابقه چهارم شد.

۶- غوطه‌وری در آب سرد پس از مسابقه چهارم منجر به کاهش

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

معنی‌دار میزان شاخص‌های AST (P=۰/۰۰۷)، ALT (P=۰/۰۲)، CK (P=۰/۰۰۱) و LDH (P=۰/۰۰۸) شد.

۷- غوطه‌وری در آب سرد پس از مسابقه چهارم منجر به کاهش معنی‌دار میزان شاخص‌های AST (P=۰/۰۰۳)، ALT (P=۰/۰۰۳)، CK (P=۰/۰۰۱) و LDH (P=۰/۰۲) تا ۱۲ ساعت پس از مسابقه شد.



تصویر ۱. میانگین میزان تغییرات شاخص AST، ALT، CK و LDH (برحسب واحد بر لیتر) در گروه‌های تحقیق.

همان‌گونه که در تصویر ۱ نشان داده‌شده است، در تمام مراحل تحقیق با توجه به شبیه‌سازی مسابقه تکواندو و اعمال غوطه‌وری، تغییرات در شاخص AST، ALT، CK و LDH دیده می‌شود. شاخص‌های AST، ALT، CK و LDH در گروه غوطه‌وری در تمام مراحل تحقیق کمتر از گروه کنترل است که نشان‌دهنده‌ی اثر مداخله است.

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مسابقه شبیه‌سازی‌شده تکواندو در مرحله نخست، منجر به افزایش معنی‌دار در میزان شاخص‌های AST، ALT، CK و LDH شده است؛ بنابراین انجام مسابقه شبیه‌سازی‌شده تکواندو منجر به ایجاد آسیب عضلانی ناشی از فعالیت بدنی شده است. برخی پژوهشگران نشان داده‌اند که افزایش میزان این شاخص‌ها پس از انجام فعالیت‌های ورزشی، نشانه ایجاد آسیب در گروه‌های عضلانی بزرگ است که نشان می‌دهد فعالیت بدنی انجام‌شده برای ایجاد آسیب عضلانی از شدت مناسبی برخوردار

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

بوده است (۱۸). احتمالاً افزایش فعالیت آنزیم‌های درون‌سلولی به دنبال فعالیت‌های ورزشی، در نتیجه فرآیندهای مخربی است که از طریق عدم تعادل حیاتی سلول به‌ویژه به دلیل افزایش میزان کلسیم و فعال شدن واکنش‌های پروتئولیز اتفاق می‌افتد. در واقع در خستگی سوخت‌وسازی، به دنبال افزایش یون‌های کلسیم درون‌سلولی که باعث افزایش فعال‌سازی کانال‌های پتاسیمی می‌شود کاهشی را در مقاومت غشایی نشان می‌دهد. این پدیده منجر به افزایش خروج آنزیم‌ها از سلول‌های عضلانی به درون خون می‌شود (۲۰).

میانگین شاخص‌های AST، ALT، CK و LDH گروه غوطه‌وری در آب سرد در کل مراحل خون‌گیری به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود و در ادامه، میزان اختلاف میانگین شاخص‌ها دو گروه بیشتر شد. این یافته‌ها نشان‌دهنده‌ی اثرگذاری بیشتر غوطه‌وری در آب سرد نسبت به بازگشت به حالت اولیه غیرفعال پس از چند مسابقه متوالی است. هم‌راستا با این یافته‌ها، پوررحیم قورقچی و همکاران نشان دادند که تمرین مقاومتی همراه با غوطه‌وری در آب سرد می‌تواند آسیب عضلانی و التهاب را متعاقب فعالیت حاد کاهش دهد (۲۱). همچنین فانسکا[۸] و همکاران در بررسی استفاده از غوطه‌وری در آب سرد برای کاهش آسیب عضلانی و کوفتگی عضلانی تأخیری و حفظ قدرت عضلانی در ورزشکاران جیو-جیتسو[۹] نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد پس از یک فعالیت آسیب‌زا، موجب کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی مانند LDH، التهاب و کوفتگی عضلانی تأخیری می‌شود (۲۲). آنتونیو آسنسائو[۱۰] و همکاران نیز نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد بلافاصله پس از یک مسابقه فوتبال با تأثیر بر میزان CK و CRP[۱۱] باعث کاهش آسیب و درد عضلانی شده و احتمالاً به بهبود سریع‌تر عملکرد عصبی عضلانی کمک می‌کند (۲۳). از سوی دیگر، آرگوس[۱۲] و همکاران بیان کردند که غوطه‌وری در آب سرد پس از یک جلسه تمرین مقاومتی در ساعات اولیه، تأثیری بر بهبود بازگشت به حالت اولیه ندارد (۲۴). همچنین پیک[۱۳] و همکاران در بررسی اثرات غوطه‌وری در آب سرد بر التهاب و پاسخ‌های استرس سلولی در عضله اسکلتی انسان پس از تمرین مقاومتی نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد برای به حداقل رساندن پاسخ‌های التهابی و استرس در عضلات پس از تمرین مقاومتی مؤثرتر از بازگشت به حالت اولیه فعال نیست (۱۴). فرجنیا و همکاران در بررسی میزان تغییرات برخی شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکساید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و هیدروژن پراکساید پس از یک فعالیت سرعتی تکراری و به دنبال آن استفاده از غوطه‌وری در آب سرد نشان دادند که اگرچه میزان تغییرات عوامل آنزیمی آنتی‌اکسیدانی پس از فعالیت ورزشی سرعتی تکراری افزایش یافت، ولی غوطه‌وری در آب سرد تأثیری بر بازگشت به حالت اولیه این عوامل نداشت (۱۹). تفاوت‌های مشاهده‌شده در زمینه تأثیر غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های آسیب عضلانی، احتمالاً به نوع و شیوه غوطه‌وری در آب سرد و همچنین نوع تمرینات مورداستفاده در تحقیقات بستگی دارد.

پژوهشگران نشان داده‌اند که اجزای مختلف بازگشت به حالت اولیه ممکن است به روش‌های مختلفی گسترش یابند. در این رابطه، گزارش‌شده است که خستگی عضلانی و آسیب عضلانی دارای مکانیسم‌های خاصی (اختلال در ذخیره گلیکوژن، تخریب سارکومر، افزایش تجزیه پروتئین عضلانی و پاسخ‌های التهابی) هستند که باعث کاهش قدرت و ظرفیت کار عضلات می‌شوند. همچنین گزارش‌شده است که اختلال در عملکرد عضلات در پاسخ به آسیب عضلانی و مکانیسم‌های خستگی، بسته به شدت تمرین، ممکن است از چند ساعت تا هفت روز طول بکشد (۲۵). بیلی[۱۴] و همکاران نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد بلافاصله پس از آزمون دویدن شاتل، برخی از شاخص‌های آسیب عضلانی ناشی از فعالیت را کاهش می‌دهد (۱۷). وایل[۱۵] و همکاران پیشنهاد کردند که غوطه‌وری در آب سرد بلافاصله پس از آزمون دویدن تناوبی شاتل[۱۶]، متابولیسم عضلات را کاهش می‌دهد (۲۶).

سازوکارهای مرتبط با کاهش آزادسازی آنزیم‌ها در اثر غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت‌های ورزشی به‌طورکلی مشخص نیست. بااین‌حال در برخی پژوهش‌ها پیشنهادشده است که غوطه‌وری در آب سرد ممکن است انتشار پروتئین‌های درون عضله به سیستم لنفاوی یا میزان آسیب پس از ورزش را کاهش دهد. این شیوه بازگشت به حالت اولیه، همچنین سبب کاهش نفوذپذیری عروق و تضعیف پاسخ‌های التهابی می‌شود (۱۱). در حقیقت یکی از مشخصه‌های اصلی آسیب و التهاب در عضله به دنبال تمرین ورزشی، افزایش نفوذپذیری دیواره عروق است. نشان داده‌شده است که وقتی‌که آنزیم CK به سیستم لنفاوی منتشر می‌شود، این احتمال وجود دارد که کاهش نفوذپذیری عروق به دنبال غوطه‌وری در آب سرد سرعت و میزان انتشار CK از عضله را کاهش دهد (۲۳). علاوه بر این، تغییرات CK بااحساس درد رابطه دارد که می‌تواند از طریق غوطه‌وری در آب سرد کاهش یابد. همچنین آب سرد هم باعث کاهش رهایش CK و هم افزایش پاک‌سازی آن می‌شود (۲۷). از دیگر سازوکارهای مرتبط با تأثیر غوطه‌وری در آب سرد بر کاهش درد و آسیب عضلانی، می‌توان به کاهش فعالیت انتقال‌دهنده‌های عصبی، کاهش فعالیت

۸. Fonseca
۹. Jiu-Jitsu
۱۰. António Ascensão
۱۱. C-reactive protein
۱۲. Argus
۱۳. Peake
۱۴. Bailey
۱۵. Vaile
۱۶. Intermittent shuttle running

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

پایانه‌های عصبی آزاد و افزایش آستانه درد اشاره کرد. این سازوکارها با کاهش درد باعث کاهش گرفتگی در عضلات می‌شوند (۲۸). به نظر می‌رسد فشار ناشی از غوطه‌وری در آب سرد سبب افزایش فشردگی عضلانی- عروقی می‌شود و به این ترتیب در کاهش التهاب و تورم و کم شدن پاسخ‌های ایمنی مؤثر است. همچنین نشان داده‌شده است که غوطه‌وری در آب سرد با کاهش میزان و سرعت سوخت‌وساز و نیز کاهش نیاز سلول‌ها به اکسیژن برای انجام اعمال سوخت و سازی همراه است. این سازوکارها، میزان مرگ سلولی ناشی از کمبود اکسیژن که خود نتیجه انقباضات عروقی مکرر است را کاهش می‌دهد (۲۷).

در برخی تحقیقات نشان داده‌شده است که غوطه‌وری در آب سرد، از فرآیندهای التهابی ناشی از تمرین ورزشی پیشگیری می‌کند. علاوه بر این، کاهش سرعت انتقال عصبی و اسپاسم عضلانی (۲۸)،کاهش سرعت جفت شدن اکتین- میوزین، انتقال سریع‌تر مواد اضافی ناشی از متابولیسم به خارج از عضلات، تسهیل در انتقال مایعات، افزایش برون‌ده قلبی، افزایش جریان خون، افزایش حجم پلاسما (۱۵) و کاهش انتقال شاخص‌های آسیب عضله از بافت به خون در اثر استفاده از غوطه‌وری در آب سرد مشاهده‌شده است. از دیگر سازوکارهای مرتبط با اثرات غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت‌های بی‌هوازی می‌توان به کاهش میزان سلول‌های سفید خون و شاخص‌های آسیب عضلانی اشاره کرد که منجر به تسریع روند بازگشت به حالت اولیه و افزایش سرعت پاک‌سازی CK از خون می‌شود (۲۱, ۲۳).

در خصوص تأثیر غوطه‌وری در آب سرد بر آنزیم‌های AST و ALT، برخی تحقیقات انجام‌شده با پژوهش حاضر همسو و برخی دیگر نتایجی مخالف پژوهش حاضر را نشان داده‌اند. جسوس سکو کالواو[۱۷] و همکاران در تحقیقی به بررسی اثر غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های آسیب عضلانی بازیکنان بسکتبال در یک فصل مسابقاتی پرداختند. یافته‌های آنان نشان داد که غوطه‌وری در آب سرد نسبت به بازگشت به حالت اولیه بدون آب سرد منجر به کاهش میزان آنزیم‌های LDH، AST و ALT در طول فصل مسابقات می‌شود (۲۹). این نتایج با تحقیق حاضر همخوانی دارد اگرچه در تحقیق حاضر تأثیر غوطه‌وری در آب سرد در طول فصل مسابقات ارزیابی نشده است. فونسکا و همکاران در تحقیق خود نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد تأثیری بر میزان آنزیم‌های AST و ALT ندارد (۲۲). لطفی و همکاران نیز نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد تأثیری بر میزان آنزیم‌های AST و ALT ندارد و به نظر می‌رسد استفاده از این روش بازیافت می‌تواند اثرات پاسخ‌های مثبت سازگاری ناشی از تمرین را در ورزشکاران رشته ورزشی ووشو کاهش داده و اثرات بلندمدت منفی بر عملکرد ورزشکاران بگذارد (۳۰). این یافته‌ها با تحقیق حاضر همخوانی ندارد. علت این اختلاف می‌تواند ناشی از نحوه اجرای پروتکل پژوهش، مدت‌زمان غوطه‌وری، دمای آب سرد و میزان آمادگی آزمودنی‌ها باشد. فواید بالقوه روش غوطه‌وری در آب سرد به کاهش دمای بافت عضله همراه با اثرات فشار هیدرو استاتیک بستگی دارد. مکانیسم‌های احتمالی ناشی از این سودمندی‌ها، کاهش پرفیوژن میکرو واسکیولار[۱۸] و متابولیسم موضعی است که التهاب، تورم، آسیب و کوفتگی را کاهش می‌دهد. روش غوطه‌وری در آب سرد با تسهیل در حذف متابولیت‌های عضلانی، بهبودی پس از تمرین را به دنبال دارد. اجرای این روش، پس از تمرین یا مسابقه و پیش از تمرین یا مسابقه بعدی می‌تواند به بهبود عملکرد در دستگاه پاراسمپاتیک نیز منجر شود (۱۲). تغییرات فیزیولوژیک ناشی از غوطه‌وری در آب سرد ممکن است شامل فعال‌سازی مجدد پاراسمپاتیک (۳۱)، کاهش جریان خون پوستی (۳۲)، تغییر جهت حرکت مایع داخل سلولی به داخل عروق، کاهش تورم در عضله و افزایش برون‌ده قلبی باشد. این عوامل می‌تواند باعث افزایش جریان خون و افزایش حمل‌ونقل مواد زائد شود (۳۱). از طرف دیگر، باید در نظر بگیریم که ترکیبی از عوامل فیزیولوژیک و روان‌شناختی می‌تواند نقش مهمی در ادراک و آگاهی افراد شرکت‌کننده در پژوهش داشته باشد که در نتیجه به‌طور بالقوه بازگشت به حالت اولیه را تقویت می‌کند. به‌ویژه ممکن است یک مزیت روانی (کاهش احساس خستگی در هنگام غوطه‌وری در آب سرد) برای ورزشکاران وجود داشته باشد. همچنین باید به تفاوت در ترکیب بدنی مانند چربی بدن و توده بدن، در اثرات فردی پروتکل‌های غوطه‌وری در آب سرد توجه شود (۳۳).

از محدودیت‌ها تحقیق، عدم بررسی قدرت و توانایی عضلانی در مسابقات شبیه‌سازی‌شده بود چرا که ممکن است غوطه‌وری در آب، علاوه بر کاهش این شاخص‌های خستگی بیان شده در تحقیق، اثر کاهشی بر عملکرد ورزشکار در مسابقات داشته باشد. هرچند با بررسی ادبیات تحقیقی این نتیجه حاصل نشده بود اما بررسی این فاکتور جسمانی مهم برای بیان بهبود عملکرد فرد پس از غوطه وری در آب لازم به نظر می‌رسد.

به‌طورکلی یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که غوطه‌وری در آب سرد نسبت به بازگشت به حالت اولیه غیرفعال پس از چند مسابقه متوالی تکواندو، دارای اثربخشی بیشتری است؛ بنابراین به نظر می‌رسد، می‌توان برای به حداقل رساندن دوره آسیب و کوفتگی عضلانی و همچنین برای داشتن بازگشت به حالت اولیه بهتر در زمان‌های کم، از غوطه‌وری در آب سرد استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات غوطه‌وری در آب سرد به شاخص قدرت نیز توجه شود و برای بهره‌برداری بیشتر از مزایای روش‌های درمانی (روش‌هایی که کم‌هزینه هستند و به کمترین تجهیزات نیاز دارند) در

۱۷. Jesús Seco Calvo

۱۸. Microvascular perfusion

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

بازگشت به حالت اولیه به دلیل خستگی عضلات، تحقیقات بیشتری صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان لازم می‌دانند که از تمام تکواندوکارانی که در پیشبرد این تحقیق با شکیبایی همکاری کردند تشکر کنند. پروتکل تحقیق توسط کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه امام خمینی قزوین با شماره ref. No. ۱۷۶۲۸ تأیید شده است.

References

1. Lv Q. Research on the physical fatigue recovery and Training Method of Taekwondo Athletes. InInternational Symposium on Social Science 2015 Aug (pp. 29-30).

2. Lystad RP, Alevras A, Rudy I, Soligard T, Engebretsen L. Injury incidence, severity and profile in Olympic combat sports: a comparative analysis of 7712 athlete exposures from three consecutive Olympic Games. British journal of sports medicine. 2021;55(19):1077-83.

3. Wiese-Bjornstal DM. Psychology and socioculture affect injury risk, response, and recovery in high-intensity athletes: a consensus statement. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2010;20(2):103-11.

4. Bessa A, Nissenbaum M, Monteiro A, Gandra PG, Nunes L, Bassini-Cameron A, et al. High-intensity ultraendurance promotes early release of muscle injury markers. British journal of sports medicine. 2008;42(11):889-93.

5. Lin W-T, Yang S-C, Tsai S-C, Huang C-C, Lee N-Y. L-Arginine attenuates xanthine oxidase and myeloperoxidase activities in hearts of rats during exhaustive exercise. British journal of nutrition. 2006;95(1):67-75.

6. Sedaghat M, Rashidi M, Izadi M. The Effect of Creatine Supplementation on CK, LDH after A Session Intense Exercise. Knowledge and Health. 2018;12(4):40-6.

7. Wilkinson DJ, Hossain T, Hill DS, Phillips BE, Crossland H, Williams J, et al. Effects of leucine and its metabolite β-hydroxy-β-methylbutyrate on human skeletal muscle protein metabolism. The Journal of physiology. 2013;591(11):2911-23.

8. Garcia JR. The Effects Of A Single Bout Of Self-~ Myofascial Release On Flexibility And Maximum Voluntary Contraction: Jonathan Robert Garcia, University of Nevada, Las Vegas; 2014.

9. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. Sports medicine. 2005;35(3):235-56.

10. Rey E, Lago-Peñas C, Casáis L, Lago-Ballesteros J. The effect of immediate post-training active and passive recovery interventions on anaerobic performance and lower limb flexibility in professional soccer players. Journal of human kinetics. 2012;31:121-9.

11. Park E-H, Choi S-W, Yang Y-K. Cold-Water Immersion Promotes Antioxidant Enzyme Activation in Elite Taekwondo Athletes. Applied Sciences. 2021;11(6):2855.

12. Ihsan M, Watson G, Abbiss CR. What are the physiological mechanisms for post-exercise cold water immersion in the recovery from prolonged endurance and intermittent exercise? Sports Medicine. 2016;46(8):1095-109.

13. An J, Lee I, Yi Y. The thermal effects of water immersion on health outcomes: an integrative review. International journal of environmental research and public health. 2019;16(7):1280.

14. Peake JM, Roberts LA, Figueiredo VC, Egner

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

I, Krog S, Aas SN, et al. The effects of cold water immersion and active recovery on inflammation and cell stress responses in human skeletal muscle after resistance exercise. The Journal of physiology. 2017;595(3):695-711.

15. Bleakley CM, Davison GW. What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. British journal of sports medicine. 2010;44(3):179-87.

16. Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. Postexercise cold water immersion benefits are not greater than the placebo effect. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2014;46(11):2139-47.

17. Bailey D, Erith S, Griffin P, Dowson A, Brewer D, Gant N, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. Journal of sports sciences. 2007;25(11):1163-70.

18. Hohenauer E, Costello JT, Deliens T, Clarys P, Stoop R, Clijsen R. Partial-body cryotherapy (− 135° C) and cold-water immersion (10° C) after muscle damage in females. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2020;30(3):485-95.

19. Farajnia S, kordi m, shabkhiz f. The effect of cold water immersion and repeated sprint activities on antioxidant factors in trained men. Journal of Sport Biosciences. 2020;12(1):17-30.

20. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. Clinics in sports medicine. 2008;27(1):1-18.

21. Pourrahim Ghouroghchi A, Ahmadzadeh A, Afroundeh R. The effect of 8-weeks of resistance training and cold water immersion on muscle damage and inflammation responses following acute resistance training in futsal players men. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2021;9(17):32-45.

22. Fonseca LB, Brito CJ, Silva RJS, Silva-Grigoletto ME, da Silva WM, Franchini E. Use of cold-water immersion to reduce muscle damage and delayed-onset muscle soreness and preserve muscle power in jiu-jitsu athletes. Journal of Athletic Training. 2016;51(7):540-9.

23. 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.

24. Argus CK, Broatch JR, Petersen AC, Polman R, Bishop DJ, Halson S. Cold-water immersion and contrast water therapy: no improvement of short-term recovery after resistance training. International journal of sports physiology and performance. 2017;12(7):886-92.

25. Su W, Rong J, Zha S, Yan M, Fang J, Liu G. Ocean acidification affects the cytoskeleton, lysozymes, and nitric oxide of hemocytes: a possible explanation for the hampered phagocytosis in blood clams, Tegillarca granosa. Frontiers in physiology. 2018;9:619.

26. Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. Journal of sports sciences. 2008;26(5):431-40.

27. Pournot H, Bieuzen F, Duffield R, Lepretre P-M, Cozzolino C, Hausswirth C. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise. European journal of applied physiology. 2011;111(7):1287-98.

28. Greenwood JD, Moses GE, Bernardino FM, Gaesser GA, Weltman A. Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. Journal of Sports Sciences. 2008;26(1):29-34.

29. Seco-Calvo J, Mielgo-Ayuso J, Calvo-Lobo C,

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.

32. Mawhinney C, Jones H, Low DA, Green DJ, Howatson G, Gregson W. Influence of cold-water immersion on limb blood flow after resistance exercise. European journal of sport science. 2017;17(5):519-29.

33. Stephens JM, Halson SL, Miller J, Slater GJ, Chapman DW, Askew CD. Effect of body composition on physiological responses to cold-water immersion and the recovery of exercise performance. International journal of sports physiology and performance. 2018;13(3):382-9.

Córdova A. Cold water immersion as a strategy for muscle recovery in professional basketball players during the competitive season. Journal of sport rehabilitation. 2020;29(3):301-9.

30. Lotfi N, Karimi A. The effect of cold water immersion following a Wushu training session on the anabolic environment of the body. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2020.

31. Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological response to water immersion. Sports medicine. 2006;36(9):747-.٦٥

این مقاله تحت لیسانس Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 4.0) منتشر و از آدرس http://journals.sbmu.ac.ir/spip قابل دریافت می باشد.