Journal of Ardabil University of Medical Sciences

Vol. 20, No. 4, Winter 2021, Pages 533-550

The Effect of Eight Weeks of Resistance Training-Cold Water Immersion and Curcumin Supplementation on Muscle Injury and Inflammatory Response Following Acute Strength Activity in Futsal Players Men

Ahmadzadeh A, Pourrahim Ghoroughchi A*, Afroundeh R

Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh-e-Ardabili, Ardabil, Iran
*** *Corresponding author*:** Tel: +989124807832, Fax: +984533520457, E-mail: amenehpoorrahim@yahoo.com

Received: May 1, 2021 Accepted: Jun 20, 2021

ABSTRACT

Background & objectives: Minimizing muscle damage and inflammation can boost the immune system and improve sport performance. The aim of this study was to investigate the effect of 8 weeks of resistance training-cold water immersion and curcumin supplementation on muscle injury and inflammation following a session of acute strength activity in futsal players men.

Methods: twenty futsalist volunteered to participate in the study and were randomly assigned to experimental and control groups. Blood sampling was performed after 12 hours of night fasting during four stages. After the first phase of blood sampling, both groups were performed one session of acute circular strength training, then, the second phase blood sampling was performed. 48 hours later, the experimental group performed 8 weeks of circular resistance training, three sessions per week as in the acute strength training and were immersed immediately after exercise, 20minutes at 5-10°C in cold water and used 150mg curcumin supplementation. Forty eight hours after the last training session and last using curcumin, blood sampling was performed in both groups. Then, both experimental and control groups performed the second acute circular strength training and the fourth stage blood sampling was performed. The differences of variables at different time intervals were compared with 2×4 two-way ANOVA and differences between the two groups were investigated with Independent-Samples T-Test at significance level of $p<0.05$.

Results: Creatine kinase and white blood cells significantly increased in both groups after the first acute strength activity ($p=0.049$). Performing 8 weeks of resistance training-cold water immersion and curcumin supplementation, significantly decreased creatine kinase and white blood cell counts ($p=0.024$). Also, 8 weeks of resistance training-cold water immersion and curcumin supplementation, significantly reduced creatine kinase and white blood cells following acute second strength activity ($p=0.021$).

Conclusion: Appears to, 8-week resistance training-cold water immersion and curcumin supplementation following a session of acute strength training reduce muscle injury and inflammation in futsal players men.

Keywords: Resistance Training; Cold Water Immersion, Curcumin Supplementation; Creatine Kinase; White Blood Cells

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

اثر تعاملی هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی- غوطه‌وری درآب سرد بر شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی متعاقب فعالیت قدرتی حاد در مردان فوتسالیست

علی احمدزاده، آمنه پوررحیم قورقچی*، رقیه افرونده

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۲٤۸۰۷۸۳۲ پست الکترونیک: amenehpoorrahim@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: به حداقل رساندن آسیب و التهاب عضلانی می‌تواند در تقویت سیستم ایمنی و بهبود اجراهای ورزشی مؤثر باشد. هدف این تحقیق، بررسی اثر هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی- غوطه وری در آب سرد بر آسیب عضلانی و التهاب متعاقب یک جلسه فعالیت قدرتی حاد در مردان فوتسالیست بود.

روش کار: ۲۰ فوتسالیست داوطلب شرکت در تحقیق، به‌طور تصادفی در گروه‌های کنترل و تجربی قرارگرفتند. خونگیری بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه طی چهار مرحله انجام شد. پس از خونگیری اول، هر دو گروه، تمرین قدرتی حاد دایره‌ای را انجام دادند. سپس، خونگیری دوم انجام شد. ٤۸ ساعت بعد، گروه تجربی، هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای که بلافاصله بعد تمرین، ۲۰ دقیقه در آب سرد ۱۰-۵ ^{o}C غوطه ور می‌شدند و سه روز در هفته، ۱۵۰میلی‌گرم مکمل کورکومین مصرف می کردند را انجام دادند. ٤۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین و مکمل‌گیری، خونگیری سوم از هر دو گروه انجام شد. سپس هر دو گروه تجربی و کنترل، تمرین حاد قدرتی دایره‌ای دوم را انجام دادند و در نهایت، خونگیری چهارم صورت گرفت. تفاوت متغیرها در فواصل زمانی مختلف با آنالیز واریانس دو راهه ٤×۲ و تفاوت دو گروه با t- مستقل در سطح معنی داری $p<۰/۰۵$ بررسی شد.

یافته‌ها: کراتین‌کیناز و گلبول‌های سفید خون متعاقب فعالیت قدرتی حاد اول، در هر دو گروه به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p=۰/۰٤۹$). هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی-غوطه‌وری در آب سرد، کراتین‌کیناز و گلبول‌های سفید خون را به طور معنی‌داری کاهش داد ($p=۰/۰۲٤$). همچنین، هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد، کراتین‌کیناز و گلبول‌های سفید خون را متعاقب فعالیت قدرتی حاد دوم به‌طور معنی‌داری کاهش داد ($p=۰/۰۲۱$).

نتیجه گیری: به نظرمی‌رسد، هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد، آسیب عضلانی و التهاب را متعاقب فعالیت قدرتی حاد در مردان فوتسالیست کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، غوطه‌وری در آب سرد، مکمل کورکومین، کراتین‌کیناز، گلبول‌های سفید خون

دریافت: ۱٤۰۰/۲/۱۱ **پذیرش:** ۱٤۰۰/۳/۳۰

مقدمه

فوتبال پرطرفدارترین و محبوب‌ترین ورزش در دنیا است و بسیاری از کشورهای جهان آن را اولین ورزش ملی خود می‌دانند [۱]. فوتبال، در کشور ایران نیز رایج‌ترین و پرطرفدارترین ورزش می‌باشد [۲] و در مقایسه با تمامی رشته‌ها، بیشترین تعداد ورزشکار را

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

به خود اختصاص داده است و به تبع آن فوتسال نیز با توجه به گسترش امکانات ورزشی، از این قاعده مستثنی نیست. به نظر می‌رسد یکی از دلایل احتمالی افزایش شرکت‌کنندگان در ورزش فوتسال، ایمنی و کم‌خطر بودن آن است. این درحالی است که چندین تحقیق میزان بروز آسیب در فوتسال را ۲ تا ۶ برابر آسیب‌های فوتبال که به عنوان یک ورزش پر آسیب در نظر گرفته می‌شود، گزارش کرده‌اند [۱]. اکثرآسیب‌های فوتسال مربوط به پایین تنه می‌باشد [۳]. گرم نکردن بدن قبل از شروع تمرینات و عدم اجرای تمرینات بهینه ریکاوری پس از تمرین به ویژه تمرینات مقاومتی به عنوان مهم‌ترین مکانیسم آسیب‌های اسکلتی- عضلانی می‌باشند. بنابراین افزایش دانش و آگاهی مربیان و مسئولین ورزش می‌تواند موجب کاهش میزان آسیب بازیکنان در دوره‌های تمرینی و ریکاوری شده و پیشگیری‌های لازم را به عمل آورند [٤]. آسیب عضلانی و متعاقب آن درد، کوفتگی و التهاب، یک تجربه معمول و شایع پس از انجام فعالیت‌های غیر معمول شدید و خصوصاً پس از فعالیت‌های مقاومتی می‌باشد [۵] که در آن شاخص‌های آسیب عضلانی و تعداد گلبول‌های سفید خون[1] متعاقب فعالیت ورزشی مقاومتی افزایش می‌یابد. بنابراین، ممکن است متناسب با افزایش مدت، شدت و سرعت انقباض و فشار ناشی از آن، میزان آسیب عضلانی و پاسخ التهابی نیز تغییر یابد. سازگاری و اثرات ضدالتهابی فعالیت ورزشی مقاومتی به مدت و شدت تمرین بستگی دارد [۶]. لذا، کاهش آسیب عضلانی پس از فعالیت از طریق کاهش پاسخ‌های التهابی امری حیاتی به نظر می‌رسد. در تحقیقات متعدد برای اندازه گیری آسیب عضلانی که با تعدادی ازعلائم از جمله درد، تورم، التهاب و کوفتگی عضلانی تأخیری[2] و کاهش تولید نیروی بیشینه، اختلال در ساختار سارکولما، ماتریکس خارج سلولی، افزایش پروتئین‌های اندازه‌گیری‌شده در پلاسما و استرس اکسایشی همراه است و منجر به اختلال در ساختار و عملکرد عضله می‌شود، از شاخص سرمی کراتین کیناز[3] که از محیط درون سلولی به خون انتشار می‌یابد، استفاده شده است [۷]. بالا رفتن این آنزیم با مقدار آسیب عضله اسکلتی و التهاب متناسب است [۸] و به پزشکان و مربیان جهت مشخص‌کردن سطوح فعالیت و نوع سازگاری متابولیکی به تمرین کمک می‌کند [۹].

فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت و بلندمدت با شدت‌ها و درجه‌های مختلف بر عوامل ایمنی و التهابی در دوران کودکی و بزرگسالی تأثیر می‌گذارند [۱۰] و با افزایش شدت فعالیت ورزشی، پاسخ‌های التهابی و گلبول‌های سفید خون ایجاد می‌شود و بروز آسیب عضلانی به دنبال فعالیت شدید سبب تضعیف سیستم ایمنی می‌شود. بنابراین به حداقل رساندن آسیب عضلانی، می‌تواند در کاهش التهاب و تقویت سیستم ایمنی و بهبود اجراهای بعدی مؤثر باشد [۱۱]. در همین راستا، امروزه از سرما درمانی در زمینه پزشکی- ورزشی برای سرعت بخشیدن به ریکاوری و بهبود عملکرد ورزشی پس از فعالیت ورزشی شدید استفاده می‌شود. با توجه به اثرات مثبت استفاده از غوطه‌وری در آب سرد جهت ریکاوری پس از فعالیت، این روش به طور گسترده استفاده می‌شود [۱۲]. همچنین کاهش آسیب عضلانی پس از فعالیت از طریق کاهش پاسخهای التهابی امری حیاتی به نظر می‌رسد. یکی از روش‌های مقابله با این آسیب، مصرف مکمل‌های غذایی ضدالتهابی و آنتی اکسیدانی است [۱۳]. مدارک و شواهد موجود نشان‌دهنده این است که کورکومین، فعال‌ترین جزءِ زردچوبه [١٤]، به‌شدت ضدالتهاب، آنتی‌اکسیدان، التیام‌بخش زخم و دارای فعالیت آنتی میکروبی است [۱۵] و پتانسیل درمانی فوق‌العاده‌ای علیه بیماری‌های عصبی، تورم مفاصل و غیره دارد و مهم‌ترین اثرات بیولوژیکی

[1] White Blood Cells
[2] Delayed Onset Muscle Soreness
[3] Creatine Kinase

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

کورکومین خواص ضدالتهابی و کاهش تولید انواع رادیکال‌های آزاد است [۱۶]. به همین علت در طب چینی، زردچوبه به عنوان داروی موضعی- خوراکی برای درمان التهاب و آسیب به کار می‌رود [۱۷]. غوطه وری در آب سرد سبب کاهش فرایند التهاب ایجادشده در اثر تمرین، کاهش سرعت انتقال عصبی و اسپاسم عضلانی [۱۸]، کاهش سرعت جفت‌شدن اکتین- میوزین، تأخیر و کاهش پاسخ الکتریکی عضله [۱۹]، مهار چرخه درد- اسپاسم، کاهش تورم و التهاب بافتی، انتقال سریع‌تر مواد زاید (مانند لاکتات) به خارج از عضلات، انتقال مایعات، افزایش برون‌ده قلبی، افزایش جریان خون و نیز افزایش حجم پلاسما [۱۲] و کاهش انتقال شاخص‌های آسیب عضله از بافت به خون می‌شود. علاوه بر این شناوری در آب سرد پس از فعالیت‌های بی‌هوازی می‌تواند سبب کاهش تعداد گلبول‌های سفید و شاخص‌های آسیب عضلانی شود و روند ریکاوری را تسریع بخشد [۲۰] و سبب افزایش سرعت پاکسازی کراتین از خون شود و انقباض عروقی ناشی از شناوری در آب سرد سبب کاهش احساس درد در عضلات و التهاب شود [۲۱]. مهم‌ترین خاصیت کورکومین، خاصیت ضدالتهابی و ضداکسایشی آن می‌باشد [۲۲]. اثرات کورکومین به عنوان یک ترکیب آنتی اکسیدان، ضدالتهاب و ضد تکثیر سلول باعث شده است تا به عنوان یک مکمل ارزشمند در پیشگیری و درمان طیف وسیعی از عوارض ناشی از تمرین استفاده گردد [۲۳]. بنابراین به نظر می‌رسد، می‌توان برای به حداقل رساندن دوره آسیب و کوفتگی عضلانی و همچنین برای داشتن بازیافت بهتر در زمان‌های کم مانند آنچه در رویدادها یا تمرینات سنگین رخ می‌دهد، از غوطه‌وری در آب سرد استفاده شود [۲٤] و همچنین مصرف مکمل کورکومین پس از فعالیت مقاومتی حاد می‌تواند با خواص ضد درد، ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی خود، باعث کاهش استرس اکسایش، فاکتورهای آسیب عضلانی، درد، التهاب [۲۵،۲۶]، کاهش خستگی و کاهش کوفتگی عضلانی و فعالیت کینازی شود [۲۷]. در زمینه غوطه‌وری در آب سرد، فانسکا[1] و همکاران نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد پس از یک فعالیت آسیب‌زا، موجب کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی، التهاب و کوفتکی عضلانی تأخیری می‌شود [۲۸]. تاوارس[2] و همکاران نیز در تحقیق خود، نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد در ورزش‌های تیمی باعث کاهش تورم، التهاب ناشی از آسیب عضلانی، اسپاسم عضلانی و درد، خستگی و افزایش اکسیژن‌رسانی عضلات می‌شود [۲۹]. در حالی‌که تحقیق آرگوس[3] و همکاران نشان داد که غوطه‌وری در آب سرد به دنبال یک جلسه تمرین مقاومتی در ساعات اولیه ریکاوری، باعث بهبود ریکاوری و بازگشت به حالت اولیه نمی‌شود [۳۰] و همچنین در تحقیق پیک[4] و همکاران غوطه‌وری در آب سرد در مقایسه با ریکاوری فعال، باعث کاهش آسیب عضلانی، التهاب و استرس اکسیداتیو ناشی از یک جلسه تمرین مقاومتی نشد [۳۱]. در تحقیق موریرا[5] و همکاران غوطه‌وری در آب سرد در عملکرد بی هوازی تأثیری نداشت و درد عضلانی را بهبود نبخشید [۳۲]. در تحقیق فریتاس[6] و همکاران نیز، غوطه‌وری در آب سرد بر عملکرد، آسیب عضلانی، نشانگرهای التهابی و واسطه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن تأثیری نداشت [۳۳]. در زمینه مصرف مکمل کورکومین نیز دروبنیک[7] و همکاران نشان دادند که مصرف کورکومین بعد از فعالیت مقاومتی باعث کاهش آسیب و التهاب عضلانی، کوفتگی عضلانی تأخیری و درد می‌شود [۲۵]. در حالی که نورانی و همکاران نشان دادند که مصرف مکمل کورکومین پس از فعالیت مقاومتی درمانده ساز، بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی تأثیر قابل توجهی

[1] Fanesca
[2] Tavares
[3] Argus
[4] Peake
[5] Moreira
[6] Fritase
[7] Drobnic

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

نداشت ولی با این وجود موجب افزایش فعالیت این آنزیم‌ها و مانع از دست رفتن سریع آن‌ها شد [۲۳]. غوطه‌وری در آب سرد یکی از روش‌های رایج ریکاوری و کورکومین نیز از مکمل‌های غذایی ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی است که توسط مربیان و ورزشکاران استفاده می‌شود ولی نتایج تحقیقات در مورد استفاده از غوطه وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین متناقض می‌باشد که ضرورت تحقیقات و پژوهش‌های بیشتری را ایجاب می‌کند. همان‌طور که در بالا ذکر شد، تحقیقات گذشته اثر یک‌جلسه‌ای تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد را بر شاخص‌های آسیب عضلانی و التهابی در ورزشکاران بررسی کرده‌اند و در برخی تحقیقات اشاره شده است: نقش مصرف مکمل کورکومین در کاهش آسیب عضلانی در ترکیب با تمرینات شدید می‌باشد و به تنهایی تأثیر معنی‌داری ندارد و تاکنون به تأثیرات مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی-غوطه وری در آب سرد به صورت ترکیبی پرداخته نشده است. از طرفی، هدف تمامی مربیان و ورزشکاران فوتسال کاهش آسیب عضلانی و التهاب جهت بهبود عملکرد در ورزش فوتسال پس از تمرینات مقاومتی است که این تمرینات جزیی از برنامه‌های آمادگی جسمانی فوتسالیست‌ها می‌باشد. بنابراین در تحقیق حاضر، اثر هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد به همراه مصرف مکمل کورکومین بر شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی متعاقب فعالیت قدرتی حاد در مردان فوتسالیست بررسی گردید.

روش کار

تحقیق حاضر نیمه تجربی و به لحاظ هدف کاربردی و طرح تحقیق نیز، متقاطع با گروه کنترل بود. نمونه آماری ۲۰ نفر از مردان فوتسالیست ۳۰-۲۰ ساله با میانگین سنی ۳/۰۲±۲۵/۷۰ سال، میانگین قد ۵/۳۷±۱۷۷/۸۰ سانتی‌متر، میانگین وزن ۸/۰۳±۷۶/۲۸ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی ۲/۴۶±۲۴/۶۶ کیلوگرم بر مترمربع بودند؛ که به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و به طور تصادفی به دو گروه تجربی (n=۱۰) و کنترل (n=۱۰) تقسیم شدند. نمونه با استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه در مطالعات تجربی، با در نظرگرفتن خطای نوع اول مساوی با ۰/۰۵، ۱۰ نفر در هر گروه تعیین شد. تعداد اندازه نمونه از طریق فرمول زیر برآورد شد که در آن S=۱۴ (انحراف استاندارد) و D=۸ (دقت احتمالی) از منابع قبلی و Z از جدول ارزش‌های بحرانی تعیین شد.

$$n = \frac{S_X^2 \times Z_{\alpha/2}^2}{D^2}$$

همچنین، تعداد نمونه در مطالعات پیشین مربوط به تحقیق و در جدول مورگان ۱۰ نفر بود [۳۴،۳۵]. افراد شرکت‌کننده در تحقیق به صورت دو به دو در ویژگی‌های جسمانی همتا شدند و هر فرد از طریق قرعه‌کشی در یکی از دو گروه تمرین یا کنترل قرار گفتند. اندازه اثر نیز در سطح معنی‌داری $p<$۰/۰۵ به دست آمد.

معیارهای ورود و خروج از تحقیق شامل عدم مصرف الکل و غیرسیگاری‌بودن، نداشتن هیچ‌گونه سابقه بیماری عضلانی، التهابی و انعقادی، بیماری قلبی- عروقی، فشارخون، آسیب‌اندام تحتانی، اختلالات خواب و عدم مصرف دارو، مکمل و کافئین در طی آزمون‌ها بود. ابتدا آزمودنی‌ها در یک جلسه هماهنگ شده با اهداف تحقیق آشنا شدند و پرسشنامه‌های مربوط به تندرستی و سلامت، آمادگی و رضایت‌نامه را تکمیل کردند. سپس به منظور آشنایی با حرکات، دستگاه‌های مورد استفاده، شیوه مناسب جا به جا کردن وزنه‌ها، تکنیک صحیح نفس‌گیری و جمع‌آوری ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها مانند: قد، وزن، شاخص توده بدنی[1] و برآورد یک تکرار بیشینه از طریق فرمول

[1] Body Mass Index

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

برزیسکی[1] در حرکات موردنظر، در سالن آمادگی جسمانی و بدنسازی حضور یافتند و توضیحات کاملی در مورد نحوه غوطه‌وری در آب سرد، مصرف مکمل کورکومین، تمرینات مقاومتی و نحوه اندازه گیری شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی به آنها داده شد. خونگیری مرحله اول بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه از هردو گروه تجربی و کنترل انجام شد و سپس آزمودنی‌های گروه تجربی، جلسه تمرین قدرتی حاد دایره‌ای را در ۵ ایستگاه (حرکات شامل: اسکات، پرس سینه، پرس پا، جلو بازو و سرشانه با هالتر)، هر ایستگاه شامل سه نوبت با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه در ۸ تا ۱۰ تکرار با ۹۰ ثانیه استراحت بین نوبت‌ها و بین هر ایستگاه ۵ دقیقه استراحت انجام دادند و خونگیری مرحله دوم با فاصله یک ساعت از اجرای تمرین قدرتی حاد اول در هر دو گروه تمرین و کنترل صورت گرفت و پس از آن با فاصله ٤٨ ساعته از این مرحله، آزمودنی‌های گروه تجربی تمرین مقاومتی را به مدت هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای، سه جلسه در هفته همانند جلسه قدرتی حاد انجام دادند و بلافاصله پس از جلسات تمرین مقاومتی به مدت ۲۰ دقیقه در آب سرد با دمای ^{o}C ۱۰-۵ غوطه‌ور شدند و ۱۵۰ میلی گرم مکمل کورکومین را به صورت یک قرص در سه روز در هفته بعد از صرف صبحانه مصرف نمودند. ٤٨ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی هشت هفته تمرین مقاومتی-غوطه وری در آب سرد و آخرین مصرف مکمل کورکومین، خونگیری مرحله سوم بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه در هر دو گروه تجربی و کنترل، قبل از جلسه حاد قدرتی دایره‌ای دوم انجام شد. سپس آزمودنی‌های هر دو گروه تجربی و کنترل، جلسه حاد تمرین قدرتی دایره ای دوم را اجرا کردند و خونگیری مرحله چهارم نیز با فاصله یک ساعت پس از آن در هر دو گروه تمرین و کنترل صورت گرفت [۲۶،۳۶،۳۷] (شکل۱، جدول۱).

نمونه‌های خونی به مقدار ٤ سی سی خون طی چهار مرحله جهت اندازه‌گیری شاخص‌های آسیب عضلانی و واکنش التهابی یعنی میزان آنزیم کراتین‌کیناز (CK) و تعداد گلبول‌های سفید خون (WBC)، نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها، در آزمایشگاه از ناحیه ورید آرنجی گرفته شد و برای جلوگیری از انعقاد در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA جمع‌آوری شد. نمونه‌های خونی با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه سانتریفوژ و سرم حاصل جدا شد و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری شد. سپس CPK سرم با دستگاه Alpha Analyzer Auto Classic (ایران، کیت Bionic، با دقت ۱/٤ درصد و حساسیت یک واحد بر لیتر) و شمارش گلبول‌های سفید خون و زیر رده‌های آن یعنی نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها با دستگاه Auto Analyzer BC - 3000 Hematology (چین، کیت Mind ray، بادقت ۰/۰۵ درصد و حساسیت دو واحد بر لیتر) اندازه گیری شد. به منظور رعایت اصل اضافه بار در تمرینات مقاومتی، بعد از سه هفته دوباره یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها سنجیده شد و پروتکل جلسه حاد قدرتی همانند پروتکل جلسات تمرین مقاومتی هشت هفته ای بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تحلیل‌های آماری، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک انجام شد که با توجه به طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها، از طریق آزمون آماری آنوای دو راهه ٤×۲ جهت بررسی تفاوت میانگین داده‌های درون گروهی و آزمون تی مستقل برای بررسی تفاوت میانگین داده‌های بین گروهی در نرم‌افزار SPSS-21 استفاده شد. کلیه اصول اخلاقی تأییدشده توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با شماره کد IR.ARUMS.REC.1398.147

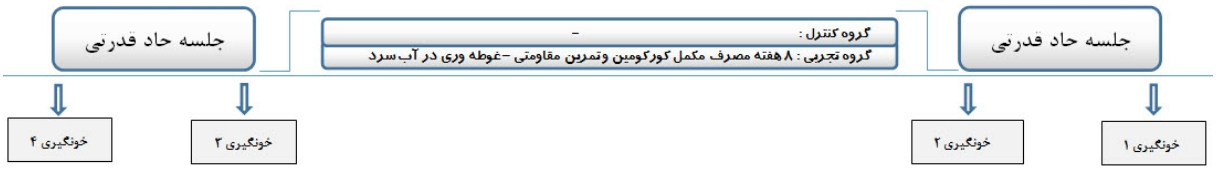
[1] (تعداد تکرار×۰/۰۲۷۸) – ۱/۰۲۷۸/ وزنه جابجاشده (کیلوگرم)

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

و بـــــا کـــــد کارآزمـــــایی بـــــالینی IRCT20190629044050N1 انجام شد.

شکل ۱. طرح کلی تحقیقی در گروه‌های تجربی و کنترل



جدول ۱. پروتکل تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین در گروه تجربی

تمرین مقاومتی								
تمرین	هفته	جلسه در هفته	تعداد ایستگاه‌ها (جلسه)	تعداد حرکات	نوبت‌های هر ایستگاه	شدت	تکرار	استراحت بین نوبت‌ها	استراحت بین ایستگاه‌ها
دایره‌ای	۸	۳	۵	۵	۳	۷۵٪ 1RM	۸ تا ۱۰	۹۰ ثانیه	۵ دقیقه
غوطه‌وری در آب سرد									
زمان				مدت				دما	
بلافاصله بعد از تمرین				۲۰ دقیقه				۵ -۱۰ °C	
مصرف مکمل کورکومین									
مقدار				نوع				نحوه	
۱۵۰ میلی گرم				قرص				سه روز در هفته	

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول۲ ارائه شده است.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بین ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. آزمون شاپیروویلک نشان داد که توزیع داده‌ها طبیعی است (جدول ۳).

همانطور که در جدول۳ مشاهده می‌شود، کلیه داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردارند.

آنزیم کراتین‌کیناز

آنزیم کراتین‌کیناز در دو گروه تجربی و کنترل قبل از جلسه قدرتی حاد اول در حد طبیعی قرار داشت و اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت (p=۰/۷۲۹). آنزیم کراتین‌کیناز متعاقب فعالیت قدرتی حاد اول در هر دو گروه تجربی و کنترل در مقایسه با قبل از فعالیت قدرتی حاد اول، افزایش معنی‌داری داشت (p=۰/۰۰۱) ولی بین دو گروه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p=۰/۲۹۳). هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی-غوطه‌وری در آب سرد موجب کاهش معنی‌دار آنزیم کراتین‌کیناز در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل شد (p=۰/۰۱٤). فعالیت قدرتی حاد دوم بعد از اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی-غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین موجب کاهش معنی‌دار آنزیم کراتین‌کیناز در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل شد (p=۰/۰۰۱) (جدول ٤).

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

جدول ۲. میانگین ویژگی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	مقدار تی و سطح معناداری	قد (سانتی متر)	مقدار تی و سطح معناداری	وزن (کیلوگرم)	مقدار تی و سطح معناداری	شاخص توده بدنی (BMI)	مقدار تی و سطح معناداری
تجربی	۲۶/۲±۱۰/۳۸	t=۰/۵۸۰	۱۷۷/±۰۰ ۵/۲۱	t=۰/۶۷۲	۷۶/۵±۳٤/۶۹	t=۰/۰۳۵	۲٤/۱±۳۷/٤۷	t=۰/۷۳۱
کنترل	۲۵/۳±۳/۶۵	P=۰/۵۶۹	۱۷۸/±۶۰ ۵/۵۲	P=۰/۵۱۰	۷۶/۱۰±۲۱/۳۷	P=۰/۹۷۳	۲۳/۳±۹۵/٤۵	P=۰/۳٤۹

جدول ۳. نتایج آزمون شاپیروویلک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها

مرحله	گروه	CPK	گلبول‌های سفید	نوتروفیل‌ها	لنفوسیت‌ها	مونوسیت‌ها
قبل از شروع پروتکل‌های تمرینی	تجربی	P=۰/۳۱۸ Z=۰/۹۱۵	P=۰/۱۸۳ Z=۰/۸۹۳	P=۰/۱۶٤ Z=۰/۸۸۹	P=۰/۶۶۲ Z=۰/۹٤۹	P=۰/۱٤۹ Z=۰/۸۸۵
	کنترل	P=۰/٤۲۱ Z=۰/۹۲۷	P=۰/۰۸۵ Z=۰/۸۶٤	P=۰/۶٤۸ Z=۰/۹٤۸	P=۰/۵۱۷ Z=۰/۹۳۷	P=۰/۲۸۷ Z=۰/۹۱۱
پس از فعالیت مقاومتی حاد اول	تجربی	P=۰/۸۸۰ Z=۰/۹۶۹	P=۰/۵۷۰ Z=۰/۹٤۲	P=۰/٤۶۳ Z=۰/۹۳۱	P=۰/۵۶۱ Z=۰/۹٤۱	P=۰/۱٤۹ Z=۰/۸۸۵
	کنترل	P=۰/۲۸٤ Z=۰/۹۱۰	P=۰/۶۲۳ Z=۰/۹٤۶	P=۰/۶۳۰ Z=۰/۹٤۷	P=۰/۱۶۰ Z=۰/۸۸۸	P=۰/۱٤۹ Z=۰/۸۸۵
بعد از هشت هفته تمرین- کورکومین	تجربی	P=۰/۱۲۰ Z=۰/۸۸۷	P=۰/۲۵۷ Z=۰/۹۰۶	P=۰/٤٤۸ Z=۰/۹۳۰	P=۰/۰۵۷ Z=۰/۸٤۹	P=۰/۲۵۸ Z=۰/۹۰۶
	کنترل	P=۰/۳۸۰ Z=۰/۹۲۳	P=۰/۱۱۶ Z=۰/۸۷۶	P=۰/۱۵۱ Z=۰/۸۸۶	P=۰/۰۶۷ Z=۰/۸۵۵	P=۰/۲٤۵ Z=۰/۹۰٤
پس از فعالیت مقاومتی حاد دوم	تجربی	P=۰/۹٤۳ Z=۰/۹۷۶	P=۰/۱۱۲ Z=۰/۸۷٤	P=۰/۱۲۹ Z=۰/۸۸۰	P=۰/۳۵۱ Z=۰/۹۱۹	P=۰/۱٤۹ Z=۰/۸۸۵
	کنترل	P=۰/۰۵٤ Z=۰/۸٤۷	P=۰/٤۸۱ Z=۰/۹۳۳	P=۰/۱٤۶ Z=۰/۸۸٤	P=۰/۲۸۲ Z=۰/۹۱۰	P=۰/۱٤۹ Z=۰/۸۸۵

جدول ٤. میانگین آنزیم کراتین کیناز در مراحل مختلف تحقیق

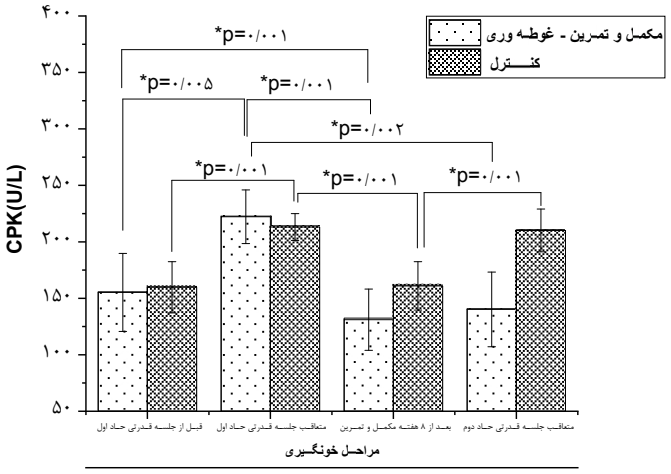
CPK	قبل از شروع پروتکل‌های تمرینی		پس از فعالیت مقاومتی حاد اول		بعد از هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین		پس از فعالیت مقاومتی حاد دوم	
گروه	M±SD	سطح معنی‌داری	M±SD	سطح معنی‌داری	M±SD	سطح معنی‌داری و اندازه اثر	M±SD	سطح معنی‌داری و اندازه اثر
تجربی	۱۵۵/۲۰±۳٤/۵۲	P=۰/۷۲۹	۲۲۲/۲۰±۲۳/۷۶	P=۰/۲۹۳	۱۳۱/۱۰±۲۷/۱۱	*P=۰/۰۱٤	۱٤۰/۲۰±۳۳/۰۶	*P=۰/۰۰۰۱
کنترل	۱۵۹/۸۰±۲۲/۶۸	np^2=۰/۰۰۷	۲۱۳/۱۰±۱۱/۸۸	np^2=۰/۰۸۷	۱۶۱±۲۱/٤۵	np^2=۰/۳۰۰	۲۱۰/۱۰±۱۸/۹٤	np^2 =۰/۶۱۲

میزان آنزیم کراتین‌کیناز در گروه تجربی پس از فعالیت قدرتی حاد اول در مقایسه با قبل از فعالیت قدرتی حاد اول افزایش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۰۱). این آنزیم پس از هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد در گروه تجربی در مقایسه با قبل از فعالیت قدرتی حاد اول (p=۰/۰۰۲) و در مقایسه با بعد از یک جلسه قدرتی حاد اول (p=۰/۰۰۱) کاهش معنی‌دار داشت. آنزیم کراتین‌کیناز در گروه تجربی پس از فعالیت مقاومتی حاد دوم در مقایسه با قبل از فعالیت مقاومتی حاد دوم تفاوت معنی‌داری نداشت (p=۰/۳۲٤)، ولیکن در مقایسه با پس از فعالیت مقاومتی حاد اول کاهش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۰۱) (جدول ٤).

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

میزان آنزیم کراتین‌کیناز پس از فعالیت مقاومتی اول حاد در گروه کنترل در مقایسه با قبل از فعالیت مقاومتی اول حاد افزایش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۰۱). این آنزیم پس از هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد در گروه کنترل در مقایسه با قبل از فعالیت مقاومتی اول حاد تغییر معنی‌داری نداشت (p=۰/۳۰۱). آنزیم کراتین‌کیناز در گروه کنترل پس از هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد در مقایسه با قبل از هشت هفته مصرف مکمل و تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد کاهش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۰۱). آنزیم کراتین‌کیناز در گروه کنترل پس از فعالیت مقاومتی حاد دوم در مقایسه با بعد از اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب و مصرف مکمل افزایش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۰۱)، ولیکن در مقایسه با قبل از اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین تغییر معنی‌داری نداشت (p=۰/۳۴۸) (جدول ٤).



نمودار ۱. میزان آنزیم کراتین کیناز طی چهار مرحله خونگیری در گروه‌های تجربی و کنترل

گلبول‌های سفید خون

تعداد گلبول‌های سفید خون، نوتروفیل، لنفوسیت و مونوسیت قبل از جلسه مقاومتی حاد اول در هر دو گروه کنترل و تجربی در حد طبیعی قرار داشت و اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت. تعداد گلبول‌های سفید خون، لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها متعاقب فعالیت مقاومتی حاد اول در هر دو گروه تجربی و کنترل افزایش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۰۱). تعداد گلبول‌های سفید خون متعاقب فعالیت مقاومتی حاد اول در گروه کنترل در مقایسه با گروه تجربی افزایش غیرمعنی‌دار داشت (p=۰/۰۹۵). هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین موجب کاهش معنی‌دار تعداد گلبول‌های سفید خون، نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل شد (p=۰/۰۰۱). فعالیت مقاومتی حاد دوم موجب کاهش معنی‌دار تعداد گلبول‌های سفید خون، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل شد (p=۰/۰۰۱) (جدول ۵).

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

جدول ۵. میانگین تعداد گلبول‌های سفید خون و زیررده‌های آن در مراحل مختلف تحقیق

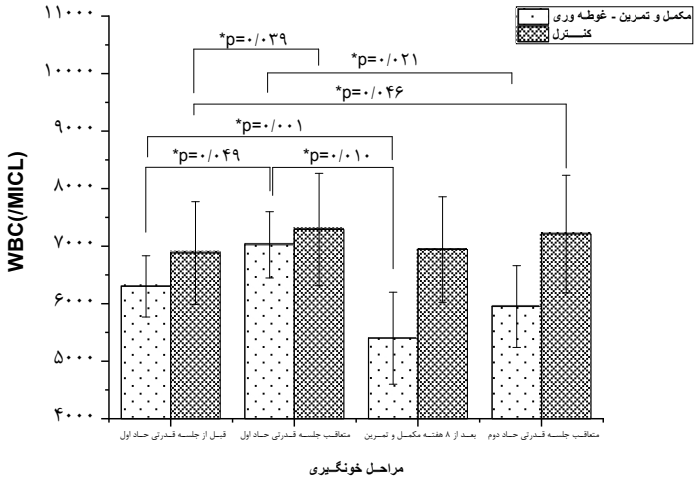
		قبل از شروع پروتکل‌های تمرینی		پس از فعالیت مقاومتی حاد اول		بعد از هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین (قبل فعالیت مقاومتی حاد دوم)		پس از فعالیت مقاومتی حاد دوم	
	گروه	M±SD	سطح معنی‌داری و اندازه اثر	M±SD	سطح معنی‌داری و اندازه اثر	M±SD	سطح معنی‌داری و اندازه اثر	M±SD	سطح معنی‌داری و اندازه اثر
تعداد گلبول‌های سفید	تجربی	۶۳۰۰±۵۳۳	P=۰/۰۹۵	۷۰۲۳/۲۰±۵۷۶/۲۱۱	P=۰/۴۶۷	۵۴۰۰±۷۹۹/۷۷۸	∗P=۰/۰۰۱	۵۹۵۰±۷۱۱/۱۶۵	∗P=۰/۰۰۵
	کنترل	۶۸۸۰±۸۹۲/۲۳۸	np²=۰/۰۱۲	۷۲۹۰±۹۷۶/۹۴۲	np² =۰/۰۹۹	۶۹۴۱±۹۱۷/۲۴۸	np² =۰/۶۹۳	۷۲۱۰±۱۰۲۲/۲۹۶	np² =۰/۸۶۶
نوتروفیل‌ها	تجربی	۵۶/۲۰±۸/۳۷۷	P=۰/۱۳۱	۶۳/۷۰±۵/۳۱۴	P=۰/۱۲۱	۵۰/۵۰±۵/۲۹۷	∗P=۰/۰۰۱	۵۸/۷۰±۴/۴۹۸	∗P=۰/۰۰۴
	کنترل	۶۱±۴/۶۹۰	np² =۰/۱۲۲	۶۷/۸۰±۵/۹۲۲	np² =۰/۱۲۹	۶۰/۳۰±۴/۲۴۴	np² =۰/۵۳۷	۶۶/۹۰±۶/۰۴۵	np² =۰/۳۷۹
لنفوسیت‌ها	تجربی	۳۲/۴۰±۳/۵۲۴	P=۰/۴۱۲	۳۶/۵۰±۲/۶۷۷	P=۰/۱۳۸	۳۵/۸۰±۳/۳۹۳	∗P=۰/۰۰۱	۳۴/۸۰±۳/۷۶۵	P=۰/۴۵۷
	کنترل	۳۱/۱۰±۳/۳۸۱	np² =۰/۱۰۴	۳۴/۱۰±۴/۰۹۵	np² =۰/۳۳۷	۳۱/۱۰±۱/۱۰۱	np² =۰/۴۹۷	۳۳/۶۰±۳/۲۷۳	np² =۰/۱۸۳
مونوسیت‌ها	تجربی	۳/۸۰±۰/۹۱۹	P=۰/۸۱۳	۴/۸۰±۰/۹۱۹	P=۱/۰۰۰	۳/۵۰±۰/۸۵۰	∗P=۰/۰۴۰	۳/۲۰±۰/۹۱۹	P=۰/۱۶۲
	کنترل	۳/۷۰±۰/۹۴۹	np² =۰/۰۴۱	۴/۸۰±۰/۹۱۹	np² =۰/۱۲۷	۴/۴۰±۰/۹۶۶	np² =۰/۷۳۳	۳/۸۰±۰/۹۱۹	np² =۰/۱۴۶

تعداد گلبول‌های سفید خون پس از فعالیت قدرتی اول حاد در گروه تجربی در مقایسه با قبل از فعالیت قدرتی اول حاد افزایش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۴۹). تعداد گلبول‌های سفید خون پس از هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد در گروه تجربی در مقایسه با قبل از فعالیت قدرتی اول حاد کاهش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۰۱). گلبول‌های سفید خون در گروه تجربی پس از هشت هفته مصرف مکمل کورکومین و تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد در مقایسه با مرحله قبل از هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب کاهش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۱۰). تعداد گلبول‌های سفید خون در گروه تجربی پس از فعالیت مقاومتی حاد دوم در مقایسه با پس از فعالیت مقاومتی حاد اول کاهش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۲۱). تعداد گلبول‌های سفید خون در گروه تجربی متعاقب فعالیت مقاومتی حاد دوم در مقایسه با قبل از فعالیت مقاومتی حاد اول اختلاف معنی‌داری نداشت (p=۰/۱۰۵) (جدول ۵).

تعداد گلبول‌های سفید خون پس از فعالیت مقاومتی اول حاد در گروه کنترل در مقایسه با قبل از فعالیت مقاومتی اول حاد افزایش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۳۹). تعداد گلبول‌های سفید خون پس از هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد در گروه کنترل در مقایسه با قبل از فعالیت مقاومتی اول حاد اختلاف معنی‌دار نداشت (p=۰/۱۵۱). تعداد گلبول‌های سفید خون در گروه کنترل پس از هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد در مقایسه با بعد از جلسه مقاومتی حاد اول تغییر معنی‌داری نداشت (p=۰/۰۵۳). تعداد گلبول‌های سفید خون در گروه کنترل پس از فعالیت مقاومتی حاد دوم در مقایسه با پس از فعالیت مقاومتی حاد اول اختلاف معنی‌داری نداشت (p=۰/۲۱۰). تعداد گلبول‌های سفید خون در گروه کنترل متعاقب فعالیت مقاومتی حاد دوم در مقایسه با قبل از فعالیت مقاومتی حاد اول افزایش معنی‌دار داشت (p=۰/۰۴۶) (جدول ۵).

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]



نمودار ۲. تعداد گلبول‌های سفید خون طی چهار مرحله خونگیری در گروه‌های تجربی و کنترل

بحث

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد، انجام فعالیت قدرتی حاد موجب افزایش معنی‌دار کراتین‌کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون و برخی زیررده‌های آن شد که نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار جلسه فعالیت قدرتی حاد در افزایش آسیب و التهاب عضلانی می‌باشد. این یافته با نتایج هات‌فیل[1] و همکاران [۳۸]، والتون[2] و همکاران [۳۹]، واسکانسلوس[3] [۴۰] و فروغی پردنجانی و همکاران [۳۶] همخوانی دارد، در حالیکه با یافته‌های حسینی کاخک و همکاران [۴۱] همخوانی ندارد. هات‌فیل و همکاران نشان دادند که انجام تمرینات مقاومتی آسیب زا، باعث افزایش آسیب و التهاب همراه با کوفتگی عضلانی تأخیری در ورزشکاران سه‌گانه (شنا، دوچرخه‌سواری، دویدن) می‌شود [۳۸]. همچنین، والتون و همکاران نشان دادند شاخص‌های کراتین کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون، پس از انجام فعالیت قدرتی دایره‌ای افزایش یافت و موجب پاسخ‌های عضلانی به صورت افزایش ماکروفاژها شد [۳۹]. واسکانسلوس نیز نشان داد که پس از تمرینات مقاومتی آسیب عضلانی و التهاب افزایش می‌یابد و تمرینات منظم در این افزایش تأثیر بیشتری دارد ولی در طولانی‌مدت و سازگاری نسبت به این تمرینات این پاسخ‌ها کاهش می‌یابند [۴۰]. فروغی پردنجانی و همکاران نشان دادند یک وهله فعالیت ورزشی مقاومتی شامل یک مرحله تمرین دایره‌ای در ۵ ایستگاه با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه باعث افزایش میزان سرمی شاخص‌های آسیب عضلانی و التهاب و درد عضلانی می‌شود [۳۶]. در مقابل، حسینی کاخک و همکاران در تحقیقی نشان دادند که انجام یک جلسه تمرین مقاومتی پایین تنه در سه نوبت با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه، باعث افزایش شاخص‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در کوتاه مدت نمی‌شود و تأثیری بر التهاب عضلانی ندارد [۴۱] که می‌تواند به دلیل جنسیت آزمودنی‌ها یا آسیب‌زا نبودن پروتکل تمرینی باشد. در توجیه افزایش آنزیم کراتین کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون متعاقب یک جلسه فعالیت قدرتی حاد در تحقیق حاضر می‌توان گفت که فعالیت مقاومتی باعث آسیب بافت عضلانی و متعاقب آن شروع فرآیندهای التهابی می‌شود که در آن پاسخ‌های التهابی با انتقال مایع، افزایش هجوم برخی سلول‌های خونی (نوتروفیل‌ها، منوسیت ها و لنفوسیت‌ها) به بافت آسیب‌دیده همراه است [۴۲].

[1] Hotfiel
[2] Walton
[3] Vasconcelos

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

همچنین چندین نظریه برای توجیه ساز و کارهای بروز آسیب عضلانی پس از تمرین پیشنهادشده است که شامل نظریه‌های اسید لاکتیک، اسپاسم عضلانی، تخریب بافت همبند، التهاب، نشت آنزیم‌های درون عضلانی و نظریه تخریب عضلانی است [۱۰]. فعالیت‌های مقاومتی و شدید منجر به پارگی تارچه ها، سیال‌شدن صفحات Z، پارگی سارکولما، جابجایی اندامک‌های درون سلولی، ناپایداری غشای پلاسمایی و افزایش ترشح پروتئین‌های درون سلولی پس از تمرین می‌شود که منجر به اختلال در ساختار و عملکرد عضله می‌شود [٤٤،٤٣]. به نظر می‌رسد در تحقیق حاضر نیز، علت افزایش آسیب و التهاب عضلانی در فوتسالیست‌ها، آسیب‌زا بودن فعالیت قدرتی حاد بوده است که منجر به ایجاد آسیب عضلانی و افزایش تعداد لکوسیت‌ها شده است زیرا افزایش کراتین‌کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون با مقدار آسیب عضله اسکلتی و التهاب متناسب است که نمایانگر نسبت مستقیم میزان کراتین‌کیناز و تعداد گلبول‌های سفید خون با شدت و مقدار فعالیت و نسبت معکوس آن با میزان آمادگی فرد می‌باشد که در تحقیقات قبلی نیز تأیید شده است [۳۹-۳۶].

بر اساس یافته‌های اصلی تحقیق حاضر، انجام هشت هفته تمرینات مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین سبب کاهش معنی‌دار کراتین‌کیناز، تعداد گلبول‌های سفید خون و برخی زیرردهای آن شد. به عبارت دیگر، اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین موجب کاهش آسیب و التهاب عضلانی در فوتسالیست‌ها شد. این نتایج با یافته‌های تسایل و همکاران [٤٥]، دییگو و همکاران [٤٦]، ماتوس[1] و همکاران [۳۷]، فانسکا و همکاران [۲۸]، هولینکس و همکاران [٤٧]، خاکی و همکاران [٤٨]، صمدی و همکاران [٤٩]، محمودی و همکاران [۲۶] و اسلامی‌زاده و همکاران [۵۰] همخوانی دارد. تسایل و همکاران در تحقیقی بر روی ۳۲ موش که در چرخه‌ای منظم به آب و هوا و رژیم غذایی خاص خو گرفته بودند؛ نشان دادند که کورکومین برای کاهش آسیب کوفتگی عضلانی تأخیری می‌تواند بر پروتئن‌های خاصی از التهاب، نوتروفیل‌ها، انواع سلول‌های ماهواره ای و میوزین تأثیر بگذارد و همچنین کورکومین بالقوه ریکاوری عضلانی را تسریع می‌بخشد و می‌تواند برای بالابردن ترمیم عضلانی موثر باشد [٤٥]. دییگو و همکاران در یک بازبینی نظام‌مند به پژوهش‌ها تا ماه اکتبر ۲۰۱۹ نشان دادند که فعالیت جسمانی شامل انقباض‌های عضلانی شدید برون‌گرا موجب آسیب عضلانی ناشی از ورزش می‌شود که کورکومین با خواص طبیعی آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی خود در دوزهای بین ۱۵۰۰-۱۵۰ میلی‌گرم در روز موجب بهترشدن آسیب عضلانی ناشی از ورزش و عملکرد ورزشی می‌شود و انسان‌ها می‌توانند این دوزهای بالا از کورکومین را بدون اثر جانبی معنی‌داری مصرف نمایند [٤۶]. ماتوس و همکاران نشان دادند که ۲۰ دقیقه غوطه‌وری در آب سرد با دمای ۱۰-۵ ^{o}C بعد از اجرای دو هفته‌ای تمرینات مقاومتی توسط مردان فعال ورم عضلانی را کاهش می‌دهد و موجب کاهش قطر و ضخامت عضله‌های خم‌کننده آرنج در مقایسه با ریکاوری غیرفعال می‌شود [۳۷]. فانسکا و همکاران نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد با دمای ^{o}C ۷-۶ به مدت ۱۹ دقیقه پس از یک فعالیت آسیب‌زا، موجب کاهش شاخص‌های کراتین کیناز، گلبول‌های سفید خون و کوفتکی عضلانی تأخیری می‌شود [۲۸]. هولینکس و همکاران در مورد تأثیر کورکومین بر سلامتی انسان، آثار آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضد خستگی، ضد بیماری‌های قلبی و عروقی و آرتریت آن را به اثبات رسانده‌اند [٤٧]. خاکی و همکاران نشان دادند که ۱۲ دقیقه غوطه‌وری در آب سرد با

[1] Matos

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

دمای ۱۴°C بلافاصله بعد از فعالیت سرعتی تکراری[1] در ۲۰ مرد فعال منجر به کاهش مقادیر سرمی برخی پاسخ‌های التهابی و نیز جلوگیری از انتشار نشانگرهای غیرمستقیم کراتین‌کیناز به جریان خون عمومی، کاهش التهاب، درد و تورم می‌شود [۴۸]. صمدی و همکاران در تحقیقی بر روی ۴۵ مرد جوان تمرین نکرده در سه گروه تصادفی نشان دادند که مصرف پنج روز مکمل کورکومین باعث کاهش کراتین‌کیناز، لاکتات‌دهیدروژناز و احساس درد عضلانی در نیم ساعت قبل، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از انجام فعالیت برونگرای مقاومتی نسبت به گروه مکمل یک روزه شده و مصرف روزانه ۱۰۰۰ میلی‌گرم مکمل کورکومین به مدت پنج روز می‌تواند برخی از شاخص‌های آسیب عضله و احساس درد را بعد از یک فعالیت ورزشی برونگرا با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه کاهش دهد [۴۹]. در پژوهش محمودی و همکاران که ۱۰ مرد جوان و سالم یک دوره فعالیت اسکات شدید را انجام داده و سپس ۱۵۰ میلی‌گرم کورکومین مصرف نمودند و قبل از فعالیت، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از فعالیت جهت اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و آنزیم لاکتات دهیدروژناز مورد خونگیری قرارگرفتند، نتایج نشان داد مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم کورکومین پس از فعالیت برونگرای شدید توانست با خواص ضد درد، ضدالتهاب و آنتی‌اکسیدانی خود باعث کاهش آسیب، کوفتگی عضلانی و احساس درد شود [۲۶]. در تحقیقی توسط اسلامی زاده و همکاران بر روی ۲۲ مرد جوان فعال، مصرف روزانه ۸۰ میلی‌گرم کورکومین به مدت دو هفته قبل از یک جلسه حاد مقاومتی به صورت تمرین دایره‌ای که باعث افزایش شاخص‌های آسیب عضلانی (کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز) و استرس اکسایشی (مالون دی آلدهید) می‌شود، توانست سبب کاهش این فاکتورهای آسیب عضلانی و استرس اکسایشی شود [۵۰].

در توجیه کاهش آسیب عضله و التهاب پس از هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین متعاقب اجرای یک فعالیت قدرتی حاد می‌توان گفت که غوطه‌وری در آب سرد و سازگاری طولانی مدت به آن، از طریق تأثیر بر نشت آنزیم‌ها، کاهش تورم، کاهش دمای عضله، کاهش نکروز سلولی، کاهش متابولیسم سلولی، مهاجرت نوتروفیل‌ها، کاهش نفوذپذیری عروق، افزایش آستانه‌های درد، تسریع روند پاکسازی جریان خون از مواد زاید حاصل از متابولیسم و کاهش سرعت پیام عصبی به طور ثانویه باعث تخلیه بهتر عوامل آسیب‌زا و جلوگیری از انتشار زیاد زیررده‌های گلبول‌های سفید خون شود [۲۹]. به نظر می‌رسد، دلیل تأثیرگذاری غوطه‌وری در آب سرد در تحقیقات حاضر و در دیگر تحقیقات، دمای پایین آب و مدت زمان غوطه‌وری در آن باشد که باعث کاهش نشت آنزیم کراتین کیناز و احتمالاً کاهش دمای عضله، کاهش نکروز سلولی، مهاجرت نوتروفیل‌ها، تخلیه بهتر عوامل آسیب‌زا و جلوگیری از انتشار زیاد زیررده‌های گلبول‌های سفید خون می‌شود و کاهش آسیب و التهاب عضلانی به دنبال مصرف مکمل کورکومین به دلیل خواص ضد التهابی، آنتی اکسیدانی، التیام بخش زخم، فعالیت آنتی میکروبی و توانایی مؤثر مهارکنندگی رشته‌ای شدن پروتئین‌های مختلف بوده است [۱۵]. اثرات ضد التهابی کورکومین نیز ممکن است به علت اثرات مهاری کورکومین روی فعالیت آنزیم هیالورونیداز باشد. چسبیدن لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها به اندوتلیوم و در پی آن مهاجرت لکوسیت‌ها از طریق اندوتلیوم به داخل دیواره عروق مراحل مشخص فرآیند التهاب هستند. کورکومین با دستکاری فعالیت فاکتورهای حامل مختلف، بیان آنزیم‌های التهابی، سیتوکینازها، مولکول‌های چسبنده

[1] Repeated-Sprint Ability

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

و پروتئین‌های بقای سلولی را تنظیم می‌کند [۵۱]. در تحقیق حاضر نیز همین خواص ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی کورکومین سبب تأثیر مثبت آن در کاهش آسیب و التهاب عضلانی در فوتسالیست‌ها بوده است. در مقابل، یافته‌های تحقیق حاضر در خصوص کاهش آسیب و التهاب عضلانی در فوتسالیست‌ها بعد از اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین متعاقب تمرین قدرتی حاد با یافته‌های رالف و همکاران [۵۲]، فریتاس و همکاران [۳۳]، باشام و همکاران [۵۳]، موریرا و همکاران [۳۲]، آرگوس و همکاران [۳۰]، پیک و همکاران [۳۱] و نورانی و همکاران [۲۳] همخوانی ندارد. رالف و همکاران در تحقیقی بر روی ۶۳ مرد و زن فعال جسمانی که هشت هفته کورکومین مصرف کرده بودند و در پایان آن یک فعالیت آسیب‌زای دویدن در سراشیبی را انجام دادند؛ نشان دادند که مصرف ۵۰ میلی‌گرم کورکومین موجب تغییر معنی‌داری نسبت به مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم کورکومین و گروه دارونما نمی‌شود و در عملکرد و آسیب و التهاب عضلانی تأثیری ندارد [۵۲]. فریتاس و همکاران نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت ورزشی بر عملکرد، آسیب عضلانی، نشانگرهای التهابی تأثیری نداشت [۳۳]. باشام و همکاران در پژوهشی بر روی ۱۹ مرد فعال نشان دادند که مصرف ۱/۵ گرم کورکومین در روز به مدت ۲۸ روز قبل از فعالیت مقاومتی آسیب‌زا، ممکن است که منجر به کاهش کراتین کیناز و درک درد و کاهش آسیب عضلانی شود ولی تأثیری منفی بر روی التهاب طبیعی بعد از ورزش (ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی (TAC) و مالون‌دی‌آلدهید (MDA) و فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF-α)) ندارد [۵۳]. موریرا و همکاران نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد با دمای ۱۵°C به مدت ۱۲ دقیقه، بعد از یک مسابقه فوتسال در عملکرد بی‌هوازی تأثیری نداشت و درد عضلانی را بهبود نداد [۳۲]. همچنین، آرگوس و همکاران نشان داد که غوطه‌وری در آب سرد با دمای ۱۵ °C به مدت ۱۴ دقیقه به دنبال یک جلسه تمرین مقاومتی با ۸۰ درصد حداکثر انقباض ارادی، در طی ٤ ساعت اولیه ریکاوری، باعث بهبود ریکاوری و بازگشت به حالت اولیه نمی‌شود [۳۰]. پیک و همکاران نیز نشان دادند که غوطه‌وری در آب سرد با دمای ۱۰°C به‌مدت ۱۰ دقیقه در مقایسه با ریکاوری فعال، باعث کاهش آسیب عضلانی، التهاب و استرس اکسیداتیو ناشی از یک جلسه تمرین مقاومتی نشد [۳۱]. نورانی و همکاران در تحقیقی بر روی بازیکنان دختر بسکتبال که پس از فعالیت مقاومتی درمانده‌ساز، به مصرف مکمل کوتاه‌مدت کورکومین پرداختند، نشان دادند که مصرف کورکومین بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و التهابی تأثیر قابل توجهی نداشت ولی با این وجود موجب افزایش فعالیت این آنزیم‌ها و مانع از دست رفتن سریع آن‌ها شد [۲۳]. عدم تأثیرگذاری پروتکل تمرین، غوطه‌وری در آب سرد و مصرف کورکومین در تحقیقات متناقض احتمالاً ناشی از معکوس‌شدن مکانیزم‌های ترمیم و بازسازی، دوزهای مختلف مکمل، سن و جنسیت آزمودنی‌ها، پروتکل‌های تمرینی متفاوت با نوع، شدت و مدت مختلف، عدم ایجاد آسب و التهاب عضلانی ناشی از پروتکل تمرینی، مصرف مکمل به همراه سایر مواد غذایی و مقدار ناکافی مکمل مصرفی باشد.

نتیجه‌گیری

انجام یک جلسه فعالیت حاد مقاومتی باعث افزایش آسیب عضلانی و واکنش التهابی و انجام هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین و سازگاری تمرینی نسبت به این مداخلات موجب کاهش آسیب و التهاب عضلانی می‌شود. بنابراین، با توجه به تأثیر مثبت هشت هفته تمرین مقاومتی- غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کورکومین متعاقب فعالیت قدرتی حاد در

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]
[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

کاهش شاخص‌های آسیب عضله و التهاب ناشی از آن به مربیان و ورزشکاران توصیه می‌شود از این مداخله تمرینی، جهت کاهش آسیب عضلانی و واکنش التهابی و همچنین داشتن بازیافت بهتر بهره گیرند.

از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر این بود که علیرغم اطلاع‌رسانی به آزمودنی‌ها در خصوص خواب راحت شبانه و عدم استرس روانی، آزمودنی‌ها بطور کامل تحت کنترل دقیق محقق نبودند.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر توسط دانشگاه علوم پزشکی اردبیل به شماره IR.ARUMS.REC.1398.147 تأیید شده است. بدین وسیله از کلیه فوتسالیست‌های شهرستان اهر که در مراحل اجرایی تحقیق حاضر شرکت کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

References

1- Harty PS, Cottet ML, Malloy JK, Kerksick CM. Nutritional and supplementation strategies to prevent and attenuate exercise-induced muscle damage: a brief review. Sports Med. 2019 Aug; 5(1):1-17.

2- Angourani H, Haratian Z, Mazaheri Nejad A. The frequency of musculoskeletal injuries in football players of the Iranian football premier league and its relationship with body mass index and player position. J Med Counc I.R. Iran. 2018 Spring; 35(1):46-52. [Full text in Persian]

3- Laoruengthana A, Poosamsai P, Supanpaiboon P, Tungkasamesamran K. The epidemiology of sports injury during the 37th Thailand national games in Phitsanulok. J Med Assoc Thai. 2009 Sep; 92(6):204- 10.

4- Mohammadi A, Sahebkar A, Iranshahi M, Amini M, Khojasteh R, Ghayour-Mobarhan M, et al. Effects of supplementation with curcuminoids on dyslipidemia in obese patients: a randomized crossover trial. Phytother Res. 2013 Oct; 27(1):374-79.

5- Brito J, Malina M, Seabra A, Massada JL, Soares JM, Krustrup P, et al. Injuries in Portuguese youth soccer players during training and match play. J Athletic Train. 2012 Nov; 47(2):191-7.

6- Ford ES. Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among US adults. Epidemiology. 2002 Nov; 13(5):561-8.

7- Assumpcao C, Lima L, Oliveira F, Greco C, Denadai B. Exercise-induced muscle damage and running economy in humans. J Sci World. 2013 Jan; 16(1):78-89.

8- Jakeman J, Macrae R, Eston R. A single 10- min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. Ergonomics. 2009 May; 52(4):256-60.

9- Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. Clin Sports Med. 2008 Sep; 27(1): 521-18.

10- Timmons BW, Tarnopolsky MA, Snider DP, Baror O. Immunological changes in response to exercise: influence of age, puberty, and gender. Med Sci Sports Exerc. 2006 Apr; 38(1):293-304.

11- Hammouda O, Chtourou H, Chaouachi A, Chahed H, Ferchichi S, Kallel C. Effect of short-term maximal exercise on biochemical markers of muscle damage, total antioxidant status, and homocysteine levels in football players. Asian J Sports Med. 2012 Feb; 3(4):219-24.

12- Bleakley, Cm, Davison, GW. What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. Br J Sports Med. 2010 Nov; 44(3):179-87.

13- Connolly Da, Sayers SE, Mchugh MP. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. J Strength Condit Res. 2003 May; 17(1):197-208.

14- Eshghi N, Khodaparast MH, Hosseini F, Boloorian S. Comparing antioxidant efficiency of curcumin with natural and artificial antioxidants in food model system (soybean oil). J Innovat Food Sci Tech. 2013 Oct; 5(1):13-22.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

15- Gupta SK, Kumar B, Nag TC, Agrawal SS, Agrawal R, Agrawal P, et al. Curcumin prevents experimental diabetic retinopathy in rats through its hypoglycemic, antioxidant, and anti-inflammatory mechanisms. J Ocul Pharmacol Ther. 2011 Nov; 27(2):123-30.
16- El-Wakf Am, Elhabiby Em, El-kholy Wm, Abd El-Ghany E. Use of Tumeric and Curcumin to alleviate adverse reproductive outcomes of water nitrate pollution in male rats. Nat Sci. 2011 Jul; 9(7):229-39.
17- Sharma RA, Euden SA, Platton SL, Cooke DN, Shafayat A, Hewitt HR, et al. Phase I clinical trial of oral curcumin: biomarkers of systemic activity and compliance. Clin Cancer Res. 2004 Oct; 10(1):6847-54.
18- Wakabayashi H, Wijayanto T, Tochihara Y. Neuromuscular function during knee extension exercise after cold water immersion. J Physiol Anthropol. 2017 Nov; 36(1):28.
19- Machado AF, Almeida AC, Micheletti JK, Vanderlei FM, Tribst MF, Netto J. Dosages of cold-water immersion post exercise on functional and clinical responses: a randomized controlled trial. Scand J Med Sci Sports. 2016 May; 35(1):81.
20- Manshouri M, Rezaei Z, Esfarjani F, Marandi S. Effect of cold water immersion on muscle injury and immune cell markers. J Isfahan Med Sch. 2014 Spring; 278(1):330-41. [Full text in Persian]
21- Ascensao A, Leite M, Rebelo A, Magalha S, Magalhaes J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. J Sports Sci. 2011 Apr; 29(3):217-25.
22- Jagetia GC, Aggarwal Bb. "Spicing up" of the immune system by curcumin. J Clin Immunol. 2007 Sep; 27(1):19-35.
23- Nameni F, Nurani-Pilehrud M, Mohsenzadeh M, Aghaii F. The effect of short term supplementation with curcumin on superoxide dismutase, glutathione reductase, glutathione peroxidase and catalase serum in basketball players. J Fasa Univ Med Sci. 2019 Winter; 9(4):1837-47. [Full text in Persian]
24- Farajnia S, Kordi MR, Shabkhiz F. The effect of cold water immersion and repeated sprint activities on antioxidant factors in trained men. Sports Biosciences. 2020 Spring; 12(1): 17-30. [Full text in Persian]
25- Drobnic F, Joan R, Giovanni A, Stefano T, Federico F, Xavier V, et al. Reduction of delayed onset muscle soreness by a novel curcumin delivery system: a randomised, placebo-controlled trial. Sports Nutr Rev J. 2014 Jan; 11(31):1-10.
26- Mahmoudi Hamid Abad S, Nakhosti Rouhie B. The effect of acute curcumin use on total antioxidant capacity and selected indicators of delayed muscle contraction after an intense extracorporeal activity session. Journal of Applied Exercise Physiology. 2017 Autumn-Winter; 13(26):115-24. [Full text in Persian]
27- Rowsell GJ, Coutts AJ, Reaburn P, Hill-Haas S. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. J Sports Sci. 2009 Oct; 27(6):465-73.
28- Fonseca L, Brito J, Jer onimo R, Marzo Edir Silva Grigoletto S, Junior W, Franchini E. Use of cold-water immersion to reduce muscle damage and delayed-onset muscle soreness and preserve muscle power in Jiu-Jitsu athletes. J Athletic Train. 2017 Sep; 51(7):540-49.
29- Tavares F, Walker O, Healey PH, Smith T, Driller M. Practical applications of water immersion recovery modalities for team sports. Wolters Kluwer Health. 2019 May; 10(1):1519.
30- Argus CH, Broatch J, Petersen A, David R, Shona Halson J. Cold water immersion and contrast water therapy do not improve short-term recovery following resistance training. International Journal of Sports Physiology and Performance. J Hum Kinet. 2019 Jun; 15(1):42-6.
31- Peake J, Roberts L, Figueiredo V, Ingrid E, Krog S, Aas S. The effects of cold water immersion and active recovery on inflammation and cell stress responses in human skeletal muscle after resistance exercise. J Physiol. 2017 Feb; 595(3):695-711.
32- Moreira A, Caldas Costa E, James Coutts A, Yuzo Nakamura F, Augusto da Silva D. Cold water immersion did not accelerate recovery after a futsal match. Rev Bras Med Esporte. 2018 Des; 10(1):1590-7.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

33- Freitas D, Ramos V, Solange P, Bara-Filho Mauricio G, Daniel G. Effect of cold water immersion performed on successive days on physical performance, muscle damage, and inflammatory, hormonal, and oxidative stress markers in volleyball players. J Strength Condit Res. 2019 Jul; 2(1):502-13.
34- Kim JW, Ko YC, Seo TB, Kim YP. Effect of circuit training on body composition, physical fitness, and metabolic syndrome risk factors in obese female college students. . 2018 Oct; 14(3):460-65.
35- Delavar A. Research methods in psychology and educational sciences. First ed. Payame Noor University Publication. Tehran. 2006 Spring; 10(1):135-6. [Full text in Persian]
36- Foroughi Pardanjani A, Ebrahimi M, Changizi M. The effect of a session of resistance exercise on muscle injury and delayed muscle soreness in male athlete students. J Res Acad Sport. 2013 Spring-Summer; 8(1):37-52. [Full text in Persian]
37- Matos F, Eduardo B, Claudio RV. Effect of cold-water immersion on elbow flexors muscle thickness after resistance training. J Strength Condit Res. 2018 Sep; 32(3):1756-63.
38- Hotfiel TH, Mayer I, Huettel M, Wilhelm Hoppe M, Engelhardt M, Lutter CH. Accelerating recovery from exercise-induced muscle injuries in triathletes: Considerations for Olympic distance races. J sports. 2019 Jun; 7(1):143.
39- Walton Grace R, Kosmac K, Mula J, Fry C, Peck B, Groshong J. Human skeletal muscle macrophages increase following cycle training and are associated with adaptations that may facilitate growth. Sci Rep. 2019 Oct; 9(1):969.
40- Vasconcelos ES. Inflammatory response induced by resistance exercise. MOJ Immunol. 2018 May; 6(4):110-3.
41- Hosseini Kakhak SA, Eldarabadi A, Haghighi A, Sharifian Z. Effect of a session of resistance training with vascular obstruction and without vascular obstruction of Lactate dehydrogenase and creatine kinase serum in young girls. Sport Physiology. 2016 Summer; 8(30):51-64. [Full text in Persian]
42- Nemati GH, Rahmani F, Mirzaei B. The effect of eccentric contraction on blood hematological changes in non-athlete young men. Sport Physiology. 2012 Autumn; 4(15):71-82. [Full text in Persian]
43- Barquilha G, Uchida M, Santos V, Moura N, Lambertucci R, Hatanaka E, et al. Characterization of the effects of one maximal repetition test on muscle injury and inflammation markers. Br J Sports Med. 2011 Oct; 41(1):523-30.
44- Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. Clin Chem Lab Med. 2010 May; 48(6):757-67.
45- Tsai1 S, Huang CH, Hsu Y, Chen CH, Lee P, Huang Y, et al. Accelerated muscle recovery after in vivo curcumin supplementation. Nat Prod Comm. 2020 Jun; 15(1):1-9.
46- Fernandez-Lazaro D, Mielgo-Ayuso J, Seco Calvo J, Cordova Martínez A, Caballero Garcia A, Lazaro C. Modulation of exercise-induced muscle damage, inflammation, and oxidative markers by curcumin supplementation in a physically active population: a systematic review. Nutrients. 2020 Oct; 12:501.
47- Susan J, Hewlings D. Curcumin: a review of its effects on human health. Foods. 2017 May; 6:92.
48- Khaki M, Gaeini A, Kordi M, Rahmati MR, Hoseini A, Hajizadeh S. The effect of repeated sprint activity and cold water immersion on fatigue inflammatory biomarkers in active men. J practice stud biosci sport. 2019 Summer and Autumn; 7(14):9-18. [Full text in Persian]
49- Samadi M, Kordi N, Salehpoor S, Mohajer Iravani O, Asjodi F. Effect of one and five-day curcumin consumption on muscle damage indices after an eccentric exercise session in untrained young men. J Mil Med. 2019 Jun; 21(2):123-30.
50- Islamizadeh A, Younesian A. Investigating the effect of one week of taking curcumin supplementation after one session of resistance activity on the indicators of muscle damage, oxidative stress and delayed muscle contraction in active men. [Dissertation or Thesis]. Shahroud. Faculty of Physical Education, Shahroud University. 2016. [Full text in Persian]
51- Barzegar A, Moosavi-Movahed A. Intracellular ROS protection efficiency and free radical-scavenging activity of curcumin. PLoS ONE. 2011 Oct; 6(10):26012.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]

52- Jager R, Purpura M, Kerksick CH. Eight weeks of a high dose of curcumin supplementation may attenuate performance decrements following muscle-damaging exercise. Nutrients. 2019 Jan; 11(1):1692.
53- Basham SA, Waldman HS, Krings BM, Lamberth J, Smith JW. McAllister MJ. Effect of curcumin supplementation on exercise-induced oxidative stress, inflammation, muscle damage, and muscle soreness. J Diet Suppl. 2019 Des; 26(1):1-14.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-01-09]

[DOI: 10.52547/jarums.20.4.533]