Original Article

The effect of immersion in cold water and caffeine intake on balance, fatigue and psychomotor function in student-athletes

Rezaei M, Taheri M*, Irandoust KH

Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, I.R. Iran.

Received: 2021/12/8 | Accepted: 2022/02/1

Abstract:

Background: Proper recovery can affect complex balance, psychomotor, and fatigue performance. So, the present study aimed to investigate the effect of cumin intake following partial sleep deprivation (PSD) on the oxidation of carbohydrates and fats and some cardiorespiratory indices in student-athletes.

Materials and Methods: The study was quasi-experimental with cross-sectional design. The subjects were 18 female student-athletes (Age: 18-25 years), who were recruited voluntarily. Then, they were assigned into immersion in cold water, immersion in cold water, placebo (including dextrose) and immersion in cold water with supplementation. Caffeine and placebo were taken one hour before the test and after one hour, the participants took balance, Bruce and Vienna tests. Repeated analysis of variance and Bonferroni correction test were used at the significance level of 0.05.

Results: Exhaustion time and heart rate in student-athletes improved significantly after immersion in cold water and caffeine consumption ($P \leq 0.05$). Also, motor and motor function (reaction speed) improved with caffeine consumption ($P \leq 0.05$). On the other hand, the indices related to static and dynamic balance were not significantly different ($P \geq 0.05$).

Conclusion: Caffeine supplementation and immersion in cold water affect the indicators of fatigue and psychomotor function in student-athletes following a burn out exercise protocol.

Keywords: Immersion in cold water, Caffeine, Fatigue, Balance

***Corresponding Author**
Email: m.taheri@soc.ikiu.ac.ir
Tel: 0098 283 378 0021-1645
Fax: 0098 283 390 1604

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, April, 2022; Vol. 26, No 1, Pages 65-74

Please cite this article as: Rezaei M, Taheri M, Irandoust KH. The effect of immersion in cold water and caffeine intake on balance, fatigue and psychomotor function in student-athletes. ***Feyz*** 2022; 26(1): 65-74.

تأثیر غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کافئین بر تعادل، خستگی و عملکرد روانی - حرکتی دانشجویان ورزشکار

مینا رضایی [۱]، مرتضی طاهری [*۲]، خدیجه ایران‌دوست [۲]

خلاصه:

سابقه و هدف: ریکاوری مناسب می‌تواند بر عملکردهای پیچیده تعادلی، روانی - حرکتی و شاخص‌های خستگی تأثیرگذار باشد. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر مکمل کافئین و غوطه‌وری در آب سرد بر تعادل، شاخص خستگی و عملکرد روانی - حرکتی، متعاقب یک پروتکل ورزشی درمانده‌ساز در دانشجویان ورزشکار بود.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر، نیمه‌تجربی و طرح تحقیق به‌صورت متقاطع بود. جامعه آماری، شامل کلیه دانشجویان ورزشکار دختر با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال بود که از این تعداد ۱۸ دانشجو به‌صورت غیرتصادفی و از نمونه‌های دردسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌های تحقیق ۱۸ نفر بودند که در چهار حالت غوطه‌وری در آب سرد، غوطه‌وری در آب سرد + دارونما (شامل دکستروز) و غوطه‌وری در آب سرد به‌همراه مصرف مکمل کافئین مطالعه شدند. مصرف کافئین و دارونما یک‌ساعت قبل از انجام آزمون انجام شد و بعد از یک‌ساعت از شرکت‌کنندگان، آزمون‌های تعادل، بروس و وینا گرفته شد. از آزمون تحلیل واریانس مکرر و تصحیح بونفرونی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج: زمان رسیدن به واماندگی و ضربان قلب در دانشجویان ورزشکار به‌طور معنی‌داری پس از غوطه‌وری در آب سرد و مصرف کافئین بهبود یافته است ($P<0/05$). همچنین عملکرد روانی - حرکتی (سرعت عکس‌العمل) با مصرف کافئین بهبود یافت ($P<0/05$). از طرف دیگر شاخص‌های مربوط به تعادل ایستا و پویا اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری: مصرف مکمل کافئین و غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های خستگی و عملکرد روانی - حرکتی متعاقب یک پروتکل ورزشی درمانده‌ساز (ازپاانداز‌نده) در دانشجویان ورزشکار، مؤثر است.

واژگان کلیدی: غوطه‌وری در آب سرد، کافئین، خستگی، تعادل

دو ماه‌نامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و ششم، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۴۰۱، صفحات ۷۴-۶۵

مقدمه

بهبود عملکرد ورزشی در ورزشکاران همواره از مسائلی است که موردتوجه مربیان ورزشی بوده است. اجرای بهینه و مطلوب مهارت‌های ورزشی، حاصل تعامل پیچیده عوامل فیزیولوژیک، ژنتیک، زیست حرکتی، آنتروپومتریک و درنهایت انتخاب یک روش مطلوب جهت ریکاوری است [۱]. پس از انجام یک فعالیت شدید، آسیب‌های ساختاری در عضلات مشاهده می‌شود که یک عامل محدودکننده برای عملکرد عضلانی است [۲]. آسیب‌های عضلانی ناشی‌از ورزش ازطریق کاهش قدرت ایزومتریک عضلات، تغییر در دامنه حرکتی مفصل، تغییر در قطر عضله و تراوش برخی آنزیم‌ها به داخل خون مشخص می‌شود [۳].

آسیب در عضله اسکلتی در حال فعالیت، موجب کاهش در منابع انرژی، تجمع فرآورده‌های سوخت‌وسازی ناشی‌از فعالیت ورزشی، خستگی و افت عملکرد می‌شود. در این شرایط، زمینه برای ضرورت یک ریکاوری مناسب فراهم می‌شود. ریکاوری در ورزش یک جزء اساسی و مهم از الگوی کلّی تمرین است. مهم‌ترین ویژگی آن کمک به ورزشکار برای تداوم تمرین، کاهش آسیب‌های ناشی‌از تمرین یا مسابقه و درنهایت دستیابی به عملکرد بهتر برای مسابقه یا تمرین بعدی بدون رسیدن به مرحله بیشترینی است [۴]. ریکاوری شامل روش‌های متعددی از راهبردهای تغذیه‌ای، حرکات کششی ایستا، ماساژ، خواب کافی، بازیابی فعال، بازیابی غیرفعال، کرایوتراپی Cryotherapy و غوطه‌وری در آب سرد Cold-water immersion است [۵]. غوطه‌وری در آب سرد، یکی از روش‌های محبوب ریکاوری است که به‌وسیله مربیان و ورزشکاران، با هدف تسریع در روند بهبود اجرای عملکرد افراد پس از تمرین و مسابقه استفاده می‌شود [۶]. عملکرد روانی - حرکتی یکی از مسائل تأثیرگذار بر عملکرد فیزیولوژیکی و جسمانی در ورزشکاران بوده که امکان تحقق ظرفیت‌های عملکرد جسمانی ورزشکار را در حین رقابت فراهم می‌کند. ارتباط میان سیستم عصبی مرکزی و پیرامونی

۱. کارشناسی ارشد تغذیه ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران

۲. دانشیار، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران

* **نشانی نویسنده مسؤول:**
دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین

تلفن: ۰۲۸۳۳۷۸۰۰۲۱ **دورنویس:** ۰۲۸۳۳۹۰۱۶۰۴

پست الکترونیک: m.taheri@soc.ikiu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۷ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۱۴۰۰/۱۱/۱۲

با سیستم اسکلتی – عضلانی و قابلیت حرکتی با تعامل مهارت‌های روانی – حرکتی و فیزیولوژیک محقق می‌شود [۸،۷]. در سال‌های اخیر یکی از کمک‌نیروافزاهایی که توجه بسیاری از ورزشکاران و مربیان را به خود جلب کرده، کافئین است [۹]. کافئین یک محصول گیاهی و یکی از مهم‌ترین و پراستفاده‌ترین مواد محرک در سرتاسر جهان است. از آن‌جایی‌که تمامی ارگان‌ها و بافت‌های بدن کافئین را جذب می‌کنند، بنابراین کافئین بر تمامی بدن اثر می‌گذارد. مقدار کافئینی که در جریان خون باقی می‌ماند، به کبد منتقل و ازطریق ادرار از بدن دفع می‌شود [۱۰]. کافئین می‌تواند ازطریق تغییر در درک فشار تمرین یا زمان واکنش، موجب افزایش هوشیاری و بهبود عملکرد روانی – حرکتی شود [۱۱]. در برخی پژوهش‌ها به تأثیر کافئین بر کانون توجه نیز اشاره شده است. برای مثال، Jordan و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که کافئین ازطریق تأثیر بر سطح انگیختگی و ارتقای پردازش توجه به کاهش خطاهای تکلیف و بهبود زمان واکنش، برای پاسخ مناسب و اعمال جبرانی در تکلیف کمک می‌کند [۱۲]. غوطه‌وری در آب سرد می‌تواند به دو روش غوطه‌وری موضعی و غوطه‌وری کلّ بدن (سر زیر آب قرار نمی‌گیرد) انجام شود. روش موضعی که در آن عضلات و اندامی که فعالیت کرده‌اند و نیاز به ریکاوری دارند، در آب سرد قرار می‌گیرند [۱۴،۱۳،۷]. 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]. در تحقیقات مروری بیان شده است که دمای آب استفاده‌شده در این روش ریکاوری ممکن است از صفر تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد و زمان قرارگیری در آب سرد از چندین ثانیه تا چندین دقیقه متغیر باشد [۱۶]. اما بااین‌وجود، هیچ شیوه‌نامه و روش استفاده ویژه و مشخصی تاکنون برای آن ذکر نشده است [۱۴]. Surenkok و همکاران (۲۰۰۸) کاهش تعادل ایستای بازیکنان بسکتبال را بلافاصله بعد از استفاده از کیسه‌های یخ گزارش کردند، ولی تعادل این بازیکنان بعد از استفاده از اسپری سردکننده کاهش نیافت (Surenkok و همکاران، ۲۰۰۸). درحالی‌که Tano و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که غوطه‌وری در آب سرد ۵ درجه به‌مدت ۱۵ دقیقه منجر به بهبود تعادل و کنترل وضعیت قامتی افراد سالم می‌شود [۱۷]. پوررحیم قورقچی و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که تمرین مقاومتی همراه با غوطه‌وری در آب سرد می‌تواند آسیب عضلانی و التهاب را متعاقب فعالیت حاد کاهش دهد و منجر به کاهش خستگی شود [۱۸]. برخی تحقیقات نیز پیشنهاد کردند که مزایای استفاده از غوطه‌وری در آب سرد کاملاً مشخص نیست، زیرا ممکن است با کاهش سرعت هدایت عصبی، انقباض عضلانی و عملکرد بدنی همراه باشد و بر عملکرد روانی – حرکتی تأثیر بگذارد. اما ممکن است تأثیری بر عملکرد حسّ عمقی و تعادلی نداشته باشد [۱۹، ۲۰]. از آن‌جایی‌که ارتباط مثبتی بین مصرف کافئین قبل از فعالیت ورزشی و کاهش خستگی وجود دارد [۱۲] و نیز مصرف شایع آن بین ورزشکاران، آیا می‌توان با غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کافئین قبل از فعالیت‌های وامانده‌ساز، تأثیر مثبتی بر عملکرد تعادلی و روانی – حرکتی ورزشکاران داشت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به تصویب کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی قزوین (کد IR.QUMS.REC.1397.401) رسید. روش تحقیق حاضر نیمه‌تجربی و طرح تحقیق به‌صورت متقاطع و دوسو کور بود. از بین دانشجویان دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین ۱۸ دختر دانشجوی رزمی‌کار با میانگین (سن ۰/۵۳±۲۰/۰۱ سال، قد ۶/۵۷±۱۶۳/۵۰ سانتی‌متر، وزن ۲/۵۴±۵۶/۵۴ کیلوگرم، نمایه توده بدنی ۱/۸۵±۲۱/۱۹ کیلوگرم بر مترمربع، و ضربان قلب استراحت ۵/۱۵±۹۳/۶۳ ضربه در دقیقه) به‌صورت غیرتصادفی و دردسترس شرکت کردند. ضربان قلب آزمودنی‌ها از طریق ضربان‌سنج Polar مدل H10T، موردسنجش قرار گرفت. معیارهای ورود شامل: دختران با نمایه توده بدنی ۱۸ تا ۲۵، دامنه سنی ۱۸ الی ۲۵ سال، و نمره بالاتر از ۵ در آزمون کیفیت خواب پیتزبورگ [۷]، و معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از: فعالیت در یکی از رشته‌های ورزشی رزمی کاراته، تکواندو و جودو، سابقه ورزشی حداقل ۳ سال، عدم سابقه بیماری، مصرف دارو و یا استعمال دخانیات، عدم مصرف مداوم کافئین در ۶ ماه گذشته و دارابودن و علاقه و توانایی بدنی لازم جهت شرکت در ورزش هوازی بود. تمام شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در مطالعه، پرسشنامه فعالیت پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی (PAR-Q) را برای شروع فعالیت بدنی تکمیل کردند [۲۱]. در روز اجرای پروتکل‌های تمرینی، شرکت‌کنندگان در مرحله خونریزی چرخه قاعدگی قرار نداشتند. معیارهای خروج از تحقیق، مشتمل‌بر عدم مشارکت در برنامه تمرینی و همین‌طور استفاده از دارو در حین آزمایش بود. قبل از شروع آزمون‌ها، باتوجه به برنامه زمان‌بندی طرح تحقیق، اندازه‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها شامل قد، وزن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن و توده بدون چربی (دستگاه بادی کامپوزیشن مدل Zeus، ساخت کره جنوبی) یک‌هفته قبل از شروع آزمون اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها در جلسات تمرینی با محیط آزمون و نحوه اجرای مراحل آزمون آشنا شدند. آن‌گاه از هر آزمودنی در چهار جلسه با ۳ روز استراحت بین جلسات آزمون گرفته شد.

دانشجویان ورزشکار به‌صورت متقاطع و تصادفی در سه حالت (۱) کنترل: اجرای پروتکل واماندگی، (۲) غوطه‌وری: اجرای پروتکل واماندگی و غوطه‌وری جزئی تا مچ پا در آب سرد، (۳) غوطه‌وری – دارونما: اجرای پروتکل واماندگی، غوطه‌وری جزئی تا مچ پا در آب سرد و مصرف دکستروز به‌عنوان دارونما، و (۴) غوطه‌وری – مکمل: اجرای پروتکل واماندگی، غوطه‌وری جزئی تا مچ پا در آب سرد و مصرف مکمل کافئین آزمون‌گیری شد. دختران در یک‌سال گذشته هفته‌ای ۳ جلسه تمرینات منظم رزمی را داشتند. با تشکیل یک گروه اطلاع‌رسانی و آموزشی ازطریق واتس‌آپ، از آزمودنی‌ها درخواست شد که رژیم معمول و روزانه خود را تغییر ندهند و از مصرف هر نوع مکمل غذایی پرهیز کنند و در طول دوره، دارویی مصرف نکنند و درصورت استفاده اطلاع دهند، همچنین از افراد خواسته شد که ۲۴ ساعت پیش از اجرای پژوهش و طی انجام طرح فعالیت سنگین نداشته باشند، و از مصرف چای، قهوه و یا هر خوردنی کافئین‌دار به‌شدت خودداری نمایند.

نحوه مصرف مکمل و دارونما

آزمودنی‌های گروه غوطه‌وری – مکمل و گروه دارونما یک‌ساعت پیش از آغاز آزمون، کافئین یا دارونما (شامل دکستروز) را به مقدار ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در قالب کپسول‌های ژلاتینی ۵۰۰ میلی‌گرمی و با رنگ مشابه مصرف کردند. مکمل کافئین به‌صورت قرص (ساخت ایران و شرکت واردکننده کارن تحت لیسانس کانادا) با شماره بارکد بین‌المللی ۶۲۶۱۴۰۵۱۸۱۵۳۲ و کد مجوز بهداشتی ۱۲۲۸۲۳۸۶۹۷ بود و از داروخانه خیام در شهر قزوین تهیه گردید.

غوطه‌وری در آب سرد

غوطه‌وری به‌صورت غوطه‌وری موضعی پاها در آب سرد با دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته روی صندلی، پاهای خود را تا مچ پا در داخل مخزن آب سرد قرار می‌دادند. دمای آب توسط دماسنج بیورر مدل FT09، کنترل می‌شد. پاها در داخل مخزن آب به‌صورت کاملاً راحت قرار می‌گرفت که با توجه به زمان ۱۵ دقیقه، خستگی در پاها شکل نگیرد. گروه کنترل در این مدت، ریکاوری غیرفعال داشتند و هیچ‌گونه فعالیتی انجام نمی‌دادند [۲۲].

ارزیابی عملکرد تعادلی، روانی – حرکتی و شاخص خستگی

آزمودنی‌ها در هر مرحله به‌صورت ناشتا در ساعت ۷ صبح در محلّ اجرای پروتکل حضور یافتند. بعد از حضور در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی یک صبحانه ایزوکالریک مصرف کردند و تا زمان اجرای پروتکل، تغذیه‌ای دیگری نداشتند. بعد از ۳۰ دقیقه (جهت آماده‌شدن و گرم کردن)، آزمودنی‌ها در ساعت ۹ به‌همراه ضربان‌سنج پولار (مدل H10) که در زیر قفسه سینه و چسبیده به بدن قرار داشت، روی نوار گردان رفته، پروتکل بروس را تا رسیدن به واماندگی انجام دادند. ملاک پایان آزمون، خستگی شدید توسط آزمودنی و عدم توانایی برای ادامه دویدن بود و در این‌صورت پروتکل پایان می‌یافت. قبل و پس از انجام آزمون بروس برای کنترل شرایط آزمودنی‌ها مقدار ضربان قلب و فشارخون ثبت شد. پس از واماندگی، آزمودنی‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در وضعیت نشسته و راحت روی صندلی قرار می‌گرفتند و آزمودنی‌های گروه غوطه‌وری در آب سرد پاهای خود را تا مچ پا در داخل مخزن آب سرد قرار می‌دادند. پس از آن از آزمودنی‌ها آزمون تعادل ایستا و پویا به عمل آمد. در ارزیابی تعادل از دستگاه تعادل‌سنج good balance ساخت کشور فنلاند (Good Balance system, Metitur Oy, Jyvaskyla, Finland) استفاده شد. روش کار بدین‌صورت بود که در تعادل ایستا آزمودنی ثابت می‌ایستاد و به نقطه‌ی روی صفحه نمایشگر که در روبه‌رو قرار داشت، به‌مدت ۱۰ ثانیه خیره می‌شد. سرعت در محور xها و yها نشان‌دهنده سرعت مرکز فشار در حین ایستادن است و متزلزل‌بودن آزمودنی را نشان می‌دهد. در تعادل پویا آزمودنی باید با حرکت بالاتنه دایره‌های نمایان‌شده در صفحه نمایشگر را مورد هدف قرار دهد. سرعت ترجیحی در طی مسیر نیز نمایانگر تعادل پویا است و افزایش در این نمرات نیز کاهش تعادل پویا را نشان می‌دهد (گفتنی است که سرعت ترجیحی دستگاه good balance مقدار ۴ میلی‌متر بر ثانیه به‌عنوان پیش‌فرض در نظر گرفته شده است و بیش از این مقدار کاهش در تعادل پویا است). روایی و پایایی این دستگاه در تحقیقات مختلف قابل‌قبول گزارش شده است [۸]. ارزیابی عملکرد روانی – حرکتی ازطریق آزمون استروپ به‌کمک ابزار وینا انجام گرفت. خواندن و نام‌گذاری متجانس و نامتجانس ازطریق پروتکل اجرایی ابزار صورت گرفت و زمان کمتر نشان‌دهنده زمان عکس‌العمل سریع‌تر در پاسخگویی به محرک است. تست استروپ که آزمون کلمه – رنگ نیز نامیده می‌شود، آزمودنی باید رنگ لغاتی را که با رنگ‌ها متفاوت نوشته شده است، بدون توجه به معنایشان نام ببرد. در این‌حالت فرد باید در ۱۲ ثانیه تا آن‌جا که قادر است نام رنگی را که کلمات با آن چاپ شده‌اند، بخواند. تعداد مواردی‌که درست خوانده می‌شوند، به‌عنوان نمره ثبت می‌گردد. خطای زیاد در این تست نشانه اختلال بیشتر در توجه و تمرکز است. روایی و پایایی این دستگاه در تحقیقات مختلف قابل‌قبول گزارش شده است [۲۳]. شاخص خستگی نیز مدت‌زمان دویدن آزمودنی برحسب ثانیه در آزمون بروس روی تردمیل است و زمان بیشتر استقامت و ادامه پروتکل تمرینی، نشان‌دهنده این است که آزمودنی دیرتر به مرحله

واماندگی رسیده است [۲۴]. زمانی‌که آزمودنی‌ها به اوج اجرا و واماندگی در اجرای فعالیت ورزشی فزاینده رسیدند، زمان رسیدن به واماندگی و ضربان قلب بیشینه به‌عنوان شاخص خستگی برای هریک از آزمودنی‌ها ثبت شد.

روش آماری

نتایج آزمون کلموگروف ا سمیرنوف (KS) برای هیچ‌کدام از گروه های کنترل، دارونما، غو طه‌وری و غو طه‌وری همراه با م صرف مکمل معنی‌دار نبود ($P>$۰/۰۵). جهت آزمون فر ضیه‌ها از آزمون تحلیل واریانس مکرر، آزمون تی زوجی و تصحیح بونفرونی ا ستفاده شد (مفرو ضه‌های آزمون شامل نرمال‌بودن توزیع داده‌ها، وابسته‌بودن گروه‌ها و فرض کرویت برقرار بود). تمامی محا سبات با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۹ در سطح معنی‌داری آلفای ۰/۰۵ انجام گرفت.

نتایج

در جدول شماره ۱ متغیرهای مورد آزمون در ۴ گروه (کنترل، غوطه‌وری – دارونما، غوطه‌وری و غوطه‌وری – مکمل) بیان شده است. در تعادل ایستا، افزایش سرعت مرکز فشار در محور xها و yها در حین ایستادن نشان‌دهنده کاهش تعادل ایستا و در تعادل پویا نیز افزایش در سرعت طی‌شده، کاهش تعادل پویا را نشان می‌دهد. شاخص خستگی نیز مدت‌زمان دویدن آزمودنی برحسب ثانیه در آزمون بروس روی تردمیل و زمان بیشتر نشان‌دهنده تأخیر در واماندگی است. در عملکرد روانی – حرکتی نیز، زمان کمتر نشان‌دهنده زمان عکس‌العمل سریع‌تر در پاسخگویی به محرک و بهبود عملکرد روانی – حرکتی است.

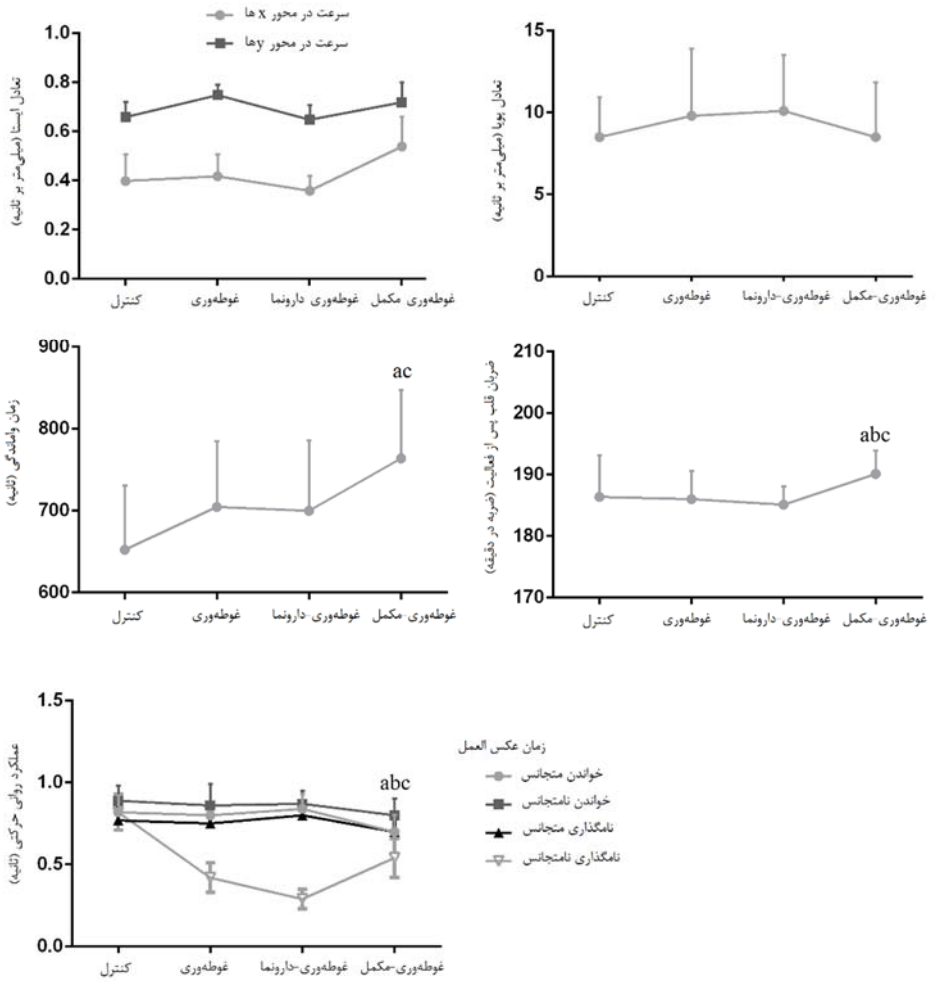
جدول شماره ۱- متغیرهای مورد آزمون در ۴ گروه آزمون (انحراف معیار ± میانگین)

	گروه‌های آزمون	کنترل	غوطه‌وری	غوطه‌وری – دارونما	غوطه‌وری – مکمل
تعادل ایستا	سرعت در محور x (میلی‌متر بر ثانیه)	۰/۴±۰/۱۱	۰/۴۲±۰/۰۹	۰/۲۹±۰/۰۶	۰/۵۴±۰/۱۲
	سرعت در محور y (میلی‌متر بر ثانیه)	۰/۶۶±۰/۰۶	۰/۷۵±۰/۰۴	۰/۶۵±۰/۰۶	۰/۷۲±۰/۰۸
تعادل پویا	سرعت طی‌شده (میلی‌متر بر ثانیه)	۸/۵۰±۲/۴۵	۹/۸±۴/۱۰	۱۰/۱۰±۳/۴۰	۸/۵۰±۳/۳۴
خستگی	زمان واماندگی (ثانیه)	۶۵۲/۲۵±۷۸/۵۳	۷۰۴/۶۳±۸۰/۲۲	۶۹۹/۷۵±۸۵/۸۸	۷۶۳/۸۸±۸۳/۳۷
	ضربان قلب بعد از فعالیت (ضربه در دقیقه)	۱۸۶/۳۸±۶/۷۸	۱۸۶/۰۱±۴/۵۶	۱۸۵/۱۲±۲/۹۹	۱۹۰/۱۲±۳/۸۰
عملکرد روانی – حرکتی (ثانیه)	زمان عکس‌العمل خواندن متجانس	۰/۸۲±۰/۱۰	۰/۸۰±۰/۰۱	۰/۸۴±۰/۰۹	۰/۷۰±۰/۱۰
	زمان عکس‌العمل خواندن نامتجانس	۰/۸۹±۰/۰۹	۰/۸۶±۰/۱۳	۰/۸۷±۰/۰۸	۰/۸۰±۰/۱۰
	زمان عکس‌العمل نام‌گذاری متجانس	۰/۷۷±۰/۱۲	۰/۷۵±۰/۰۹	۰/۸۰±۰/۰۲	۰/۷۰±۰/۱۰
	زمان عکس‌العمل نام‌گذاری نامتجانس	۰/۸۲±۰/۱۱	۰/۴۲±۰/۰۹	۰/۲۹±۰/۰۶	۰/۵۴±۰/۱۲

جدول شماره ۲، نتایج تحلیل واریانس مکرر را نشان می‌دهد. در تحلیل واریانس مکرر، زمانی‌که آزمون موخلی معنادار شود، کرویت رد می‌شود و از تصحیح گرین هاوس – گیسر در گزارش استفاده شده است. با توجه به جدول شماره ۲ و شکل شماره ۱، زمان واماندگی در بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<$۰/۰۰۱ و ۱۰/۶۱=(۲۱ و ۳)F) و زمان واماندگی در گروه غوطه‌وری – مکمل بیشتر از گروه کنترل و گروه غوطه‌وری – دارونما است. در ضربان قلب بعد از فعالیت بین گروه‌ها نیز اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<$۰/۰۰۱ و ۲۸/۰۱=(۲۱ و ۳)F) و ضربان قلب پس از فعالیت در گروه غوطه‌وری – مکمل بیشتر از گروه کنترل، گروه غوطه‌وری و گروه غوطه‌وری – دارونما است. درنهایت زمان عکس‌العمل خواندن نامتجانس در گروه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری دارد ($P=$۰/۰۱۰ و ۴/۸۲=(۲۱ و ۳)F) و زمان عکس‌العمل خواندن نامتجانس در گروه غوطه‌وری – مکمل کمتر از گروه کنترل، گروه غوطه‌وری و گروه غوطه‌وری – دارونما است.

جدول شماره ۲- آزمون اثرات بین گروهی برای متغیرهای مورد آزمون

منبع		جمع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	معنی‌داری	ضریب اتا
تعادل ایستا محور xها	گروه‌ها	۰/۲۴۸	۱/۷۶	۰/۱۴۱	۱۰/۹۹	۰/۰۵۲	۰/۴۵۵
(میلی‌متر بر ثانیه)	خطا	۰/۱۵۸	۱۲/۳۴	۰/۰۱۳			
تعادل ایستا محور yها	گروه‌ها	۰/۰۵۰	۳	۰/۱۷	۳/۸۵	۰/۰۵۸	۰/۳۵۵
(میلی‌متر بر ثانیه)	خطا	۰/۰۹۰	۲۱	۰/۰۰۴			
تعادل پویا سرعت طی‌شده	گروه‌ها	۱۷/۰۹	۳	۵/۶۹	۰/۵۵	۰/۶۵۵	۰/۰۷۳
(میلی‌متر بر ثانیه)	خطا	۲۱۸/۶۶	۲۱	۱۰/۴۱			
زمان خستگی	گروه‌ها	۵۰۲۱۱/۸	۳	۱۶۷۳۷/۳	۱۰/۶۱	<۰/۰۰۱	۰/۶۰۳
(ثانیه)	خطا	۳۳۱۲۴/۸	۲۱	۱۵۷۷/۴			
ضربان قلب	گروه‌ها	۱۰۸۴/۳۳	۳	۳۶۱/۴۴	۲۸/۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۸۰۰
(ضربه در دقیقه)	خطا	۲۷۱/۰۰	۲۱	۱۲/۹۰			
زمان عکس‌العمل خواندن متجانس	گروه‌ها	۰/۰۴۳	۳	۰/۰۱۷	۲/۶۰	۰/۰۷۹	۰/۲۷۰
(ثانیه)	خطا	۰/۱۱۵	۲۱	۰/۰۰۵			
زمان عکس‌العمل خواندن نامتجانس	گروه‌ها	۰/۰۵۱	۳	۰/۰۱۷	۴/۸۲	۰/۰۱۰	۰/۴۰۸
(ثانیه)	خطا	۰/۰۷۳	۲۱	۰/۰۰۳			
زمان عکس‌العمل نام‌گذاری متجانس	گروه‌ها	۰/۰۱۷	۳	۰/۰۰۶	۱/۸۸	۰/۱۶۴	۰/۲۱۲
(ثانیه)	خطا	۰/۰۶۵	۲۱	۰/۰۰۳			
زمان عکس‌العمل نام‌گذاری نامتجانس	گروه‌ها	۰/۰۱۲	۳	۰/۰۰۴	۱/۷۳	۰/۱۹۱	۰/۱۹۸
(ثانیه)	خطا	۰/۶	۲۱	۰/۰۵۰			



a اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل ($P<۰/۰۵$)

b اختلاف معنی‌دار با گروه غوطه‌وری ($P<۰/۰۵$)

c اختلاف معنی‌دار با گروه غوطه‌وری – دارونما ($P<۰/۰۵$)

d اختلاف معنی‌دار با گروه غوطه‌وری – مکمل ($P<۰/۰۵$)

شکل شماره ۱- تفاوت بین گروه‌های کنترل، غوطه‌وری، غوطه‌وری – دارونما و غوطه‌وری – مکمل در متغیرهای مورد آزمون

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که غوطه‌وری در آب سرد، تأثیری بر تعادل ایستا و پویا ندارد. از سوی دیگر مصرف مکمل کافئین هم تأثیری بر عملکرد تعادلی رزمی‌کاران بر جای نگذاشت. هم‌راستا با نتایج تحقیق حاضر، Fullam و همکاران (۲۰۱۵) بیان داشتند که غوطه‌وری حاد در آب سرد برای زانو و مچ پا تأثیری بر تعادل پویا ندارد [۲۵]. از طرف دیگر، Macedo و همکاران (۲۰۱۶) و Douglas و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند که غوطه‌وری مچ پا در آب سرد منجر به کاهش تعادل می‌شود [۲۶،۲۰]. این محققان بیان داشتند که استفاده از غوطه‌وری آب سرد در مفصل مچ پا احتمالاً به‌طور موقت باعث افت در آوران‌های حسّی – حرکتی مفصل مچ پا شده که این موضوع منجر به بدترشدن ثبات قامتی می‌شود. یکی از دلایل احتمالی تفاوت در نتایج را می‌توان تفاوت در آزمودنی‌های دو تحقیق عنوان کرد که در تحقیق حاضر، آزمودنی‌ها ورزشکار بوده، اما در مطالعه مورد اشاره آزمودنی‌ها افراد عادی بودند. سرمادرمانی در مفصل زانو نیز با حفظ استراتژی‌های کنترل وضعیتی مچ پا و مفصل ران جبران می‌شود که باز هم احتمال افت عملکرد تعادلی را به همراه دارد [۲۶،۲۵،۲۰]. ازجمله دلایل عدم‌تغییر تعادل و شاخص‌های ثباتی پس از استفاده از یخ در این مطالعه می‌تواند به مدت کاربرد، شدت و نحوه استفاده از سرما مرتبط باشد. چراکه تحقیقات نشان داده است مدت‌زمان غوطه‌وری، می‌تواند نتایج متغیری را به همراه داشته باشد و همین‌طور کاربرد آن می‌تواند برای نمونه ریکاوری ورزشی و یا استفاده‌های درمانی نیز متغیر باشد. استفاده مستقیم از سرما مانند

شناوری و غوطه‌وری اندام‌های بدن در آب سرد و یخ، دمای عمقی بافت‌های بدن را در مقایسه با ژل‌های خنک‌کننده و کیسه‌های آب سرد کاهش می‌دهد [۱۱]. به نظر می‌رسد نتیجه دیگر این تحقیق این بود که کافئین نیز تأثیر بر عملکرد تعادلی ورزشکاران نداشت. Briggs و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی مروری و بررسی تحقیقات گذشته بیان داشتند که مصرف ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم کافئین تأثیری بر تعادل ندارد، ولی می‌تواند عملکرد تعادلی را کاهش دهد [۲۷]. تنظیم وضعیت بدن به‌نوبه خود بر بازخورد حسّی وضعیت بدن تأثیر می‌گذارد، به این‌معنی که سیستم کنترل تعادل یک «حلقه بسته» است. بنابراین، برای بررسی تغییرات در پردازش ورودی حسّی زیربنایی، تعادل می‌تواند در مکان‌های مختلف سیستم حلقه بسته (به‌عنوان‌مثال، سیستم دهلیزی، بصری و گیرنده‌های مکانیکی مچ پا) مختل شود. کافئین بسیاری از اعمال فیزیولوژیکی خود را ازطریق تضاد گیرنده‌های آدنوزین مرکزی انجام می‌دهد. از آن‌جایی‌که آدنوزین یک تعدیل‌کننده عصبی بازدارنده در سیستم عصبی مرکزی با خواص آرام‌بخش است، می‌تواند عملکرد عضلانی را بهبود بخشد، ولی فرآیندهای شناختی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و تغییرات ناشی از کافئین در پردازش و یا ادغام ورودی حسّی مرتبط با تعادل [۲۷،۱۲] و سرمای موضعی احتمالاً منجر به افت عملکرد تعادلی می‌شود. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که غوطه‌وری در آب به‌همراه مصرف کافئین، زمان رسیدن به ماندگی و ضربان قلب پس از فعالیت را افزایش می‌یابد. شواهد کاملاً قوی وجود دارد که مصرف کافئین می‌تواند عملکرد را هم در طول ورزش‌های استقامتی و هم در کوتاه‌مدت و با شدت بالا افزایش دهد. مصرف کافئین باعث افزایش اپی‌نفرین پلاسما و استقامت بیشتر در ورزش می‌شود [۲۸]. کافئین به فرد اجازه می‌دهد با کاهش درد و یا احساس نیرو، با شدت‌های بالاتر برای مدت طولانی‌تر ورزش کند [۲۹]. جردن و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که بهبود در حداکثر قدرت انقباض ارادی به‌دلیل مصرف کافئین می‌تواند با تأثیر مستقیم بر عضله (به‌عنوان‌مثال، حفظ هموستاز الکترولیت یا افزایش انتشار شبکه سارکوپلاسمی یا در اثر تأثیر $Ca2+$ بر سیستم عصبی مرکزی (به‌عنوان‌مثال، افزایش واحد حرکتی) افزایش توان هوازی و بی‌هوازی را در برداشته باشد [۱۲]. Argus و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که غوطه‌وری در آب سرد پس از یک جلسه تمرین مقاومتی در ساعات اوّلیه ریکاوری، تأثیری بر بهبود ریکاوری ندارد [۳۰]. همچنین Peake و همکاران (۲۰۱۷) 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 ریکاوری فعال نیست [۱۳]. از سوی دیگر بیان شده است که مصرف کافئین حجم ضربه‌ای را تغییر می‌دهد و در شدت‌های بالا می‌تواند به افزایش فشار خون و ضربان قلب منجر شود [۲۷،۱۲]. فواید بالقوه روش غوطه‌وری در آب سرد به کاهش دمای بافت عضله، همراه‌با اثرات فشار هیدرواستاتیک بستگی دارد. مکانیسم‌های احتمالی ناشی از این سودمندی‌ها، کاهش پرفیوژن میکروواسکیولار و متابولیسم موضعی است که التهاب، تورم، آسیب و کوفتگی را کاهش داده، از افت عملکرد عضلانی پیشگیری می‌کند. 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 [۳۱]. تغییرات فیزیولوژیک ناشی‌از غوطه‌وری در آب سرد ممکن است شامل فعال‌سازی مجدد پاراسمپاتیک [۳۲]، کاهش جریان خون پوستی [۳۳]، 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 [۳۲]. از طرف دیگر، باید در نظر گرفت که ترکیبی از عوامل فیزیولوژیک و روان‌شناختی می‌تواند نقش مهمّی در ادراک و آگاهی افراد شرکت‌کننده در پژوهش داشته باشد که درنتیجه به‌طور بالقوه زمان رسیدن به واماندگی را تقویت کند. به‌ویژه ممکن است یک مزیت روانی (کاهش احساس خستگی در هنگام غوطه‌وری در آب سرد) برای ورزشکاران وجود داشته باشد [۳۴]. Vaile و همکاران (۲۰۰۸) پیشنهاد کردند که غوطه‌وری در آب سرد بلافاصله پس از آزمون دویدن تناوبی شاتل، متابولیسم عضلات را کاهش می‌دهد [۳۵]. از دیگر سازوکارهای مرتبط با تأثیر غوطه‌وری در آب سرد بر کاهش درد و آسیب عضلانی، می‌توان به کاهش فعالیت انتقال‌دهنده‌های عصبی، کاهش فعالیت پایانه‌های عصبی آزاد و افزایش آستانه درد اشاره کرد. این سازوکارها با کاهش درد باعث کاهش گرفتگی در عضلات می‌شوند [۳۶]. به‌نظر می‌رسد فشار ناشی از غوطه‌وری در آب سرد سبب افزایش فشردگی عضلانی - عروقی می‌شود و به‌این‌ترتیب در کاهش التهاب و تورم و کم‌شدن پاسخ‌های ایمنی و افزایش زمان واماندگی مؤثر است [۳۷]. یافته‌های تحقیق نشان داد که عملکرد روانی - حرکتی به‌ویژه زمان عکس‌العمل خواندن نامتجانس در گروه غوطه‌وری به‌همراه مصرف مکمل کافئین بهبود یافته است. یافته‌ها نشان داد که این بهبود به‌احتمال قوی به‌دلیل مصرف کافئین بوده است؛ چراکه بین گروه غوطه‌وری با مکمل و غوطه‌وری و دارونما اختلاف معنی‌دار وجود داشت. برخی مطالعات نشان داده‌اند که مصرف کافئین می‌تواند عملکرد حافظه کاری را

بهبود بخشد. همچنین بیان شده است که کافئین بر عملکرد شناختی (شامل: سطوح تمرکز، توجه، یادآوری اطلاعات، حافظه، سرعت حرکت ساده و پردازش سریع اطلاعات بصری) تأثیرگذار است [۳۸]. باور بر این است که کافئین گیرنده‌های آدنوزین را مختل می‌کند و منجر به هوشیاری، تمرکز و حافظه موقتی بهتر می‌شود [۲۸]. Laatar و همکاران (۲۰۲۱) بیان داشتند که مصرف کافئین در دوز مناسب به‌عنوان یک محرک مرکزی عمل می‌کند و هوشیاری، زمان واکنش و عملکرد حافظه را بهبود می‌بخشد و بر عملکرد شناختی و روانی – حرکتی تأثیر می‌گذارد [۲۹]. Jordan و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که کافئین به‌دلیل اثر بر سیستم عصبی مرکزی به‌عنوان یک آنتاگونیست گیرنده آدنوزین، آستانه تحریک واحد حرکتی را کاهش می‌دهد و می‌تواند بر سرعت عکس‌العمل و چابکی ورزشکاران تأثیرگذار باشد [۱۲]. از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به تعداد کم شرکت‌کنندگان و اجرای تحقیق به‌صورت متقاطع اشاره کرد؛ هرچند تلاش شد با قرارگیری و اجرای تصادفی پروتکل‌ها و wash out، سوگیری و فرآیندهای یادگیری به حداقل برسد؛ اما پیشنهاد ما این است که در تحقیقات بعدی با تعداد نمونه بیشتری مراحل کار اجرا شود. از سوی دیگر تحقیق برروی افراد سالم انجام شد و آسیب‌دیدگی قبلی یا وجود آسیب می‌تواند بر نتایج تأثیر بگذارد. پیشنهاد می‌شود که مربیان به دوز مصرفی کافئین و درجه سردی و مدت‌زمان غوطه‌وری در آب سرد در ورزشکاران رزمی خود توجه ویژه داشته باشند.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر نشان داد که مصرف مکمل کافئین با دوز ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن و غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های خستگی و عملکرد روانی – حرکتی متعاقب یک پروتکل ورزشی درمانده‌ساز در دانشجویان تأثیرگذار است و منجر به بهبود زمان رسیدن به واماندگی، افزایش ضربان قلب و سرعت عکس‌العمل می‌شود. باتوجه به یافته‌های پژوهش حاضر مبنی‌بر اثرات غوطه‌وری در آب سرد و مصرف مکمل کافئین پیشنهاد می‌شود ورزشکاران برای بهبود عملکرد روانی – حرکتی و کاهش خستگی از مزایای مکمل کافئین و غوطه‌وری در آب سرد به‌طور هم‌زمان استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

از تمام ورزشکارانی که در جمع‌آوری داده‌ها یاری رساندند، سپاسگزاری می‌شود.

References:

[1] Bridge CA, Sparks AS, McNaughton LR, Close GL, Hausen M, Gurgel J, et al. Repeated exposure to taekwondo combat modulates the physiological and hormonal responses to subsequent bouts and recovery periods. ***J Strength Cond Res*** 2018; 32(9): 2529-41.

[2] Wiese-Bjornstal DM. Psychology and socioculture affect injury risk, response, and recovery in high-intensity athletes: a consensus statement. ***Scand J Med Sci Sports*** 2010; 20: 103-11.

[3] Lin WT, Yang SC, Tsai SC, Huang CC, Lee NY. L-Arginine attenuates xanthine oxidase and myeloperoxidase activities in hearts of rats during exhaustive exercise. ***Br J Nutr*** 2006; 95(1): 67-75.

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

[5] 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. ***J Hum Kinet*** 2012; 31: 121.

[6] Park EH, Choi SW, Yang YK. Cold-Water Immersion Promotes Antioxidant Enzyme Activation in Elite Taekwondo Athletes. ***Appl Sci*** 2021; 11(6): 2855.

[7] Mohammadkhani PG, Irandoust K, Taheri M, Mirmoezzi M, Baić M. Effects of eight weeks of aerobic exercise and taking caraway supplement on C-reactive protein and sleep quality in obese women. ***Biol Rhythm Res*** 2019; 1-9.

[8] Taheri M, Irandoust K. The effect of game-based balance training on body composition and psychomotor performance of obese students. ***Int J Sch Health*** 2019; 6(2): 1-4.

[9] Reyner LA, Horne JA. Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. ***Physiol Behav*** 2013; 120: 93-6. Reyner LA, Horne JAJP, behavior. Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. 2013; 120: 93-6.

[10] Ganio MS, Klau JF, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: a systematic review. ***J Strength Cond Res*** 2009; 23(1): 315-24.

[11] O'Brien C, Tharion WJ, Sils IV, Castellani JW. Cognitive, psychomotor, and physical performance in cold air after cooling by exercise in cold water. ***Aviat Space Environ Med*** 2007; 78(6): 568-73.

[12] Jordan JB, Korgaokar A, Farley RS, Coons JM, Caputo JL. Caffeine supplementation and reactive agility in elite youth soccer players. ***Pediatr Exerc Sci*** 2014; 26(2):168-76.

[13] Peake JM, Roberts LA, Figueiredo VC, Egner 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. ***J Physiol*** 2017; 595(3): 695-711.
[14] Glasgow PD, Ferris R, Bleakley CM .Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: Is dose important? A randomised controlled trial. ***Phys Ther Sport*** 2014; 15(4): 228-33.
[15] Anderson D, Nunn J, Tyler CJ. Effect of cold (14° C) vs. Ice (5° C) water immersion on recovery from intermittent running exercise. ***J Strength Cond Res*** 2018; 32(3): 764-71.
[16] Higgins TR, Greene DA, Baker MK. Effects of cold water immersion and contrast water therapy for recovery from team sport: a systematic review and meta-analysis. ***J Strength Cond Res*** 2017; 31(5): 1443-60.
[17] Tano SS, Fernandes KBP, Moser ADL, Pires-Oliveira DAdA, Gil AWO, Oliveira RFd. Effects of cold water immersion on variables of balance in healthy subjects with open and closed eyes. ***Fisioterapia em Movimento*** 2015; 28: 467-75.
[18] 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. ***J. Pratical. Stud Biosci Sport*** 2021; 9(17): 32-45.
[19] Falla M, Micarelli A, Hüfner K, Strapazzon G. The Effect of Cold Exposure on Cognitive Performance in Healthy Adults: A Systematic Review. ***Int J Environ Res Public Health*** 2021; 18(18): 9725.
[20] Macedo CdSG, Vicente RC, Cesário MD, Guirro RRdJ. Cold-water immersion alters muscle recruitment and balance of basketball players during vertical jump landing. ***J Sports Sci*** 2016; 34(4): 348-57.
[21] Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the physical activity readiness questionnaire (PAR-Q). ***Can J Sport Sci*** 1992.
[22] Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. Postexercise cold water immersion benefits are not greater than the placebo effect. ***Med Sci Sports Exerc*** 2014; 46(11): 2139-47.
[23] Taheri M, Irandoust K. The Effect of Omega-3 Supplementation and Functional Exercises on the Psychomotor Performance of Aged Women in Qazvin. ***Iran J Ageing*** 2019; 14(1): 2-13. [in Persian]
[24] Fontana P, Boutellier U, Knöpfli-Lenzin C. Time to exhaustion at maximal lactate steady state is similar for cycling and running in moderately trained subjects. ***Eur J Appl Physiol*** 2009; 107(2): 187-92.
[25] Fullam K, Caulfield B, Coughlan GF, McGroarty M, Delahunt E. Dynamic postural-stability deficits after cryotherapy to the ankle joint. ***J Athl Train*** 2015; 50(9): 893-904.
[26] Douglas M, Bivens S, Pesterfield J, Clemson N, Castle W, Sole G, et al. Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance. ***Int J Sports Phys Ther*** 2013; 8(1): 9.
[27] Briggs I, Chidley JB, Chidley C, Osler CJ. Effects of caffeine ingestion on human standing balance: a systematic review of placebo-controlled trials. ***Nutrients***. 2021;13(10): 3527.
[28] Warren GL, Park ND, Maresca RD, McKibans KI, Millard-Stafford ML. Effect of caffeine ingestion on muscular strength and endurance: a meta-analysis. ***Med. Sci. Sports Exerc*** 2010; 42(7): 1375-87.
[29] Laatar R, Waer FB, Rebai H, Sahli S. Caffeine consumption improves motor and cognitive performances during dual tasking in middle-aged women. ***Behav Brain Res*** 2021; 412: 113437.
[30] 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. ***Int J Sports Physiol Perform*** 2017; 12(7): 886-92.
[31] 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 Med*** 2016; 46(8): 1095-109.
[32] Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological response to water immersion. ***Sports Med*** 2006; 36(9): 747-65.
[33] Mawhinney C, Jones H, Low DA, Green DJ, Howatson G, Gregson W. Influence of cold-water immersion on limb blood flow after resistance exercise. ***Eur J Sport Sci*** 2017; 17(5): 519-29.
[34] 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. ***Int J Sports Physiol Perform*** 2018; 13(3): 382-9.
[35] Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. ***J. Sports Sci***. 2008; 26(5): 431-40.
[36] Greenwood JD, Moses GE, Bernardino FM, Gaesser GA, Weltman A. Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. ***J Sports Sci*** 2008; 26(1): 29-34.
[37] 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. ***Eur J Appl Physiol*** 2011; 111(7): 1287-95.
[38] Shabir A, Hooton A, Tallis J, F Higgins M. The influence of caffeine expectancies on sport, exercise, and cognitive performance. ***Nutrients*** 2018; 10(10): 1528.