

## تأثیر شش هفته مکمل‌دهی آب هندوانه بر فعالیت آنزیم‌های CK و LDH و عملکرد ورزشی تکواندوکاران زن نخبه

محمدسام رفیعی<sup>۱</sup>، محمد عزیزی\*<sup>۲</sup>، وریا طهماسبی<sup>۳</sup>، رستگار حسینی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت ۱۳۹۸/۰۷/۰۱ تاریخ پذیرش ۱۳۹۸/۱۰/۰۸

### چکیده

**پیش‌زمینه و هدف:** استفاده از مکمل‌های تغذیه‌ای، برای جلوگیری از فشارهای ناشی از فعالیت بدنی، به تعویق انداختن خستگی و حفظ عملکرد در هنگام مسابقه پیشنهاد شده است. هدف پژوهش حاضر، اثرات شش هفته مکمل‌دهی آب هندوانه بر فعالیت آنزیم‌های کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) و عملکرد ورزشی تکواندوکاران زن نخبه می‌باشد.

**مواد و روش کار:** پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی که از بین تکواندوکار زن نخبه ۲۵ نفر به صورت نمونه در دسترس انتخاب به صورت تصادفی یک‌سوکور در دو گروه مکمل (۱۵ نفری) و گروه دارونما (۱۰ نفری) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها به مدت شش هفته ۵۰۰ میلی‌لیتر نوشیدنی آب هندوانه (تقریباً حاوی ۱/۱۷ گرم آل‌سیترولین است) یا دارونما را حدوداً یک ساعت قبل از تمرین تکواندو مصرف کردند. تمرین تکواندو شامل اجرای تمرین‌های عمومی و اختصاصی تکواندو به مدت ۹۰ دقیقه و به صورت سه جلسه در هفته بود. مقادیر LDH، CK و آزمون عملکرد ورزشی (VO2max) از هر دو گروه قبل و پس از پژوهش و میزان درد عضلانی در ۲۴ و ۴۷ ساعت پس از فعالیت ورزشی اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج مصرف آب هندوانه به مدت ۶ هفته باعث کاهش CK ( $P=0/001$ ) و LDH ( $P=0/002$ )، کاهش درد عضلانی در ۲۴ ساعت ( $P=0/001$ ) و ۴۷ ساعت ( $P=0/001$ ) پس از فعالیت ورزشی و افزایش عملکرد ورزشی ( $P=0/001$ ) شده است؛ تفاوت معناداری بین گروه تجربی و گروه کنترل در متغیرهای مذکور مشاهده شد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر شاید بتوان گفت به‌منظور جلوگیری از کوفتگی عضلانی تأخیری و افزایش عملکرد ورزشی ورزشکاران مصرف آب هندوانه قبل از اجرای فعالیت ورزشی سودمند است.

**کلیدواژه‌ها:** کوفتگی عضلانی تأخیری، آل-سترولین، عملکرد ورزشی

مجله مطالعات علوم پزشکی، دوره سی‌ام، شماره یازدهم، ص ۸۶۶-۸۵۶، بهمن ۱۳۹۸

آدرس مکاتبه: کرمانشاه، باغ ابریشم، دانشگاه رازی، دانشکده علوم ورزشی تلفن: ۰۹۱۸۳۷۴۶۱۰۳

Email: azizimhammad@gmail.com

### مقدمه

سبب‌شناسی آن صورت گرفته است، اما هنوز سازوکار و علل به وجود آورنده آن به‌خوبی شناخته نشده است. ازجمله علائم سندرم کوفتگی عضلانی تأخیری، می‌توان به کاهش دامنه حرکتی مفصل، کاهش نیروی عضلانی، احساس سفتی و خشکی در اندام، درد عضلانی، آسیب و تخریب میکروسکوپی تارهای عضلانی، افزایش غلظت آنزیم‌های کراتین فسفوکیناز (CPK) <sup>۶</sup> و لاکتات دهیدروژناز

کوفتگی عضلانی تأخیری (DOMS) <sup>۵</sup> معمولاً بعد از فعالیت‌های غیرمعمول با شدت متوسط تا شدید و طولانی‌مدت و نیز تمرین‌های ورزشی که بیشتر شامل انقباضات برون‌گرا می‌باشند، ایجاد می‌شود (۱). این عارضه در افراد ورزشکار، عملکرد ورزشی آنان را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲). تحقیقات زیادی در مورد

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

<sup>۲</sup> استادیار دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (نویسنده مسئول)

<sup>۳</sup> استادیار دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

<sup>۴</sup> استادیار دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

<sup>۵</sup> Delayed Muscle Soreness

<sup>۶</sup> Creatine Phosphokinase

(LDH)<sup>۱</sup> در سرم یا پلاسما و افزایش واکنش‌های التهابی اشاره نمود(۳). تعدادی نظریه ازجمله آسیب بافت همبند و عضلانی، التهاب و نظریه برداشت آنزیم باهدف توضیح دادن محرک درد همراه با DOMS بیان شده‌اند (۴). توافق عمومی بین محققان وجود دارد که یک نظریه واحد نمی‌تواند توضیح‌دهنده شروع DOMS باشد (۱). نتیجه، توالی واحدی از رویدادها را به‌منظور توضیح پدیده DOMS پیشنهاد کرده‌اند (۵). این مدل از ادغام نظریه‌های مختلف به دست آمده است و با این فرض که نیروی زیاد کششی در اثر فعالیت فزاینده، آسیب بافت عضلانی و بافت همبند را ایجاد می‌کند شروع می‌شود (۶). این آسیب ساختاری باعث تغییر در نفوذپذیری غشای سلول و انتشار کلسیم در داخل سلول می‌شود. آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین بر اثر کلسیم فعال‌شده و تجزیه پروتئین‌های سلولی را آغاز می‌کنند. تخریب تدریجی غشای سلول عضلانی باعث انتشار ترکیبات داخلی سلول (کراتین کیناز (CK) و هیدروکسی پرولین) به فضای میان بافتی و پلاسما می‌شود. این مواد بین ۶ الی ۱۲ ساعت مونوسیت‌های را به‌به سمت خود می‌کشاند و ماستوسیت‌ها و هیستامین‌ها را در محل آسیب‌دیده فعال می‌کنند. چند ساعت بعد از آسیب تعداد نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها و ماکروفاژها در محل آسیب‌دیده افزایش می‌یابد. به علت عمل بیگانه خواری و انهدام سلولی، هیستامین‌ها، کینین‌ها و پتاسیم در فضای میان بافتی تجمع می‌یابند. در نهایت، این رویدادها موجب احساس کوفتگی می‌شوند و درد ممکن است با تحریک بر اثر فشار ناشی از تورم و فشار پروستاگلاندین‌ها بر گیرنده‌های درد افزایش یابد (۱). مکانیزم‌های پیشنهادی DOMS به محققان اجازه داده است روش‌های گوناگون پیشگیری و درمان (مداخلات شامل: کشش، داروهای ضد التهاب، اولتراسوند، تحریک الکتریکی، هوموپاتی، ماساژ، گرم کردن و نوشیدنی‌های ورزشی) را به‌منظور کاهش علائم DOMS، بازگشت سریع‌تر کارایی عضله و یا کاهش میزان آسیب اولیه مورد بررسی قرار دهند(۶، ۷). به طور کلی هدف از مصرف نوشیدنی‌های ورزشی کمک به ورزشکاران برای جایگزینی آب، الکترولیت‌ها و تأمین انرژی قبل، حین و بعد از فعالیت ورزشی یا مسابقه و در نهایت کاهش علائم DOMS است (۸)؛ برای مثال، حضور کربوهیدرات در نوشیدنی‌های ورزشی سبب حفظ سطح گلوکز خون می‌شود که اکسیداسیون کربوهیدرات را افزایش می‌دهد و همچنین سبب صرفه‌جویی در مصرف گلیکوژن عضلات در طول

فعالیت ورزشی با شدت بالا می‌شود. کوامبس و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۵) گزارش کردند که نوشیدنی‌های ورزشی به حفظ مایعات بدن بعد از فعالیت ورزشی نسبت به مصرف فقط آب به تنهایی کمک می‌کنند (۹). همچنین نوشیدنی‌های ورزشی می‌توانند خستگی را به تأخیر بیندازند و تولید انرژی را افزایش دهند (۱۰). در سال‌های اخیر، با توجه به خواص آنتی اکسیدانی آب هندوانه که ناشی از وجود لیکوپن و ال-سیتروپلین مورد توجه زیادی قرار گرفته است، لیکوپن به عنوان رژیم غذایی مناسب برای پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی و همچنین انواع خاصی از سرطان در نظر گرفته شده و می‌تواند پوست را از آسیب نور ماورای بنفش محافظت کند. این اثرات مفید در بسیاری موارد با حضور فیتوشیمیایی با خواص آنتی اکسیدانی ارتباط دارد (۱۱)، از طرفی دیگر ال-سیتروپلین یک اسید آمینه حاضر در بدن است و یک پیش ساز اولیه انرژی‌زای قوی از ال-آرژنین که یک سوپراکسید برای سنتز نیتریک اکسید است. مطالعات نشان می‌دهند که مکمل‌دهی نیترات رژیم غذایی می‌تواند نشانگرهای نیتریک اکساید را افزایش، فشارخون را کاهش، کاهش علائم DOMS، بهبود در عملکرد ورزشی و در نهایت سبب افزایش تحمل خستگی شود؛<sup>۱۲</sup> احتمالاً نشانه مثبت برای استفاده از هندوانه برای دریافت ال-سیتروپلین باشد (۱۲). بر اساس گزارش بیلی<sup>۳</sup> و همکاران خوردن آب هندوانه سبب افزایش ال-سیتروپلین و ال-آرژنین پلاسما می‌شود و ممکن است نشانگرهای نیتریک اکساید را افزایش دهد (۱۳).

مارتینز<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند خوردن آب هندوانه غنی شده از ال-سیتروپلین سبب حفظ نشانگرهای خون مثل آنزیم‌های کراتین کیناز<sup>۵</sup> (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) در پلاسما، حفظ قابل‌توجه نیرو در طول فعالیت ورزشی و کاهش قابل‌توجه در درک فشار و درد عضلانی پس از فعالیت ورزشی می‌شود (۱۴). تارازونا<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که خوردن آب هندوانه سبب کاهش درد عضلانی و بهبود ضربان قلب می‌شود (۱۵). کاتروفیلو<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثرات ال-سیتروپلین و آب هندوانه روی عملکرد ورزشی هوازی و بی‌هوازی نشان دادند که تفاوت معناداری بین گروه‌ها در زمان رسیدن به خستگی، حداکثر اکسیژن مصرفی، آستانه بی‌هوازی و بهبود جریان خون مشاهده نشد (۱۶). بیلی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که شش گرم مکمل‌دهی ال-سیتروپلین در روز می‌تواند سبب بهبود فشارخون

<sup>5</sup>. Creatine kinase

<sup>6</sup>. Tarazona

<sup>7</sup>. Cutrufello

<sup>1</sup>. Lactate Dehydrogenase

<sup>2</sup>. Coombes et al

<sup>3</sup>. Bailey

<sup>4</sup>. Martínez

شرکت کنند. پس از ذکر نکات لازم در خصوص نحوه اجرای پروتکل، مزایا و معایب شرکت در پژوهش و ناراحتی‌های احتمالی مرتبط با خون‌گیری و تمامی نکاتی که باید رعایت شود به‌صورت شفاهی و کتبی در قالب رضایت‌نامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت، در صورت پذیرش شرایط از طرف آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه امضاء می‌شد. تمامی ملاحظات اخلاقی لازم برای کار روی نمونه‌های انسانی در این تحقیق رعایت شده است و توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی استان کرمانشاه (IR.KUMS.REC.1397.852) تأیید شده است.

سپس یک لیست حاوی غذاهای نیترا دار به آزمودنی‌ها داده شد و از آن‌ها خواسته شد از لحظه دریافت لیست تا زمان خون‌گیری نهایی از مصرف مواد غذایی موجود در لیست خودداری کنند. همچنین از آن‌ها خواسته شد که در برنامه غذایی خود تغییر ایجاد نکنند و در طول سه روز قبل از انجام پژوهش و سه روز قبل از اتمام پژوهش یک پرسشنامه مربوط به بسامد غذایی که بر پایه ساختار پرسشنامه ویلت طراحی گشت و بر اساس اقلام غذایی ایرانی تعدیل گردید، در نهایت انرژی دریافتی توسط نرم‌افزار (N4) تعدیل‌شده با برنامه غذایی ایرانیان محاسبه گردید. محتوای موجود در هندوانه بستگی به نوع و بریکس<sup>۱</sup> هندوانه دارد (۱۸)، که بریکس مورد استفاده در تحقیقات قبلی (۱۵) و این تحقیق بریکس بین نه الی دوازده می‌باشد. با استفاده از دستگاه رفاکتومتر، هر بار قبل از آبیگری هندوانه، بریکس آن مورد اندازه‌گیری قرار می‌گرفت. دمای آزمایشگاه برای تمام آزمودنی‌ها یکسان (۲۰°C) بود. به‌منظور اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی<sup>۲</sup> و عملکرد ورزشی تکواندوکاران از تست آستراند (۱۹) در اولین و آخرین جلسه پروتکل تحقیقی استفاده شد. پس از مستقر شدن آزمودنی‌ها روی چرخ کارسنج مونارک (مدل Monark Ergomedice 839E)، صندلی بر اساس قد آزمودنی‌ها تنظیم شد به‌طوری‌که با قرار دادن کف پا روی رکاب، زانو کمی زاویه خمیده داشته باشد. ورزشکار دستگاه ضربان سنج پولار را روی قفسه سینه بسته و به مدت شش دقیقه آزمون آستراند را انجام داد. شدت آزمون هوازی بر اساس تعداد دور رکاب ۵۰ الی ۶۰ دور در دقیقه (شدت کار ۴۵۰ کیلوگرم/متر/دقیقه) بود. در این آزمون با توجه به صفحه کنترلی که روبه‌روی ورزشکار است آزمودنی از سرعت رکاب اطلاع پیدا کند و سعی کند سرعت را در دامنه خواسته‌شده با توجه ضربان قلب، حفظ کند. سپس با استفاده از فرمول حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها قبل و پس از پروتکل تحقیق اندازه‌گیری شد (۲۰). پس از اتمام تست و قبل از ترک کردن آزمایشگاه توسط آزمودنی‌ها یک پرسشنامه مربوط به درد عضلانی

و عملکرد ورزشی در بزرگسالان سالم شود همچنین آن‌ها نشان دادند که مصرف کوتاه‌مدت آل-سیترولین توانست فشارخون، حداکثر اکسیژن مصرفی و عملکرد ورزشی را بهبود دهد (۱۷). از آن جایی که کوفتگی عضلانی تأخیری به دنبال فعالیت ورزشی فزاینده رخ می‌دهد و آگاهی اغلب ورزشکاران جامعه از عوارض کوفتگی عضلانی تأخیری و جزئیات درمان آن کافی نمی‌باشد، باید از روش‌ها و مواد بهتری استفاده شود که هم طبیعی بوده و دسترسی به آن‌ها به سهولت امکان‌پذیر باشد. از سوی دیگر، با توجه به آثار متفاوت نوشیدنی آب هندوانه بر سیستم اکسیدانی و آنتی اکسیدانی بافت‌های مختلف بدن، مطالعات تکمیلی برای درک مکانیسم عمل این ترکیبات ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به مسائل فوق، لزوم توجه بیشتر به خواص نوشیدنی آب هندوانه و ضرورت انجام پژوهش‌های علمی در این مورد مشخص می‌گردد. لذا هدف مطالعه حاضر اثرات شش هفته مکمل‌دهی آب هندوانه بر فعالیت آنزیم‌های CK و LDH و عملکرد ورزشی تکواندوکاران زن نخبه است.

## مواد و روش کار

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های نیمه تجربی بود. برای اندازه‌گیری متغیرهای وابسته پژوهش از پیش‌آزمون - پس‌آزمون استفاده شد و در فاصله پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر مستقل (تمرین هوازی و مصرف آب هندوانه) اعمال گردید.

جامعه آماری این پژوهش تکواندوکاران نخبه زن جوان، با سابقه بیش از پنج سال تمرین و دارای مقام اول تا سوم کشوری بودند. ۲۸ نفر از ورزشکاران به‌صورت داوطلبانه و از باشگاه‌های سطح استان کرمانشاه اعلام حضور کردند. از بین آن‌ها ۲۵ نفر که شرایط شرکت در این پژوهش را داشتند به‌صورت تصادفی در دو گروه قرار گرفتند. شرایط ورود شرکت‌کنندگان به این پژوهش عبارت بود از: (۱) آزمودنی‌ها سیگاری نباشند، (۲) طی شش ماه گذشته از مکمل پروتئینی و هرگونه مکمل دارویی ورزشی و غیر ورزشی استفاده نکرده، عمل جراحی انجام نداده باشند و تحت درمان نباشند، (۳) عدم ابتلا به بیمار خاص (به‌ویژه حساسیت نسبت به مواد غذایی) که به‌صورت خودگزارشی، (۴) آسیب عضلانی نداشته باشند، (۵) بیماری قلبی-عروقی یا آسم نداشته باشند، (۶) طی پژوهش از مواد غذایی نیترا دار (هندوانه، چغندر، سیر، غذاهای دریایی، برنج قهوه‌ای، پنیر پارمیسان، لبنیات، شکلات تلخ و مغزها) استفاده نکنند. یک هفته قبل از شروع پژوهش از آزمودنی‌ها دعوت به عمل آمد که به‌منظور آگاهی از پروتکل تمرینی و مراحل آن در جلسه توجیهی

<sup>2</sup>. VO<sub>2</sub>MAX

<sup>1</sup>. Brix

با مقیاس یک الی پنج (۱۵) به آزمودنی‌ها داده شد و از آن‌ها خواسته شد که به ترتیب ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از مصرف آب هندوانه آن‌ها را تکمیل کنند، همچنین یک پرسشنامه حس خوب-حس بد (۲۱) جهت سنجش میزان علاقه‌مندی آزمودنی‌ها نسبت به استفاده و مصرف آب هندوانه و دارونما و مقایسه این دو، به آن‌ها داده شد و از آن‌ها خواسته شد پس از پر کردن پرسشنامه آن را در جلسات بعدی به محقق تحویل دهند. سپس آزمودنی‌ها با توجه به وضعیت آنترپومتریکی و بدون اینکه اطلاعی داشته باشند در دو گروه تجربی (مکمل دهی آب هندوانه (۱۵ نفر)) و گروه کنترل (خوردن دارونما (۱۰ نفر)) قرار گرفتند. دارونما حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر آب به همراه رنگ خوراکی مجاز قرمز و شیرین‌کننده غیرمغذی استویا بود. آزمودنی‌ها به مدت شش هفته و سه روز در هفته در تمرینات ۹۰ دقیقه‌ای شرکت می‌کردند. در ابتدای هر جلسه تمرینی آزمودنی‌ها ابتدا ۱۰ دقیقه می‌دویدند سپس به اجرای حرکات کششی (شامل کشش بالانتنه و اندام تحتانی) حرکات جنبشی (شامل درجا زدن، حرکات لگن و پا و کمر) و حرکات پرشی (شامل پرش و حرکات جفت زانو به بالا) می‌پرداختند. تمرین اختصاصی برای آزمودنی‌ها در هر جلسه به صورت متنوع اجرا می‌گردید. در جلسات داخل سالن تمرینات شامل میت زدن: آپ دولیو، دولیو، چرخشی، کف زدن، تیوتی چاگی، مو رولیو چاگی و اجرای تکنیک و تاکتیک با حداکثر سرعت و توان بود. سپس در جلسات مشخص بعدی ضربات به صورت پا در هوا (فضا) به منظور اصلاح تکنیک که دقت در انجام حرکات مهم بود، اجرا گردید. آزمودنی‌ها روزانه مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر آب هندوانه را حداکثر یک ساعت قبل از شروع جلسه تمرینی‌شان دریافت می‌کردند (۱۵، ۱۶، ۲۴).

اندازه‌گیری شاخص‌های تن سنجی به روش الکتروامپدانس توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن (Inbody-720) در پیش و پس‌آزمون انجام شد. از هر آزمودنی در مرحله پیش از آغاز و پس از

پایان برنامه مداخله‌ای، پس از یک دوره استراحت حداقل ۱۰ دقیقه‌ای، ۱۲ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی دست چپ بین ساعت هفت الی هشت صبح گرفته شد. پیش از اندازه‌گیری جمع‌آوری نمونه خون تمام آزمودنی‌ها به مدت ۱۲ ساعت ناشتا بودند و ۲۴ ساعت فعالیت بدنی شدید نداشتند. نمونه‌های خونی به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ شدند. نمونه‌های پلاسمایی در دمای اتاق و نمونه‌های سرم در دمای ۳۷°C قرار گرفتند. مقدار کراتین کیناز با واحد U/L با کیت پارس آزمون ساخت ایران با حساسیت U/L ۱ و اتوانالایزر Technicon-RA ۱۰۰۰ ساخت آمریکا به روش آنزیماتیک بر اساس پروتکل فدراسیون بین‌المللی شیمی بالینی (IFCC) و استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان (DGKC) و مقدار لاکتات دهیدروژناز به وسیله دستگاه اتوانالایزر هیتاچی (مدل ۹۰۲، ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری شد.

برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک<sup>۱</sup> برای بررسی اختلاف احتمالی بین پیش و پس‌آزمون در هر گروه از آزمون t همبسته و برای بررسی اختلاف احتمالی بین گروه تجربی و کنترل از آزمون t مستقل استفاده شد. یافته‌های پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح آماری  $P < 0.05$  مورد بررسی قرار گرفت.

### یافته‌ها

بر اساس نتایج آزمون شاپیرو-ویلک داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند. ویژگی آنترپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. بررسی‌ها نشان داد که تفاوت آماری معناداری در مقادیر شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و وزن بدن در ابتدای پژوهش بین آزمودنی‌ها وجود نداشت و گروه‌ها با هم همگن بودند.

جدول (۱): ویژگی‌های آنترپومتریکی آزمودنی‌های گروه مکمل و دارونما

| گروه تجربی                          | گروه کنترل    |
|-------------------------------------|---------------|
| سن (سال)                            | ۲۱/۵۰ ± ۲/۱۷  |
| قد (سانتی‌متر)                      | ۱۶۷/۷۰ ± ۷/۰۸ |
| وزن بدن (کیلوگرم)                   | ۵۸/۵۸ ± ۷/۴۲  |
| پیش‌آزمون                           | ۵۷/۳۶ ± ۷/۵۱  |
| پس‌آزمون                            | ۵۹/۵۸ ± ۴/۳۲  |
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور قد) | ۲۰/۷۷ ± ۱/۹۰  |
| پیش‌آزمون                           | ۲۰/۹۴ ± ۰/۹۵  |
| پس‌آزمون                            | ۲۰/۶۶ ± ۰/۸۹  |

<sup>1</sup> Shapiro-Wilk (SW)

|            |            |           |                 |
|------------|------------|-----------|-----------------|
| ۱۹/۷۸±۱/۳۶ | ۱۹/۸۴±۱/۰۴ | پیش‌آزمون | چربی بدن (درصد) |
| ۱۹/۱۷±۱/۶۱ | ۱۹/۱۹±۱/۴۶ | پس‌آزمون  |                 |

پیش‌آزمون- پس‌آزمون گروه کنترل به‌صورت معنادار تغییر نکرده بود ( $P = ۰/۶۵۱$ ;  $P = ۰/۶۳۴$ ) (جدول ۲).

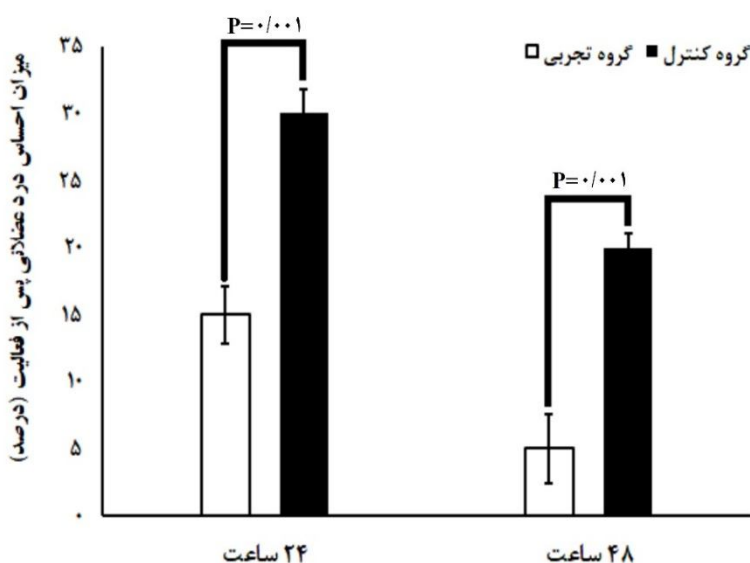
بررسی و تحلیل آماری از درشت مغذی‌های دریافتی قبل و بعد از پژوهش بیانگر این است که مصرف درشت مغذی‌ها در پیش‌آزمون- پس‌آزمون گروه تجربی با

**جدول (۲):** میزان درشت مغذی‌ها قبل و حین پروتکل تحقیقی در هر دو گروه مکمل و دارونما (درصد)

| گروه‌ها | زمان پروتکل | پروتئین | کربوهیدرات | چربی |
|---------|-------------|---------|------------|------|
| تجربی   | پیش‌آزمون   | ۲۰٪     | ۵۰٪        | ۳۰٪  |
|         | پس‌آزمون    | ۲۲٪     | ۴۸٪        | ۳۰٪  |
| کنترل   | پیش‌آزمون   | ۲۱٪     | ۵۱٪        | ۲۸٪  |
|         | پس‌آزمون    | ۲۲٪     | ۴۹٪        | ۲۹٪  |

دارونما مصرف می‌کردند اظهار داشتند که درد عضلانی کمتری پس از تمرین دارند (نمودار ۱).

بر اساس پرسشنامه مقیاس درد عضلانی، گروهی که مکمل آب هندوانه مصرف می‌کردند نسبت به گروهی که



**نمودار (۱):** میانگین و انحراف استاندارد میزان احساس درد عضلانی ۲۴ و ۴۸ ساعت پس تمرین در دو گروه تجربی و کنترل

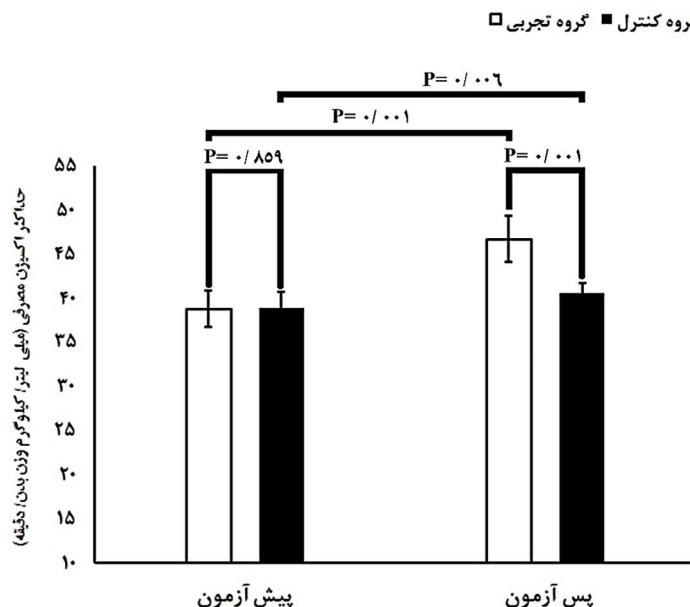
تحقیقی پرسشنامه را پر کرده و به محقق تحویل می‌دادند. گزارش حاصل از این پرسشنامه گواه بر این بود که ۹۵ درصد آزمودنی‌های گروه مکمل آب هندوانه نسبت به مصرف آب هندوانه حس خوبی داشتند و ۱۵ درصد از

همچنین برای سنجش روانی آزمودنی‌ها نسبت به مصرف آب هندوانه و دارونما از یک پرسشنامه حس خوب- حس بد استفاده شد که هر دو گروه نوشیدنی آب هندوانه و نوشیدنی دارونما به مدت یک هفته پس از اجرای پروتکل

کنترل (دارونما-تمرین تکواندو) به صورت معناداری افزایش یافت؛ همچنین نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که بین گروه تجربی و کنترل اختلاف معناداری مشاهده شد ( $P=0/001$ ).

آزمودنی‌های گروه دارونما مصرف نوشیدنی برایشان فرقی نداشت.

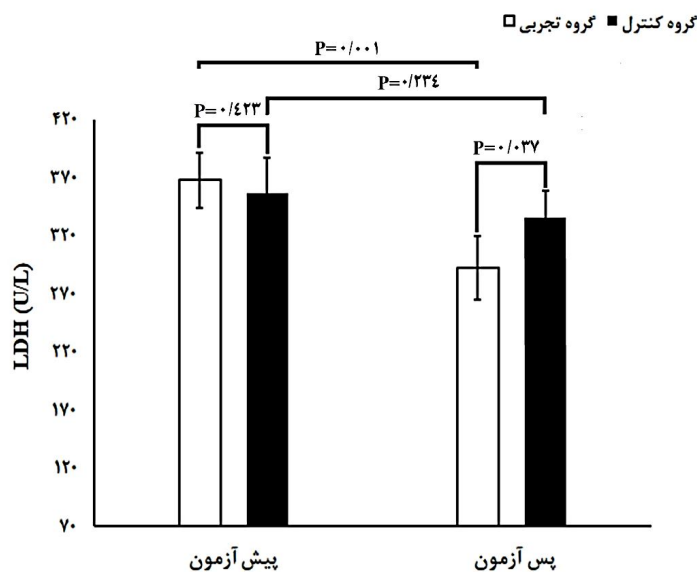
بر اساس نتایج آزمون تی همبسته حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تجربی (مکمل- تمرین تکواندو) و گروه



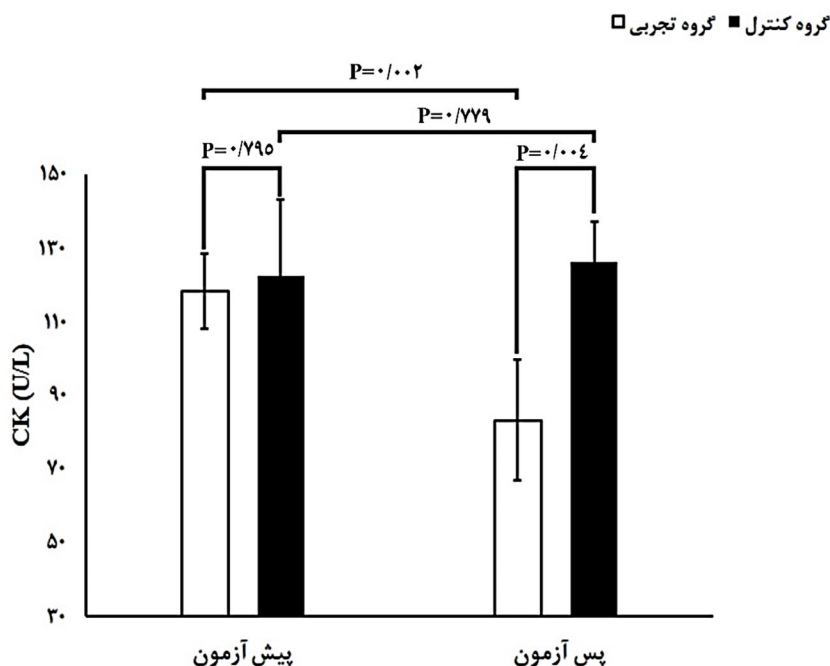
نمودار (۲): میانگین و انحراف استاندارد حداکثر اکسیژن مصرفی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین گروه تجربی و کنترل

همچنین نتایج آزمون تی مستقل نشان داد مقادیر LDH و CK که بین گروه تجربی و کنترل اختلاف معناداری مشاهده شد ( $P=0/001$ ) (نمودار ۳ و ۴).

بر اساس نتایج آزمون تی همبسته مقادیر LDH و CK در گروه تجربی (مکمل- تمرین تکواندو) به صورت معناداری کاهش یافت؛ در حالی که در گروه کنترل (دارونما-تمرین تکواندو) کاهش یافت اما از لحاظ آماری معنادار نبود.



نمودار (۳): میانگین و انحراف استاندارد LDH در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین گروه تجربی و کنترل



نمودار (۴): میانگین و انحراف استاندارد CK در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین گروه تجربی و کنترل

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مصرف شش هفته آب هندوانه منجر به افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، کاهش درد عضلانی پس از تمرین تکواندو می‌شود. همسو با نتایج مطالعه حاضر بیلی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند مکمل‌دهی آل-سیترولین منجر به بهبود اکسیژن مصرفی و عملکرد ورزشی با شدت بالا در انسان‌ها می‌گردد. همچنین این محققان گزارش کردند دامنه پایدار  $VO_2$  در گروه تجربی و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت؛ اما سرعت کلی در بهبود  $VO_2$  گروه تجربی در طول فعالیت ورزشی با شدت بالا به طور معناداری بهبود یافت (۱۷). چن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۶) در یک مطالعه کارآزمایی کنترل شده گزارش کردند که مصرف اسیدهای آمینه شاخه‌دار، آرژنین و سیترولین پس از سه مسابقه شبیه‌سازی شده در تکواندوکاران از طریق کاهش خستگی مرکزی و بهبود عملکرد ورزشی می‌گردد (۲۲). بیلی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند اکسیژن‌رسانی به عضله در طول فعالیت ورزشی شدید تا متوسط در گروه آب هندوانه نسبت به گروه کنترل و دارونما بالاتر بود؛ اما زمان رسیدن به خستگی در هر سه گروه تفاوت معنی‌داری نداشته است (۱۳). بر اساس

نتایج مطالعات سیترولین، اسیدآمینه‌ای است که برای اولین بار آن را در هندوانه پیدا کردند؛ بالاتر بردن سطح این اسید آمینه در بدن می‌تواند تأثیرات مثبتی روی سلامت و عملکرد ورزشی از طریق نقش چشمگیری آن در چرخه اوره و افزایش گشادی رگ‌های خون دارد (۲۳، ۲۴). مکانسیم احتمالی آن به صورت می‌باشد که بعد از مصرف سیترولین، مقداری از آن به اسیدآمینه دیگری به نام آرژنین تبدیل شده و آرژنین هم به مولکولی به نام نیتریک اکسید تبدیل می‌شود که با نرم کردن سلول‌های عضله که محدودشان کرده بودند، موجب گشاد شدن رگ‌های خونی می‌شود (۲۴). نکته جالب‌توجه این است که مصرف سیترولین می‌تواند سطح آرژنین بدن را بیشتر از مصرف خود آرژنین بالا ببرد (به این دلیل که بدن شیوه‌های متفاوتی در پردازش و جذب آرژنین و این اسید آمینه دارد)؛ به طور کلی افزایش نیتریک اسید و جریان خون می‌تواند یکی از پردازش‌هایی باشد که تأثیر مثبت سیترولین در عملکرد ورزشی را توجیه می‌کند (۲۵، ۲۶). بر اساس نتایج مطالعات سیترولین می‌تواند از یک سو با تحریک یک کانال سیگنال دهنده مهم مربوط به عضله سازی، تولید پروتئین را افزایش دهد (۲۵) و از سوی دیگر، می‌تواند جذب یک سری از

<sup>1</sup>. Chen

اسید آمینه‌های خاص توسط کبد را کاهش داده و مانع تجزیه آن‌ها شود؛ بنابر این به واسطه این تأثیرات دوجانبه روی تولید پروتئین و تجزیه اسید آمینه، سیتروکلین می‌تواند منجر به افزایش توده عضلانی شود.

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. برنامه تمرینی تکواندوکاران به علت تأثیر بر فاکتورهای همچون استرس‌های مکانیکی، کنترل عصبی، درخواست‌های متابولیکی و فعالیت‌های هورمونی منجر به تغییر در تار عضلانی وابسته به اندازه و قدرت می‌شود؛ در واقع رشد عضله به طور مشخص وابسته به تعادل بین سنتز و تجزیه پروتئین است (۲۷، ۲۸). اجرای برنامه تمرینی با افزایش میوفیبریل‌ها، پروتئین‌های سارکوپلاسمی و همچنین پروتئین‌های بافتی همراه است (۲۹). بر اساس نتایج مطالعات ورزشکاران با اجرای فعالیت‌های ورزشی مختلف متناسب با رشته ورزشی‌شان سبب تحریک سنتز پروتئین عضلانی به‌ویژه در ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از فعالیت ورزشی می‌شوند. در همین زمینه رودریگز<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که تمرینات مختلف مقاومتی سبب کاهش معنی‌داری در غلظت CK و LDH در زمان‌های مختلف ریکاوری پس از انقباضات برون‌گرا می‌شود (۳۰).

مشاهدات ما نشان داد که میزان آنزیم CK و LDH بعد از ۶ هفته تمرین در هر دو گروه کاهش یافت؛ اما این کاهش فقط در گروه تجربی معنادار بود. بر اساس نتایج آزمون تی مستقل اختلاف معناداری بین گروه تجربی و گروه کنترل در کاهش سطح CK و LDH بعد از تمرین مشاهده شد. احتمالاً مصرف آب هندوانه سبب افزایش سنتز پروتئین بلافاصله بعد از تمرینات تکواندوکاران در نهایت به بهبود ریکاوری از طریق کاهش در شاخص‌های کوفتگی همچون CK و LDH کمک می‌کند. مارتینز و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند خوردن آب هندوانه غنی شده از آل-سیتروکلین سبب کاهش قابل‌توجه در شاخص‌های

کوفتگی عضلانی، درک فشار و درد عضلانی پس از فعالیت ورزشی می‌شود (۱۴). همسو با این نتایج تارازونا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند خوردن آب هندوانه سبب کاهش درد عضلانی و بهبود ضربان قلب می‌شود (۱۵). این محققان مکانسیم احتمالی کاهش شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری به‌ویژه آنزیم CK و LDH پس از مصرف آل-سیتروکلین به علت افزایش محتوای اسید آمینه‌ها به‌ویژه اسید آمینه‌های غیر ضروری در عضله اسکلتی که همین امر منجر به کاهش آسیب تار عضلانی می‌گردد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اجرای تمرین تکواندو و مصرف همزمان آب هندوانه و همچنین اجرای تمرین تکواندو به تنهایی، با کاهش در شاخص‌های آسیب عضلانی تأخیری همراه است. مصرف آب هندوانه همراه با تمرین تکواندو به علت تأثیرگذاری بیشتر بر روی فرایند چرخه اوره و افزایش گشادی رگ‌های خون از طریق افزایش نیتریک اسید، افزایش سنتز پروتئین به‌صورت غیرمستقیم، افزایش قدرت سبب کاهش بیشتری در شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری همچون CK و LDH و افزایش عملکرد ورزشی به نسبت تمرین تکواندو تنها می‌شود. بر همین اساس به ورزشکاران رشته‌های مختلف توصیه می‌شود جهت جلوگیری از درد و کوفتگی عضلانی پس از فعالیت‌های ورزشی به خصوص فعالیت‌های برون‌گرا از آب هندوانه در طول دوره تمرین برای تسریع در فرایند ریکاوری و افزایش عملکرد ورزشی استفاده نمایند. از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم کنترل دریافتی روزانه، حجم کم نمونه‌ها، عدم کنترل استرس، خواب و انگیزه در افراد اشاره کرد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه آزمودنی‌های که ما را در انجام مطلوب این پژوهش یاری دادند، سپاسگزاری می‌نماییم. نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

### References:

1. Pearcey GE, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto J-E, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of

dynamic performance measures. J Athl Train 2015;50(1):5-13.

2. Drobnic F, Riera J, Appendino G, Togni S, Franceschi F, Valle X, et al. Reduction of delayed

<sup>2</sup>. Rodrigues

- onset muscle soreness by a novel curcumin delivery system (Meriva®): a randomised, placebo-controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr* 2014;11(1):1.
3. Butterfield TA. Eccentric exercise in vivo: strain-induced muscle damage and adaptation in a stable system. *ESSR*. 2010;38(2):51-60.
  4. Gulick DT, Kimura IF. Delayed onset muscle soreness: what is it and how do we treat it. *J Sport Rehabil* 2010;5(3).
  5. Kanda K, Sugama K, Hayashida H, Sakuma J, Kawakami Y, Miura S, et al. Eccentric exercise-induced delayed-onset muscle soreness and changes in markers of muscle damage and inflammation. *Exerc Immunol Rev* 2013;19(19):72-85.
  6. Curtis D, Fallows S, Morris M, McMakin C. The efficacy of frequency specific microcurrent therapy on delayed onset muscle soreness. *J Bodyw Mov Ther* 2010;14(3):272-9.
  7. Trost Z, France CR, Thomas JS. Pain-related fear and avoidance of physical exertion following delayed-onset muscle soreness. *Pain* 2011;152(7):1540-7.
  8. Jeukendrup AE, Rollo I, Carter JM. Carbohydrate mouth rinse: performance effects and mechanisms. *Sports Sci Exchange* 2013;26:1-8.
  9. Coombes JS. Sports drinks and dental. *Am J Dent* 2005;18(2):101-4.
  10. Demirhan B, Cengiz A, Gunay M, Türkmen M, Geri S. The Effect of Drinking Water and Isotonic Sports Drinks in Elite Wrestlers. *Anthropo* 2015;21(1-2):213-8.
  11. Mogotlane EA, Mokwala PW, Mangena P. Comparative analysis of the chemical compositions of indigenous watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds from two districts in Limpopo Province, South Africa. *Afr J Biotechnol* 2018 Aug 8;17(32):1001-6.
  12. McKinley-Barnard S, Andre T, Morita M, Willoughby DS. Combined L-citrulline and glutathione supplementation increases the concentration of markers indicative of nitric oxide synthesis. *J Int Soc Sports Nutr* 2015;12(1):27.
  13. Bailey SJ, Blackwell JR, Williams E, Vanhatalo A, Wylie LJ, Winyard PG, et al. Two weeks of watermelon juice supplementation improves nitric oxide bioavailability but not endurance exercise performance in humans. *Nitric Oxide* 2016;59:10-20.
  14. Martínez-Sánchez A, Ramos-Campo DJ, Fernández-Lobato B, Rubio-Arias JA, Alacid F, Aguayo E. Biochemical, physiological, and performance response of a functional watermelon juice enriched in L-citrulline during a half-marathon race. *Food Nutr Res* 2017;61(1):1330098.
  15. Tarazona-Díaz MP, Alacid F, Carrasco M, Martínez I, Aguayo E. Watermelon juice: potential functional drink for sore muscle relief in athletes. *J Agric Food Chem* 2013;61(31):7522-8.
  16. Cutrufello PT, Gadomski SJ, Zavorsky GS. The effect of l-citrulline and watermelon juice supplementation on anaerobic and aerobic exercise performance. *J Sports Sci* 2015;33(14):1459-66.
  17. Bailey SJ, Blackwell JR, Lord T, Vanhatalo A, Winyard PG, Jones AM. L-citrulline supplementation improves O<sub>2</sub> uptake kinetics and high-intensity exercise performance in humans. *J Appl Physiol* (1985) 2015;119(4):385-95.
  18. Rimando AM, Perkins-Veazie PM. Determination of citrulline in watermelon rind. *J Chromatogr A* 2005;1078(1-2):196-200.
  19. Bataineh MaF, Al-Nawaiseh AM, Abu Altaieb MH, Bellar DM, Hindawi OS, Judge LW. Impact of carbohydrate mouth rinsing on time to exhaustion during Ramadan: A randomized controlled trial in Jordanian men. *Eur J Sport Sci* 2018;18(3):357-66.
  20. Lourenço TF, da Silva FO, Tessutti LS, da Silva CE, Abad CC. Prediction of 3000-m Running Performance Using Classic Physiological Respiratory Responses. *International Journal of Kinesiology and Sports Science* 2018;6(3):18-24.

21. Ali A, Moss C, Yoo MJY, Wilkinson A, Breier BH. Effect of mouth rinsing and ingestion of carbohydrate solutions on mood and perceptual responses during exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 2017;14(1):4.
22. Chen I-F, Wu H-J, Chen C-Y, Chou K-M, Chang C-K. Branched-chain amino acids, arginine, citrulline alleviate central fatigue after 3 simulated matches in taekwondo athletes: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr* 2016;13(1):28.
23. Trexler ET, Persky AM, Ryan ED, Schwartz TA, Stoner L, Smith-Ryan AE. Acute Effects of Citrulline Supplementation on High-Intensity Strength and Power Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* 2019;49(5):707-18.
24. Chappell AJ, Allwood DM, Johns R, Brown S, Sultana K, Anand A, et al. Citrulline malate supplementation does not improve German Volume Training performance or reduce muscle soreness in moderately trained males and females. *J Int Soc Sports Nutr* 2018;15(1):42.
25. Gonzalez AM, Spitz RW, Ghigiarelli JJ, Sell KM, Mangine GT. Acute effect of citrulline malate supplementation on upper-body resistance exercise performance in recreationally resistance-trained men. *J Strength Cond Res* 2018;32(11):3088-94.
26. Hsueh C-F, Wu H-J, Tsai T-S, Wu C-L, Chang C-K. The Effect of Branched-Chain Amino Acids, Citrulline, and Arginine on High-Intensity Interval Performance in Young Swimmers. *Nutr* 2018;10(12):1979.
27. Hwang P, Marroquin FEM, Gann J, Andre T, McKinley-Barnard S, Kim C, et al. Eight weeks of resistance training in conjunction with glutathione and L-Citrulline supplementation increases lean mass and has no adverse effects on blood clinical safety markers in resistance-trained males. *J Int Soc Sports Nutr* 2018;15(1):30.
28. Nam S-S, Lim K. Effects of Taekwondo training on physical fitness factors in Korean elementary students: A systematic review and meta-analysis. *J Exerc Nutrition Biochem* 2019;23(1):36.
29. Kristen R, Tunde K, David R, Courtenay L, Brett A, Shawn D. The effects of high intensity short rest resistance exercise on muscle damage markers in men and woman. *J Strength Cond Res* 2014;28:1041-9.
30. Rodrigues BM, Dantas E, de Salles BF, Miranda H, Koch AJ, Willardson JM, et al. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals. *J Strength Cond Res* 2010;24(6):1657-62.

## THE EFFECT OF 6 WEEKS OF WATERMELON JUICE SUPPLEMENTATION ON THE ACTIVITY OF CK AND LDH ENZYMES AND EXERCISE PERFORMANCE IN ELITE FEMALE TAEKWONDO ATHLETES

Mohammad Saam Rezaei<sup>1\*</sup>, Mohammad Azizi<sup>2</sup>, Worya Tahmasebi<sup>3</sup>, Rastegar Hoseini<sup>4</sup>

Received: 02 Oct, 2019; Accepted: 29 Dec, 2019

### Abstract

**Background & Aims:** Using nutritional supplements is proposed to avoid the stresses-induced by physical activity, delayed fatigue, and maintenance of performance during competition. The aim of this study was to explore the effect of 6 weeks of watermelon juice supplementation on the activity of CK and LDH enzymes and exercise performance in elite female taekwondo athletes.

**Materials & Methods:** The population of this quasi-experimental are 25 elite females that were selected by available sampling methods and then were randomly divided into two groups of supplementation (n=15) and placebo (n=10). One hour before Taekwondo training, in the treatment group, subjects consumed 500 ml of watermelon juice (almost containing 1.17 gr of L-Citrulline) for 6 weeks while the control group received placebo. Taekwondo training was held for ninety minutes, three sessions per week for 6 weeks. CK, LDH levels, and exercise performance test (VO<sub>2</sub>max) were measured in both groups before and after the study and the muscle soreness was measured 24 and 47 hours after the exercise.

**Results:** The results showed that watermelon juice supplementation for 6 weeks reduced CK (P=0.001) and LDH (P=0.002), decreased muscle soreness 24 hours (P=0.001) and 47 hours (P=0.001) after exercise and increased exercise performance (P=0.001). Significant differences between the experimental group and the control group with regard to these variables were observed.

**Conclusion:** According to the findings of this study, it can be concluded that watermelon juice supplementation before the exercise is effective in preventing delayed muscle soreness and athlete's performance.

**Keywords:** Delayed Muscle Soreness, L-citrulline, exercise performance

**Address:** Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

**Tel:** +989183746103

**Email:** azizimihammad@gmail.com

SOURCE: STUD MED SCI 2020: 30(11): 866 ISSN: 1027-3727

<sup>1</sup> MSc student of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran (Corresponding Author)

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

<sup>3</sup> Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

<sup>4</sup> Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran