



تأثیر مصرف شش هفته آب هندوانه بر شاخص نیتریک اکساید خون در تکواندوکاران زن نخبه

پروین آقابیکی امین^۱، محمد عزیزی^{۱*}، وریا طهماسبی^۱، پرویز بشیری^۲

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- گروه صنایع غذایی و علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

چکیده

مقدمه

ارتقا عملکرد جسمانی و تأخیر در خستگی با استفاده از مکمل‌های تغذیه‌ای همواره مورد توجه ورزشکاران بوده است. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر مصرف ۶ هفته آب هندوانه بر شاخص نیتریک اکساید خون و عملکرد ورزشی تکواندوکاران زن نخبه بود.

مواد و روش‌ها

۲۵ تکواندوکار زن نخبه با میانگین سنی $(21/84 \pm 2/26)$ سال، شاخص توده بدن $(20/87 \pm 1/37)$ کیلوگرم بر مترمربع، حداکثر اکسیژن مصرفی $(38/86 \pm 1/97)$ میلی‌لیتر در دقیقه بر کیلوگرم وزن بدن و سابقه تمرینی بیشتر از ۵ سال به‌صورت داوطلبانه و تصادفی یک‌سو کور در دو گروه مکمل آب هندوانه (۱۵ نفر) و دارونما (۱۰ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها به مدت ۶ هفته و سه روز در هفته مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر نوشیدنی آب هندوانه یا دارونما را ۴۵ دقیقه قبل از شروع تمرینات تکواندو مصرف کردند. نمونه‌های خونی در دو مرحله قبل و پس از ۶ هفته مکمل‌یاری از ورید بازویی آنتی کویتال آزمودنی‌ها گرفته شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تی مستقل و وابسته با سطح معناداری $P \leq 0/05$ بررسی شدند.

یافته‌ها

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد سطوح نیتریک اکساید پلاسما $(P=0/016)$ و حداکثر اکسیژن مصرفی $(P=0/001)$ در گروه مکمل‌دهی آب هندوانه نسبت به دارونما افزایش معناداری داشت. از طرف دیگر درد عضلانی ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرینات تکواندو در پس‌آزمون گروه مکمل‌دهی آب هندوانه نسبت به دارونما، کاهش معناداری داشت $(P \leq 0/05)$.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مصرف آب هندوانه منجر به ریکاوری سریع‌تر و کاهش درد عضلانی ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرینات تکواندو در تکواندوکاران زن نخبه شد.

کلیدواژه‌ها

نیتریک اکساید، آب هندوانه، درد عضلانی، تکواندوکاران نخبه

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۳۰

*نویسنده مسئول: محمد عزیزی،

کرمانشاه، باغ ابریشم، دانشگاه رازی،

دانشکده علوم ورزشی

تلفن: ۹۸-۹۱۸۳۷۴۶۱۰۳+

پست الکترونیک:

azizimihammad@gmail.com



مقدمه

اجرا یا عملکرد ورزشی امری بسیار پیچیده است که به عوامل مختلفی از جمله وضعیت تغذیه‌ای، عملکرد عصبی--عضلانی و تولید انرژی بستگی دارد. امروزه استفاده از استراتژی ارتقا عملکرد جسمانی و تأخیر در خستگی، به‌ویژه در ورزش‌های رقابتی با فواصل زمانی کوتاه مثل کشتی، فوتسال و تکواندو با حفظ ظرفیت هوازی، در علم ورزش علاقه‌مندان زیادی دارد و تمایل به استفاده از مواد ارگوژنیک مانند نوشیدنی‌های ورزشی که قانونی هستند و راحت در دسترس قرار می‌گیرند، همواره در بین آن‌ها رایج بوده است (۱). نیتریک اکساید نیز یکی از مداخلات تغذیه‌ای است که می‌تواند در سیستم عضلانی با ریلکس کردن عضلات صاف جدار عروق و افزایش خون‌رسانی به عضلات، متعادل کردن متابولیسم انرژی عضله و تنفس میتوکندریایی در طول فعالیت ورزشی منجر به بهبود عملکرد ورزشی شود (۲). نیتریک اکساید گازی است که در سلول‌های اندوتلیال تولید می‌شود و پس از سنتز، به‌سرعت در سلول‌های عضلانی صاف منتشر می‌شود و در آنجا آنزیم گوانیلات سیکلاز را فعال می‌کند. گوانیلات سیکلاز، گوانوزین تری فسفات را به گوانوزین مونوفسفات حلقوی (cGMP) تبدیل می‌کند که آن‌هم پمپ کلسیم را در سلول عضلانی صاف فعال می‌کند و در نتیجه غلظت کلسیم درون عضلانی را کاهش می‌دهند و موجب ریلکس شدن عضله صاف می‌شود (۳-۵). تصور می‌شود که افزایش غلظت نیتریک اکساید منجر به رگ‌گشایی ناشی از ریلکس شدن عضله و افزایش خون‌رسانی و مواد مغذی و اکسیژن مورد نیاز سلول‌های عضلانی هنگام فعالیت ورزشی می‌شود و منجر به دفع متابولیت‌های عضله اسکلتی می‌شود (۶). یکی دیگر از اعمال نیتریک اکساید دخالت در چرخه اوره و دفع آمونیاک است. به دنبال انجام فعالیت ورزشی شدید میزان آمونیاک افزایش

می‌یابد که منجر به خستگی عضلانی می‌شود. برای جلوگیری از انباشتگی آمونیاک و دیگر عوامل جانبی چرخه اوره باید آمونیاک را به شکل اوره دفع کند. در صورتی که اوره دفع نگردد میزان گلیکولیز و گلیکولیز بی‌هوازی افزایش می‌یابد و منجر به تجمع اسیدلاکتیک و به دنبال آن خستگی عضلانی می‌شود که سیتروکسین منجر به افزایش استفاده از پیرووات و کاهش اسیدلاکتیک در فعالیت ورزشی بی‌هوازی شده و آمونیاک را در چرخه اوره بفر می‌کند (۷). اگرچه تولید نیتریک اکساید از طریق اکسیداسیون ال-آرژنین رخ می‌دهد و سبب بهبود عملکرد ورزشی می‌شود (۸-۱۰) اما شواهد اخیر نشان می‌دهد که ال-سیتروکسین طی فرآیندی توسط چرخه ال-سیتروکسین-نیتریک اکساید در بدن به ال-آرژنین و سپس به نیتریک اکساید تبدیل می‌شود که نقش مهمی در متابولیسم و تنظیم نیتریک اکساید دارد و نسبت به خوردن ال-آرژنین مؤثرتر است و علاوه بر آن منجر به افزایش ال-آرژنین عضله هم می‌شود (۱۱). از طرفی دیگر خوردن هم‌زمان ال-سیتروکسین و گلوکاتینون، نسبت به خوردن ال-سیتروکسین به‌تنهایی، تأثیر بیشتری در افزایش نیتریک اکساید خون دارد (۵). ال-سیتروکسین یک اسیدآمین غیرضروری است که نام آن از همان ابتدا از کلمه لاتین هندوانه (Citrullus) گرفته شده است. اگرچه ال-سیتروکسین در تعداد معدودی از غذاها یافت می‌شود، هندوانه یک منبع غنی از ال-سیتروکسین است (۱۲). در هر لیتر آب هندوانه طبیعی تقریباً ۲/۳۳ گرم ال-سیتروکسین موجود است (۱۳). مطالعات نشان می‌دهند که مکمل‌دهی نیترات رژیم غذایی می‌تواند نشانگرهای نیتریک اکساید خون را افزایش، فشارخون را در افراد مبتلا به پر فشارخونی کاهش و سبب بهبود در عملکرد ورزشی و تحمل فعالیت ورزشی در بزرگسالان سالم شود (۱۴). از طرفی نشان داده شده است که مکمل‌دهی کوتاه‌مدت با ال-سیتروکسین می‌تواند



اکسیژن دهی عضله (۱۵)، متابولیسم (۱۶)، نیروی تولیدی (۱۵) و مقاومت در برابر خستگی (۱۴) را نسبت به فقط خوردن ال-آرژنین بهبود دهد (۱۷). شانلی و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که مصرف آب هندوانه به مدت دو هفته در دوچرخه سواران تمرین کرده منجر به افزایش معنی داری در شاخص نیتریک اکساید پلازما شد (۱۸) که می تواند یک مداخله تغذیه ای مناسب برای کاهش درد عضلانی پس از ورزش باشد. در مطالعه مارتا و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که مصرف ۵۰۰ میلی لیتر از آب هندوانه منجر به ریکاوری سریع تر، بهبود ضربان قلب و کاهش درد عضلانی پس از ۲۴ ساعت شد (۱۳).

مارتینز و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که خوردن آب هندوانه غنی شده از ال-سیترونین سبب حفظ نشانگرهای خون مثل لاکتات دهیدروژناز و میوگلوبین، حفظ قابل توجه نیرو در طول فعالیت ورزشی و کاهش قابل توجه در درک فشار و درد عضلانی پس از فعالیت ورزشی می شود (۷، ۱۹). تارازونا و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که خوردن آب هندوانه سبب کاهش درد عضلانی و بهبود ضربان قلب می شود (۱۳). کاتروفیلو و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثرات ال-سیترونین و آب هندوانه روی عملکرد ورزشی هوازی و بی هوازی نشان دادند که تفاوت معنی داری بین گروه ها در زمان رسیدن به خستگی، حداکثر اکسیژن مصرفی، آستانه بی هوازی و بهبود جریان خون مشاهده نشد (۲۰). استیفان بیلی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که شش گرم مکمل-دهی ال-سیترونین در روز می تواند سبب بهبود فشارخون و عملکرد ورزشی در بزرگسالان سالم شود. همچنین آن ها نشان دادند که مصرف کوتاه مدت ال-سیترونین توانست فشارخون، حداکثر اکسیژن مصرفی و عملکرد ورزشی را بهبود دهد (۱۴). کریمیان و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر مصرف مکمل ال-آرژنین بر عملکرد ورزشی، ترکیب بدنی و

سدیم و پتاسیم خون در مردان ورزشکار سالم نشان دادند که عملکرد ورزشی در گروه دریافت کننده مکمل ال-آرژنین به طور معنی داری نسبت به گروه کنترل بهبود یافت اما تغییر معنی داری در ترکیب بدنی و سطح سدیم و پتاسیم خون مشاهده نشد (۲۱). رشته های ورزشی رزمی از جمله تکواندو جز ورزش های بی هوازی محسوب می شود که منبع اصلی تولید انرژی در این فعالیت تناوبی، دستگاه فسفاژن و اسیدلاکتیک است. این منابع در طول فعالیت مدام در حال تخلیه و بازسازی مجدد هستند. چنین فعالیت هایی افزایش و تجمع اسیدلاکتیک از جمله عوامل بروز خستگی زودرس و به دنبال آن کاهش عملکرد را به همراه دارد. بنابراین مصرف مکملی که بتواند موجب بازسازی انرژی و تخلیه سریع تر مواد متابولیکی حاصل از فعالیت ورزشی (اسیدلاکتیک) شود، حائز اهمیت است. ال-سیترونین به عنوان یک فاکتور شرکت کننده در چرخه اوره به منظور دفع مواد متابولیکی شناخته شده است که هندوانه یک منبع غنی از آن به حساب می آید (۲۲).

از آنجایی که خوردن نوشیدنی ورزشی مزیت بیشتری نسبت به آب برای ورزشکاران دارد (۲۳) و از طرفی خوردن همزمان ال-سیترونین و گلوکاتینون تأثیر بیشتری در افزایش نیتریک اکساید خون نسبت به خوردن ال-سیترونین به تنهایی دارد و با توجه به اینکه یکی از بیشترین ماده های حاضر در هندوانه ال-سیترونین و گلوکاتینون است که منجر به دفع مواد متابولیکی می شود (۵، ۲۴)، لذا آب هندوانه می تواند یک مداخله تغذیه ای مناسب برای کاهش درد عضلانی پس از ورزش باشد. اندازه گیری نیتریک اکساید در ورزشکاران برخی رشته ها مثل دوومیدانی، شنا و دوچرخه سواری انجام گرفته است (۲۵) و از میان ورزش های گروهی در بازیکنان فوتبال آمریکایی بررسی شده است، در حالی که مطالعه مشابهی اثرات خوردن آب هندوانه روی



تغییرات ناشی از ورزش بر عملکرد اجرایی تکواندوکاران زن نخبه را بررسی نکرده است. همچنین با توجه به محدود بودن مطالعات مشابه خارجی در این حوزه و نبود مطالعات داخلی در خصوص استفاده از مکمل آب هندوانه و تاثیر آن بر عملکرد تکواندوکاران؛ بنابراین هدف از این پژوهش تعیین تأثیر مصرف ۶ هفته آب هندوانه بر شاخص نیتریک اکساید خون و عملکرد ورزشی در تکواندوکاران زن نخبه می باشد.

مواد و روش ها

آزمودنی ها

جامعه آماری این پژوهش را تکواندوکاران زن نخبه جوان در گروه مکمل آب هندوانه ($n=15$) با میانگین سنی ($22/2 \pm 0/6$ سال)، قد ($169/60 \pm 5/80$ سانتی متر)، شاخص توده بدنی ($20/77 \pm 1/90$ کیلوگرم بر مترمربع)، حداکثر اکسیژن مصرفی ($38/81 \pm 2/11$ میلی لیتر کیلوگرم وزن بدن بر دقیقه)، درصد چربی بدن ($19/84 \pm 1/04$) و گروه دارونما ($n=10$) با میانگین سنی ($21/50 \pm 2/17$ سال)، قد ($167/70 \pm 7/08$ سال) شاخص توده بدنی ($20/0 \pm 94/95$ کیلوگرم بر مترمربع)، حداکثر اکسیژن مصرفی ($38/95 \pm 1/84$ میلی لیتر کیلوگرم وزن بدن بر دقیقه)، درصد چربی بدن ($19/78 \pm 1/36$)، باسابقه بیش از پنج سال تمرین و دارای مقام اول تا سوم کشوری، تشکیل دادند. بر اساس نتایج مطالعات آزمایشی و تحقیقات مشابه پیشین و استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه، جهت تعیین حداقل تعداد نمونه برای این پژوهش از نرم افزار برآورد حجم نمونه جی پاور ($G*POWER$) برای توان آزمون ۹۵٪ اندازه اثر ۸۰٪ و سطح معنی داری ۰/۰۵، تعداد حداقل سی نفر در مجموع ۲ گروه و در هر گروه ۱۵ نفر تعیین گردید. در تحقیق حاضر ۵ نفر از گروه دارونما به علت آسیب دیدگی و عدم تمایل به ادامه همکاری از تحقیق حاضر خارج شدند و در مجموع ۲۵ نفر در این پژوهش باقی ماندند.

معیارهای ورود شرکت کنندگان به این پژوهش عبارت بود از: آزمودنی ها سیگاری نباشند، طی شش ماه گذشته از مکمل پروتئینی و هرگونه مکمل دارویی ورزشی و غیرورزشی استفاده نکرده، عمل جراحی انجام نداده باشند و تحت درمان نباشند، بیماری خاصی (به ویژه حساسیت نسبت به مواد غذایی)، آسیب عضلانی، بیماری قلبی-عروقی و یا آسم نداشته باشند، طی پژوهش از مواد غذایی نیترات دار (هندوانه، چغندر، سیر، غذاهای دریایی، برنج قهوه ای، پنیر پارمیسان، لبنیات، شکلات تلخ و مغزها) استفاده نکنند. همچنین معیارهای خروج از پژوهش شامل عدم حضور آزمودنی ها در جلسات تمرینی بیشتر از دو جلسه، ایجاد هرگونه حساسیت و مشکل ناشی از مصرف آب هندوانه در طول پژوهش، مصرف هرگونه دارو یا مکمل تأثیرگذار بر پژوهش و عدم تمایل آزمودنی ها به ادامه شرکت در پژوهش بود.

طرح تحقیق

پژوهش حاضر از نوع پژوهش نیمه تجربی یک سو کور بوده که بر اساس مدل پیش آزمون-پس آزمون اجرا گردید. آزمودنی ها در هر مرحله نمی دانستند که در چه گروهی (مکمل یا دارونما) قرار دارند و چه نوع محلولی دریافت می کنند. یک هفته قبل از شروع پژوهش از آزمودنی ها دعوت به عمل آمد که به منظور آگاهی از پروتکل تمرینی و مراحل آن در جلسه توجیهی شرکت کنند. پس از ذکر نکات لازم در خصوص نحوه اجرای پروتکل، مزایا و معایب شرکت در پژوهش و ناراحتی های احتمالی مرتبط با خون گیری و تمامی نکاتی که باید رعایت شود به صورت شفاهی و کتبی در قالب رضایت نامه در اختیار آن ها قرار گرفت، در صورت پذیرش شرایط از طرف آزمودنی ها فرم رضایت نامه امضا و به محقق تحویل داده می شد.



ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش کلیه ملاحظات اخلاقی برای شرکت کنندگان لحاظ شد و با کد (IR.KUMS.REC.1397.739) در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی استان کرمانشاه تأیید و با کد کار آزمایشی بالینی (IRCT20191013045088N1) در مرکز ثبت کار آزمایشی بالینی ثبت گردید.

کنترل تغذیه

یک لیست حاوی غذاهای نیترات 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 (۲۶) و بر اساس اقلام غذایی ایرانی تعدیل گردید، درنهایت انرژی دریافتی توسط نرم‌افزار (N4) تعدیل شده با برنامه‌ی غذایی ایرانیان محاسبه گردید (۲۷).

اندازه‌گیری ترکیب بدنی

برای انجام این اندازه‌گیری، آزمودنی‌ها با پای برهنه و حداقل لباس ممکن روی دستگاه ترکیب بدنی مدل (Body Composition Analyzer, Model; ZEUS 9.9 Jawonmedical) ساخت کشور کره جنوبی در حالت ایستاده قرار می‌گرفتند. در حین تست آزمودنی وسایلی از قبیل گوشی تلفن همراه، کلید، کمر بند، انگشتر و به‌طور کلی اشیاء فلزی همراه نداشت. پس از وارد کردن سن و قد آزمودنی دستگاه‌های تعبیه شده در کنار دستگاه را برداشته و در موازات بدن خود و با فاصله‌ی اندکی از تنه، دست‌ها به‌صورت کشیده نگه می‌داشتند و به‌طور همزمان اهرم زیر انگشت شست خود را فشار می‌دادند تا دستگاه به‌صورت خودکار شروع به سنجش ترکیب بدنی آن‌ها کند. نتایج بلافاصله برای هر آزمودنی از طریق چاپگر، چاپ و استخراج

می‌شد. از آزمودنی‌ها خواسته شده بود در روز پیش از آزمون، از انجام فعالیت بدنی خسته‌کننده اجتناب کنند و پیش از اجرای هر تست مثانه خود را تخلیه کنند.

اندازه‌گیری VO₂max

دمای آزمایشگاه برای تمام آزمودنی‌ها یکسان (۲۰°C) بود. به‌منظور اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی و عملکرد ورزشی تکواندوکاران از تست آستراند (۲۸) در اولین و آخرین جلسه پروتکل تحقیقی استفاده شد. پس از مستقر شدن آزمودنی‌ها روی چرخ کارسنج مونارک (Monark Ergomedic 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 بایستی دقت شود که ضربان قلب به حداکثر میزان خود نرسد و با توجه به صفحه کنترلی که روبه‌روی ورزشکار است فرد از سرعت رکاب اطلاع پیدا کند و سعی کند سرعت را در دامنه خواسته شده، حفظ کند. سپس با استفاده از فرمول، حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها قبل و پس از پروتکل تحقیق، اندازه‌گیری شد (۲۹، ۳۰).

مکمل‌دهی آب هندوانه

محتوای موجود در داخل هندوانه بستگی به نوع (۳۱) و بریکس آن دارد که بریکس مورد استفاده در تحقیقات قبلی بین نه الی دوازده (۱۳) بوده و در این تحقیق نیز از بریکس بین ۹ الی ۱۲ استفاده گردید. با استفاده از دستگاه رفراکتومتر، هر بار قبل از آگیری هندوانه توسط دستگاه آبمیوه‌گیری، بریکس آن مورد اندازه‌گیری قرار می‌گرفت. آزمودنی‌ها با توجه به وضعیت آنترپومتریکی و بدون اینکه



اطلاعی داشته باشند در دو گروه مکمل دهی آب هندوانه (۱۵ نفر) و خوردن دارونما (۱۰ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی گروه مکمل مقدار ۵۰۰ میلی لیتر آب هندوانه و گروه دارونما مقدار ۵۰۰ میلی لیتر دارونما (آب به همراه رنگ قرمز مجاز خوراکی و شیرین کننده غیرمغذی استویا) را سه روز در هفته و ۴۵ دقیقه قبل از شروع جلسه تمرینی شان در عصر به مدت ۶ هفته دریافت کردند (۷، ۱۳، ۳۲).

برنامه تمرینی

تمرینات به صورت متنوع (۹۰ دقیقه‌ای) در بیرون از باشگاه و در داخل خانه، تکواندو اجرا می‌شد. در ابتدای هر جلسه تمرینی، آزمودنی‌ها به ده دقیقه دویدن سپس گرم کردن، اجرای حرکات کششی (شامل کشش بالاتنه و اندام تحتانی پاها، 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 می‌گردید. در ابتدا صحیح زدن ضربات تمرینی مدنظر بود اما پس از یادگیری تمرینات از هوگو و میت جهت هدف پا استفاده می‌شد که حرکات باید با سرعت و قدرت اجرا می‌گردید. در جلسات مربوط به بدن سازی تکواندو، از کش و وزنه و تمرینات اینتروال برای افزایش قدرت و سرعت و دقت استفاده می‌شد و در پایان هر جلسه تمرینی آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با حرکات کششی، سرد کردن عضلات را انجام می‌دادند. در جلسات مربوط به تمرینات هوازی در پیست، آزمودنی‌ها یک دور حرکات کششی، یک دور

پیاده روی دور پیست، یک دور دویدن نرم دور پیست و بعد از آن، دو وهله، دوی سرعت صد متر می‌دویدند که هر بار برگشت آزمودنی‌ها به خط استارت برای صد متر سرعتی دوم، ریکآوری محسوب می‌شد. فاصله استراحتی ما بین تمرینات سی ثانیه بود. پس از آن، اجرای تمرینات چابکی ایستگاهی همراه با تمرینات تکواندو در فضای باز شامل میت زدن بین موانع، لی رفتن در مسافت مشخص، اجرای تکنیک پرشی با تکرار ۳×۵، پرش جفت از روی مانع به صورت رفت و برگشت، پرش های استپ و تکنیک کف زدن و سپس در ایستگاه آخر ده تا آپ دولیو با دو پا به صورت سرعتی بود. در جلساتی نیز از تمرینات ایستگاهی در ترکیب با حرکات تخصصی، با حداکثر توان و زمان، استفاده می‌شد که در آن مسافت ثابت بود و سرعت انجام حرکت در نظر گرفته می‌شد. پس از اتمام تمرینات و قبل از ترک کردن سالن ورزشی توسط آزمودنی‌ها یک پرسشنامه مربوط به درد عضلانی با مقیاس یک الی پنج (۱۳) 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 و پس از پر کردن پرسشنامه آن را در جلسات بعدی به محقق تحویل دهند.

نمونه گیری خونی و آنالیز آن‌ها

آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل و پس از شروع پروتکل تمرینی بین ساعت هفت الی هشت صبح، پس از ۱۲ ساعت حالت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه کردند. پس از ۱۰ دقیقه استراحت و در حالت نشسته، ۱۲ میلی لیتر خون از ورید بازویی دست چپ آزمودنی‌ها گرفته شد و سپس در لوله های EDTA ریخته شد. نمونه های خونی به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ شدند. نمونه های پلاسمایی در دمای اتاق و نمونه های سرم در دمای ۲۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. آنالیز نیتریک اکساید خون توسط کیت زل بابو آلمان و با دستگاه الیزا اتوماتیک انجام شد. در هر مرحله از



خون گیری آزمودنی‌ها در مرحله فولیکولی بودند که خون گیری از آنها به عمل آمد.

آنالیز آماری

از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین $\pm$ انحراف استاندارد و آمار استنباطی برای دسته‌بندی داده‌ها و توصیف داده‌های خام استفاده گردید. سپس آزمون شاپیرو-ویلک، نرمال بودن توزیع داده‌ها و آزمون لون هم همسان بودن واریانس‌ها را نشان داد. سپس از آزمون تی مستقل برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی در پیش‌آزمون استفاده گردید و برای بررسی تفاوت‌های درون گروهی پیش و پس‌آزمون تی وابسته مورد استفاده قرار گرفت. سطح معنی‌داری تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز ($P \leq 0.05$) در نظر گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار spss نسخه ۲۴ و برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ استفاده گردید.

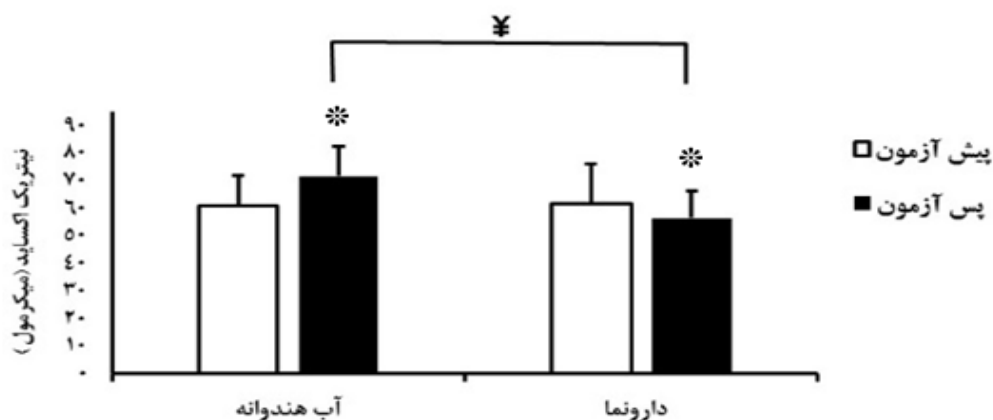
یافته‌ها

ویژگی آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. تجزیه و تحلیل آماری توسط آزمون تی همبسته نشان داد که در شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و وزن بدن تفاوت معناداری در پیش‌آزمون با پس‌آزمون وجود ندارد ($P \geq 0.05$). بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه داده‌های پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون پس از اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از اجرای تست آستراند، در گروه مکمل-تمرین تکواندو و گروه دارونما-تمرین تکواندو به‌صورت معناداری افزایش یافت ($P = 0.001$). تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به شاخص نیتریک اکساید افزایش معناداری ($P = 0.010$) در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما را نشان می‌دهد (نمودار یک).

جدول ۱- میانگین $\pm$ انحراف استاندارد داده‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدن آزمودنی‌های دو گروه مکمل و دارونما

متغیرها	گروه مکمل (n=15)	گرم	معناداری	گروه دارونما (n=10)	گرم	معناداری
سن (سال)	۲۲/۰۶ $\pm$ ۲/۳۷	-	N	۲۱/۲ $\pm$ ۵/۱۷	-	n
قد (سانتی‌متر)	۱۶۹/۵ $\pm$ ۶/۸۰	-	N	۱۶۷/۷ $\pm$ ۷/۰۸	-	n
وزن (کیلوگرم)	قبل	-	-	۶۰/۴ $\pm$ ۴۰/۹۱	-	-
	بعد	-	-	۵۹/۴ $\pm$ ۵۸/۳۲	-	-
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	قبل	-	-	۲۰/۱ $\pm$ ۷۷/۹۰	-	-
	بعد	-	-	۲۰/۱ $\pm$ ۲/۸۳	-	-
چربی بدن	قبل	-	-	۱۹/۱ $\pm$ ۸۴/۰۴	-	-
	بعد	-	-	۱۹/۱ $\pm$ ۱۹/۴۶	-	-
میزان پروتئین مصرفی	قبل	۱۵۱/۱۷ gr	-	۲۰/۵ %	۱۴۴/۱۴ gr	-
	بعد	۱۵۴/۶۸ gr	-	۱۹/۵ %	۱۳۷/۱۰ gr	-
میزان کربوهیدرات مصرفی	قبل	۳۸۳ gr	-	۵۷ %	۴۰۱ gr	-
	بعد	۳۹۰ gr	-	۵۷/۵ %	۴۰۴ gr	-
میزان چربی مصرفی	قبل	۷۴/۰۴ gr	-	۲۳/۵ %	۷۳/۴۷ gr	-
	بعد	۷۰/۳۵ gr	-	۲۳ %	۷۱/۹۰ gr	-
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم وزن بدن/دقیقه)	قبل	۳۸/۲ $\pm$ ۸۱/۱۱	-	۳۸/۱ $\pm$ ۹۵/۸۴	-	-
	بعد	۴۱/۲ $\pm$ ۷۲/۵۹	-	۴۰/۱ $\pm$ ۶۲/۰۵	-	-

*نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین قبل و بعد از شش هفته مکمل‌دهی آب هندوانه $P \leq 0.05$.



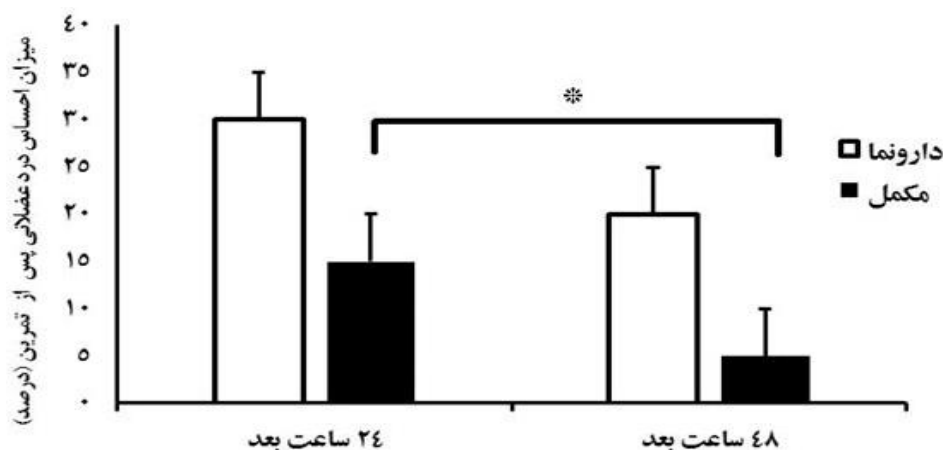
نمودار ۱-: میانگین $\pm$ انحراف معیار میزان نیتریک اکساید گروه مکمل با دارونما

*: تفاوت معنادار بین پیش آزمون با پس آزمون

¥: تفاوت معنادار بین گروه مکمل با دارونما

نکرده بود (جدول یک). بر اساس پرسشنامه مقیاس درد عضلانی، گروهی که مکمل آب هندوانه مصرف می کردند نسبت به گروهی که دارونما مصرف می کردند، اظهار داشتند که درد عضلانی کمتری پس از تمرین دارند (نمودار دو).

بررسی و تحلیل آماری از درشت مغذی های دریافتی قبل و بعد از پژوهش، بیانگر این است که مصرف درشت مغذی ها در پیش آزمون-پس آزمون گروه مکمل با پیش آزمون-پس آزمون گروه مکمل و دارونما به صورت معنادار تغییر



نمودار ۲-: میانگین $\pm$ انحراف معیار درد عضلانی ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرینات تکواندو در دو گروه مکمل و دارونما

*: تفاوت معنادار بین گروه مکمل و دارونما در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرینات تکواندو



بحث

هدف از پژوهش حاضر تعیین تأثیر مصرف شش هفته آب هندوانه بر شاخص نیتریک اکساید خون در تکواندوکاران زن نخبه بود. مطالعه حاضر برای اولین بار نشان داد که ۶ هفته مکمل یاری آب هندوانه ۴۵ دقیقه قبل از شروع تمرینات تکواندو، علاوه بر افزایش شاخص نیتریک اکساید خون منجر به کاهش معنی‌دار درد عضلانی در تکواندوکاران زن نخبه شد. هرچند مطالعه‌ای که مشابه تحقیق حاضر تأثیر مکمل-دهی آب هندوانه را روی ورزشکاران مورد بررسی قرار داده باشند یافت نشد، اما در مطالعات خارجی مشابه بیلی و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی نشان دادند که در گروه تجربی نسبت به گروه دارونما میزان نیتریک اکساید پلاسما بالاتر بود، اما این افزایش معنی‌دار نبوده است (۱۷)، که احتمالاً این افزایش و صرفاً معنی‌دار نشدن به خاطر مدت زمان مکمل‌دهی می‌باشد. در تحقیق حاضر مدت زمان مکمل‌دهی ۶ هفته بود اما در تحقیق مشابه دو هفته مکمل-دهی صورت گرفته است. از طرف دیگر شانلی و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه روی دوچرخه‌سواران تمرین کرده نشان دادند که مصرف آب هندوانه منجر به افزایش معنی‌داری در شاخص نیتریک اکساید می‌شود (۳۳). در مطالعه مشابه مک‌کینلی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که مصرف ال-سیترولین (۵۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم/روز) و ال-سیترولین (۵۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم/روز) + گلووتاتیون (۵۰ میلی‌گرم/کیلوگرم/روز) به مدت ۳ هفته منجر به افزایش معنی‌دار نیتریک اکساید در گروه ال-سیترولین + گلووتاتیون نسبت به دارونما شد (۵) که نشان دهنده میزان تاثیرگذاری مصرف ال-سیترولین به همراه گلووتاتیون در افراد و در مدت زمان کوتاه‌تر است. در همین راستا هوانگ و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی هشت هفته تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ال-سیترولین و گلووتاتیون در افزایش عضله لاغر شده و

نداشتن اثر سوء بر نشانگرهای ایمنی بالینی خون در مردان آموزش دیده مقاومتی نشان دادند که مصرف گلووتاتیون + ال-سیترولین، ال-سیترولین مالات و پلاسیبو به صورت روزانه و به مدت هشت هفته در گروهی که گلووتاتیون + ال-سیترولین در مقایسه با دو گروه دیگر منجر به افزایش حجم عضلات در آزمودنی‌ها شد (۳۴). در مقابل مطالعه برناردو و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که هشت هفته مصرف ال-آرژنین، به عنوان یک ماده پیش‌ساز برای سنتز نیتریک اکساید، منجر به بهبود توان عضلانی در افراد تمرین کرده نشد (۳۵) که احتمالاً به دلیل دوز مصرفی پایین (۳ گرم ال-آرژنین) بوده است. به طور کلی از مطالعات مشابه می‌توان به مطالعات مارتا و همکاران (۲۰۱۳)، مک‌کینلی و همکاران (۲۰۱۵)، شانلی و همکاران (۲۰۱۳)، مارتینز و همکاران (۲۰۱۷)، کاتروفیلو و همکاران (۲۰۱۵)، فیگوتروا و همکاران (۲۰۱۴)، سوزوکی و همکاران (۲۰۱۶-۲۰۱۹) اشاره کرد (۵، ۶، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۳۵-۳۸).

بدیهی است که خستگی ناشی از فعالیت ورزشی بر عملکرد فرد اثر می‌گذارد. در ایجاد خستگی عوامل دیگری از جمله تجمع متابولیک‌های سوخت و ساز مانند آمونیاک و لاکتات و تخلیه گلیکوژن عضلانی دخیل هستند. آمونیاک هنگام بازسازی ATP در اثر آمین‌برداری AMP و تبدیل به IMP در خون تجمع می‌یابد که یکی از عوامل خستگی ناشی از فعالیت ورزشی می‌باشد. سپس آمونیاک فسفوفروکتوکیناز (PFK) را فعال می‌کند و مانع از اکسیداسیون پیرووات به استیل کوآ می‌شود (۳۹). افزایش فعالیت PFK تولید لاکتات را افزایش داده و باعث کاهش PH درون سلولی، کاهش آزاد سازی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی و در نتیجه کاهش انقباض پذیری می‌شود. برای مقابله با تجمع این متابولیت‌ها و دفع این عوامل خستگی حین و پس از فعالیت ورزشی، سازوکارهای گوناگونی وجود دارد که یکی از آنها فعالیت



نیتریک اکساید می‌باشد. افزایش غلظت نیتریک اکساید با اثر روی قسمت داخلی عروق منجر به ریلکس شدن عضلات صاف شده و با گشاد کردن عروق منجر به بهبود عملکرد ورزشی می‌شود (۱۵). در نتیجه مصرف مواد غذایی حاوی ال-سیترولین، احتمالاً آمونیاک و لاکتات خون را کاهش می‌دهد و خستگی را به تعویق می‌اندازد که خود می‌تواند به بهبود عملکرد ورزشی کمک کند. در همین راستا مطالعه مارتینز و همکاران (۲۰۱۷) اثرات پاسخ بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و عملکردی پس از مصرف آب هندوانه غنی شده با ال-سیترولین را در طول یک مسابقه نیمه‌ماراتن مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که مصرف ۵۰۰ میلی لیتر نوشیدنی آب هندوانه غنی شده از ال-سیترولین دو ساعت قبل از مسابقه منجر به کاهش معنی‌داری در درد عضلانی، ۲۴ و ۷۲ ساعت پس از مسابقه می‌شود (۷). مکانیسم احتمالی در این زمینه با توجه به نقش اثبات شده ال-سیترولین می‌باشد، چرا که ال-سیترولین پیش‌ساز اولیه انرژی‌زای ال-آرژنین که در واقع سوپسترای برای سنتز نیتریک اکساید است و نیتریک اکساید به تنهایی می‌تواند عملکرد ورزشی را بهبود بخشیده و سبب متعادل کردن جریان خون، سیستم تامین انرژی عضله و تنفس میتوکندریایی در حین فعالیت ورزشی می‌شود (۲) و از طرفی دیگر نشان‌دهنده اهمیت استفاده از آب هندوانه به عنوان یک مکمل طبیعی است. در مطالعه دیگر سیلوا و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که مصرف شش گرم سیترولین مالات در دو جلسه تمرینی با شدت بالا منجر به کاهش درد عضلانی و لاکتات خون، به ترتیب، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرینات شدید نشد. به‌طوری‌که ۲۴ ساعت پس از تمرینات درد عضلانی همچنان وجود داشت و پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد بین گروه مکمل و دارونما تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (۴۰). همچنین دومینگویز و

همکاران (۲۰۱۸) در مقاله مروری خود نشان دادند که مصرف آب چغندر، که حاوی نیتریک اکساید است، در زنان و مردان قبل از انجام فعالیت ورزشی شدید و متوسط با استفاده از دوچرخه ارگومتر منجر به بهبود در شاخص‌های مربوط به خستگی شد (۴۱). بر اساس نتایج حاضر از این مطالعه می‌توان عنوان کرد که مصرف آب هندوانه به‌عنوان یک نوشیدنی طبیعی برای تکواندوکاران زن نخبه توانسته است که منجر به افزایش شاخص نیتریک اکساید و بهبود ریکاوری در آن‌ها شود. با توجه به مطالعات انجام شده پیشین، پیشنهاد می‌شود مطالعات مشابهی بر روی سایر گروه‌های سنی (گروه دختران و پسران) با دوزهای مختلف و با پروتکل تمرینی متفاوت انجام شود و نتایج حاصل از آن با تحقیق حاضر مقایسه گردد. همچنین می‌توان آب هندوانه را در ترکیب با ال-سیترولین، به صورت غنی شده، استفاده کرد و شاخص خونی ال-سیترولین را با توجه به اینکه هندوانه منبع ال-سیترولین می‌باشد، اندازه‌گیری کرد. از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم اندازه‌گیری میزان غلظت سیترولین موجود در هندوانه بود.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان داد که شش هفته استفاده از نوشیدنی آب هندوانه ۴۵ دقیقه قبل از اجرای تمرینات تکواندو منجر به افزایش شاخص نیتریک اکساید خون و بهبود درد عضلانی می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از اساتید راهنما و استاد مشاورم و تمامی افرادی که در اجرای این پژوهش مرا یاری کرده اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

از نظر تعارض منافع، هیچ‌گونه تعارض منفعتی توسط محقق و مشارکت‌کنندگان گزارش نشده است.

References

1. Forozesh G, Nikbakht M, Mohammadshahi M. Comparison of the Effect of Energy Drinks with a Simple Carbohydrate Solution on Anaerobic Power, Fatigue Index and Blood Lactate Level. *J Shahid Sadoughi Uni Med Sci*. 2012; 19(6):754-65. [Persian].
2. Mirzaei F, Khazaei M. Role of nitric oxide in biological systems: A systematic review. *J Mazandaran Uni Med Sci*. 2017; 27(150):192-222. [Persian].
3. Vanhoutte PM, Zhao Y, Xu A, Leung SW. Thirty years of saying NO: sources, fate, actions, and misfortunes of the endothelium-derived vasodilator mediator. *Circu Res*. 2016; 119(2):375-96.
4. Zhao Y, Vanhoutte PM, Leung SW. Vascular nitric oxide: Beyond eNOS. *J pharm sci*. 2015; 129(2):83-94.
5. 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 Spo Nut*. 2015; 12(1):27.
6. Figueroa A, Wong A, Jaime SJ, Gonzales JU. Influence of L-citrulline and watermelon supplementation on vascular function and exercise performance. *Clin Nut and Met*. 2017; 20(1):92-8.
7. 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 Nut Res*. 2017; 61(1):1330098.
8. Liu T-H, Wu C-L, Chiang C-W, Lo Y-W, Tseng H-F, Chang C-K. No effect of short-term arginine supplementation on nitric oxide production, metabolism and performance in intermittent exercise in athletes. *J Nut Bio*. 2009; 20(6):462-8.
9. Tang JE, Lysecki PJ, Manolakos JJ, MacDonald MJ, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Bolus Arginine Supplementation Affects neither Muscle Blood Flow nor Muscle Protein Synthesis in Young Men at Rest or After Resistance Exercise-3. *J Nut*. 2010; 141(2):195-200.
10. Vanhatalo A, Bailey SJ, DiMenna FJ, Blackwell JR, Wallis GA, Jones AM. No effect of acute L-arginine supplementation on O₂ cost or exercise tolerance. *Eur J App Physi*. 2013; 113(7):1805-19.
11. Wijnands KA, Vink H, Briedé JJ, Van Faassen EE, Lamers WH, Buurman WA, et al. Citrulline a more suitable substrate than arginine to restore NO production and the microcirculation during endotoxemia. *PLoS One*. 2012; 7(5):e37439.
12. Breuillard C, Cynober L, Moinard C. Citrulline and nitrogen homeostasis: an overview. *Amino acids*. 2015; 47(4):685-91.
13. Tarazona-Díaz MP, Alacid F, Carrasco M, Martínez I, Aguayo E. Watermelon juice: potential functional drink for sore muscle relief in athletes. *J Agri Food Chem*. 2013; 61(31):7522-8.
14. Bailey SJ, Blackwell JR, Lord T, Vanhatalo A, Winyard PG, Jones AM. L-citrulline supplementation improves O₂ uptake kinetics and high-intensity exercise performance in humans. *J App Phys*. 2015; 119(4):385-95.
15. Bendahan D, Mattei J, Ghattas B, Confort-Gouny S, Le Guern M, Cozzone P. Citrulline/malate promotes aerobic energy production in human exercising muscle. *Brit J Spo Med*. 2002; 36(4):282-9.
16. Giannesini B, Le Fur Y, Cozzone PJ, Verleye M, Le Guern M-E, Bendahan D. Citrulline malate supplementation increases muscle efficiency in rat skeletal muscle. *Eur J Pharm*. 2011; 667(1-3):100-4.
17. 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. *Nit Oxi*. 2016; 59:10-20.
18. Shanely R, Nieman D, Perkins-Veazie P, Henson D, Meaney M, Knab A, et al. Comparison of watermelon and carbohydrate beverage on exercise-induced alterations in systemic inflammation, immune dysfunction, and plasma antioxidant capacity. *Nutr*. 2016; 8(8):518.
19. Pérez-Guisado J, Jakeman PM. Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness. *J Stre Cond Res*. 2010; 24(5):1215-22.
20. Cutrufello PT, Gadowski SJ, Zavorsky GS. The effect of l-citrulline and watermelon juice supplementation on anaerobic and aerobic exercise performance. *J Spo Sci*. 2015; 33(14):1459-66.
21. Karimian J, Entezari M, Pahlavani N, Papi B, Rasad H, Chaboksavar F. Evaluation the effects of L-arginine supplementation on exercise performance, body composition and serum sodium and potassium in healthy male athletes. *Teb junüb*. 2016; 18(6):1186-97. [Persian].
22. Seyed abdollah H, nemat Kh. Effect of caffeine on lactate level and free fatty acid in elite taekwondo after intermittent exercise. *App exer physio*. 2016; 12 (24): 141-146. [Persian].



23. Shalesh FJ, Hasan UC, Jaaz AF. The effect of sport drink on some functional variables for soccer players. *Int J Adv Res*. 2014; 2(2):868-75.
24. Davis AR, Webber CL, Liu W, Perkins-Veazie P, Levi A, King S. Watermelon quality traits as affected by ploidy. *Hor Sci*. 2013; 48(9):1113-8.
25. Benitez C, Quintero J, Torres R. Prevalence of risk for mental disorders among undergraduate medical students at the Medical School of the Catholic University of Chile. *Revista médica de Chile*. 2001; 129(2):173-8.
26. Willett W. Implications of total energy intake for epidemiologic analyses. *Nut Epid*. 1998:273-301.
27. Babaei P, Azali Alamdari K. Effects of endurance training and detraining on serum BDNF and memory performance in middle aged males with metabolic syndrome. *Iran J Endo Met*. 2013; 15(2):132-42. [Persian].
28. 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 Spo Sci*. 2018; 18(3):357-66.
29. Noakes TD, Myburgh KH, Schall R. Peak treadmill running velocity during the V O₂ max test predicts running performance. *J Spo Sci*. 1990; 8(1):35-45.
30. Astrand P-O. Experimental studies of physical work capacity in relation to sex and age. Dissertation. 1952.
31. Rimando AM, Perkins-Veazie PM. Determination of citrulline in watermelon rind. *J Chrom*. 2005; 1078(1-2):196-200.
32. 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 Spo Nut*. 2017; 14(1):4.
33. Shanely RA, Nieman DC, Perkins-Veazie P, Henson DA, Meaney MP, Knab AM, et al. Comparison of watermelon and carbohydrate beverage on exercise-induced alterations in systemic inflammation, immune dysfunction, and plasma antioxidant capacity. *Nut*. 2016; 8(8):518.
34. Hwang P, Marroquín 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 Spo Nut*. 2018; 15(1):30.
35. Bernardo DNDA, Bryk FF, Fucs PMdMB. Influence of nitric oxide in the improvement of muscle power. *Acta Orto Bras*. 2015; 23(6):294-8.
36. Martinez-Sanchez A, Alacid F, Rubio-Arias JA, Fernández-Lobato Br, Ramos-Campo DJ, Aguayo E. Consumption of watermelon juice enriched in L-citrulline and pomegranate ellagitannins enhanced metabolism during physical exercise. *J Agri Food Chem*. 2017; 65(22):4395-404.
37. Suzuki T, Morita M, Kobayashi Y, Kamimura A. Oral L-citrulline supplementation enhances cycling time trial performance in healthy trained men: Double-blind randomized placebo-controlled 2-way crossover study. *J Int Soc Spo Nut*. 2016; 13(1):6.
38. Suzuki I, Sakuraba K, Horiike T, Kishi T, Yabe J, Suzuki T, et al. A combination of oral l-citrulline and l-arginine improved 10-min full-power cycling test performance in male collegiate soccer players: a randomized crossover trial. *Eur J App Phys*. 2019; 119(5):1075-84.
39. Kiyici F, Eroğlu H, Kishali NF, Burmaoglu G. The effect of citrulline/malate on blood lactate levels in intensive exercise. *Bio Gene*. 2017; 55(5-6):387-94.
40. Da Silva D, Jacinto J, de Andrade W, Roveratti M, Estoche J, Balvedi M, et al. Citrulline malate does not improve muscle recovery after resistance exercise in untrained young adult men. *Nut*. 2017; 9(10):1132.
41. Domínguez R, Maté-Muñoz JL, Cuenca E, García-Fernández P, Mata-Ordoñez F, Lozano-Estevan MC, et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. *J Int Soc Spo Nut*. 2018; 15(1):2.



The Effects of Six Weeks Ingestion of Watermelon Juice on Nitric Oxide in Elite Female Taekwondo

Parvin Aghabeigi Amin¹, Mohammad Azizi ^{*1}, Worya Tahmasebi ¹, Parviz Bashiri ²

1- Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

2- Department of Food Industry and Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

Original Article

Received: 2 Sep 2019

Accepted: 19 May 2020

***Corresponding Author:**

Mohammad Azizi:
Kermanshah, Baq Abrisham,
Razi University, Sport
Sciences Faculty.

TEL: +98-9183746103

Email:

azizimihammad@gmail.com

ABSTRACT

Introduction

Improving physical performance and delaying fatigue by using nutritional supplements always has been interesting in athletes. The aim of this study was to evaluate the effect of six weeks' watermelon juice on nitric oxide and exercise performance in elite female taekwondo.

Materials and Methods

Twenty-five elite female taekwondo players (age 21.84 ± 2.26 yrs; BMI 20.87 ± 1.37 Kg/m²; VO_{2max} 38.86 ± 1.97 ml/min/kg) who had a training experience of more than five years were randomly and voluntarily divided into two groups of watermelon juice supplement (n=15) and placebo (n=10). Subjects received 500 ml of watermelon juice or placebo 45 minutes before the taekwondo training sessions for six weeks. Blood samples were taken in the brachial vein in two steps; before and after 6 weeks of supplementation. Data were analyzed using dependent and independent t-test ($p \leq 0.05$).

Results

The results of this study showed levels of nitric oxide ($P=0.016$) and VO_{2max} ($P=0/001$) significantly greater compared to the placebo group. Also, there was a significant decrease in muscle soreness 24 and 48 hours after exercise in the supplement group compared to the placebo group ($p \leq 0.05$).

Conclusion

According to the results, watermelon juice will help faster recovery and reduce muscle soreness after 24 and 48 hours follow exercise.

Keywords

Nitric Oxide, Watermelon juice, Muscle Soreness, Female Taekwondo

► **Please cite this article as:** Aghabeigi Amin P, Azizi M, Tahmasebi W, Bashiri P. The Effects of Six Weeks Ingestion of Watermelon Juice on Nitric Oxide in Elite Female Taekwondo. J Neyshabur Univ Med Sci. 2020; 8(4):88-100.