

The effect of acute consumption of red beet juice on aerobic and anaerobic power of amateur karate girls

Elahe sadat Hashemi fard, Mohsen Ebrahimi*

Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Semnan University, Semnan, Iran.

Original Article

Abstract

Background and Purpose: Red beet juice is a rich source of nitrate. Nitric oxide has the ability to stimulate vasodilation; Which increases blood flow to the muscle. Due to the involvement of aerobic and anaerobic systems in karate, the aim of this study was to investigate the effect of red beet juice on aerobic and anaerobic power of karate girls.

Materials and Methods: For this purpose, 10 club-level female karate players in the black belt category, two and three, were voluntarily studied in a cross-sectional, randomized, double-blind study. Subjects arrived at the gym at 7:30 a.m. and rested for 90 minutes after consuming red beetroot juice (100 ml) or placebo (blueberry juice) and taking the test at 9:00 a.m. First, 10 minutes of dynamic warm-up including walking and stretching movements were performed, then 4×9 test, RAST test and finally karate aerobic test was performed. In this aerobic test, the subjects guarded the punching bag consecutively. They were moving like a real combat during the recovery. The test ended when the subject was no longer able to continue the blows. In this case, the time was kept constant and the obtained number was recorded as fatigue time and test stage. Three minutes of active rest were determined between each test. After one week, the groups of subjects were transferred and the mentioned tests were performed again. Statistical analysis was reported using paired t-test and SPSS software version 26.

Results: HFD The results showed that with consumption of red beet juice compared to placebo maximum power ($P = 0.014$), minimum power ($P = 0.025$), average power ($P = 0.011$), fatigue index ($P = 0.022$) and Speed drop index ($P = 0.020$) improved significantly in RAST test. There was also a significant decrease in agility test time ($P = 0.039$). But there was no significant difference in karate specific aerobic test ($P = 0.099$) and perceived exertion ($P = 0.685$).

Conclusion: According to the results of the present study, consumption of red beet juice is effective in anaerobic performance and agility of karateka. But the amount of change in aerobic performance in the special karate test was not significant. Therefore, according to the results, it seems that consuming red beet juice can be useful for these athletes.

Keywords: Red beet juice, Nitric oxide, Fitness index, Karate.

How to cite this article: Hashemi fard E, Ebrahimi M. The effect of acute consumption of red beet juice on aerobic and anaerobic power of amateur karate girls. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2022;15(3):102-111.

*Corresponding Author; E-mail: mebrahimi@semnan.ac.ir
DOI: 10.52547/joeppa.15.3.102

Received: 26/09/2021

Revised:01/01/2022

Accepted: 09/02/2022

اثر مصرف حاد آب چغندر قرمز بر توان هوازی و بی‌هوازی دختران کاراته‌کا غیر حرفه‌ای

الهه سادات هاشمی فرد، محسن ابراهیمی*

گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: آب چغندر قرمز منبع غنی از نیترات است. اکسید نیتریک توانایی تحریک گشاد شدن عروق را دارد که سبب افزایش جریان خون به عضله می‌شود. با توجه به درگیر بودن دستگاه هوازی و بی‌هوازی در ورزش کاراته، هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر آب چغندر قرمز بر توان هوازی و بی‌هوازی دختران کاراته‌کا بود. **مواد و روش‌ها:** بدین منظور ۱۰ دختر کاراته‌کا سطح باشگاهی در رده کمر بند مشکی دان دو و سه داوطلبانه در یک مطالعه متقاطع، تصادفی و دوسوکور، بررسی شدند. آزمودنی‌ها رأس ساعت ۷:۳۰ دقیقه صبح در محل سالن ورزشی حضور پیدا کردند و پس از مصرف آب چغندر قرمز (۱۰۰ میلی‌لیتر) یا دارونما (آب زغال اخته)، ۹۰ دقیقه استراحت کرده و رأس ساعت ۹ صبح در آزمون شرکت کردند. ابتدا ۱۰ دقیقه گرم کردن پویا شامل راه رفتن و حرکات کششی انجام گرفت، سپس آزمون ۴×۹، آزمون رست و در انتها آزمون هوازی ویژه کاراته اجرا شد. در این آزمون هوازی آزمودنی‌ها ضربات متوالی به کیسه بوکس را در حالت گارد می‌زدند. در زمان بازیافت مانند یک درگیری واقعی در حال حرکت بودند. آزمون زمانی پایان می‌یافت که آزمودنی دیگر قادر به ادامه ضربات نبود. در این صورت زمان ثابت نگه داشته شده و عدد به دست آمده زمان خستگی و مرحله آزمون ثبت شد. بین هر کدام از آزمون‌ها سه دقیقه استراحت فعال لحاظ شد. پس از گذشت یک هفته گروه‌های آزمودنی جابه‌جا شدند و مجدداً آزمون‌های مذکور انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون t زوجی و نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ گزارش شد. **نتایج:** نتایج نشان داد که با مصرف آب چغندر قرمز در مقایسه با دارونما توان بیشینه ($P=0/014$)، حداقل توان ($P=0/025$)، میانگین توان ($P=0/011$)، شاخص خستگی ($P=0/022$) و شاخص افت سرعت ($P=0/020$) در آزمون RAST به طور معناداری بهبود یافته است. همچنین کاهش معناداری در زمان آزمون چابکی 4×9 ($P=0/039$) مشاهده شد. اما تفاوت معناداری در آزمون هوازی ویژه کاراته ($P=0/099$) و میزان درک فشار ($P=0/685$) مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش حاضر مصرف آب چغندر قرمز ممکن است در بهبود عملکرد بی‌هوازی و چابکی کاراته‌کاها مؤثر باشد، هرچند مقدار تغییر در عملکرد هوازی در آزمون ویژه کاراته، چشمگیر نبود. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد مصرف آب چغندر قرمز می‌تواند برای این ورزشکاران مفید باشد. **واژه‌های کلیدی:** آب چغندر قرمز، شاخص آمادگی جسمانی، کاراته‌کا، نیترات اکساید.

مقدمه

ورزش کاراته، فعالیت با شدت بالا دارای انقباض‌های عضلانی ایزوتونیک، استریک و حرکات انفجاری پلايومتریك است (۱). آمادگی قلبی تنفسی بالا، غلظت اکسایشی از طریق مسیر ATP-PC تا حدی کمتر، دستگاه گلیکولیتیک، اقدام‌های انفجاری، مهارت فنی و تاکتیکی برای مقابله با تقاضای متابولیک در طول مبارزه لازم است (۲). پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که کاراته به درصد بالاتری از سوخت‌وساز هوازی نیاز دارد، زیرا کاراته‌کاه‌ها از اندام بالاتنه بیشتر استفاده می‌کنند (۳). همچنین تحقیقات نشان داده است که در طول رقابت مبارزه (کومپته)، مسیر تأمین انرژی از طریق هوازی $77/8 \pm 5/8\%$ ، بی‌هوازی فسفاژن $16 \pm 4/6\%$ و بی‌هوازی اسید لاکتیکی $6/2 \pm 2/4\%$ است (۴). برای سنجش ظرفیت هوازی از شاخص‌های متعددی مانند زمان رسیدن به خستگی استفاده می‌شود. در این پژوهش برای ایجاد آزمایش‌های خاص‌تر در قراردادهای تمرینی، از آزمایش هوازی ویژه کاراته (KSAT) استفاده شد. برخی تحقیقات روی تجزیه و تحلیل فیزیولوژیایی و زمان تکنیک‌ها در کاراته متمرکز شده‌اند (۵، ۶). در این زمینه، نونان (۷) با توجه به ارزیابی قدرت هوازی کاراته‌کاه‌ها، آزمایش هوازی ویژه کاراته را پیشنهاد داد. استفاده از کاربردی‌ترین تکنیک‌ها در طول مسابقات کاراته نشان‌دهنده مزیت اصلی این قرارداد ورزشی است. این آزمون نشان داده است که از قابلیت اطمینان مطلق و نسبی بسیار خوبی برخوردار است و برای ارزیابی تناسب هوازی تمرین‌کنندگان کاراته نیز مناسب است (۸).

بسیاری از تحقیقات اثر نیروی ماکمل بلندمدت و کوتاه‌مدت نیترات را نشان داده‌اند که به بهبود در راه رفتن (۹)، دویدن (۱۰)، قایقرانی (۱۱)، دوچرخه‌سواری (۱۲)، شمشیربازی (۱۳)، تکواندو (۱۴) و تحمل ورزش شدیدتر (۱۵) مربوط می‌شود. با این حال، همه تحقیقات پس از مصرف نیترات در رژیم غذایی، بهبود چشمگیری در عملکرد نشان نداده‌اند (۱۶). نویسندگان این مطالعات فرضیه‌هایی را در خصوص فقدان اثر نیروزا مطرح کرده‌اند. این موارد شامل تغییر در پاسخ‌های فردی در بین شرکت‌کنندگان، این فرض است که ورزشکاران نخبه با تمرینات بالا ممکن است در رژیم غذایی به نیترات بیشتری نیاز داشته باشند، یا اینکه

ورزشکاران نسبت به مکمل‌ها مقاومت بیشتری دارند. همچنین تغییر در فعالیت میکروبیوتا ریدوکتاز، که با تبدیل نیترات به نیتريت مختل شده است (۱۷). همچنین به نظر می‌رسد که یک جنبه مهم که می‌تواند اثر نیترات‌های غذایی را تعیین کند، طول دوره‌ای است که نیترات‌ها در آن مکمل‌گیری می‌شوند (۱۸). یک دوره طولانی مکمل همراه با فعالیت بدنی شدید ممکن است فشار اکسایشی را تشدید کند و خطر تمرین بیش‌ازحد را افزایش دهد و خستگی عضلانی و آسیب‌های سلولی را به همراه داشته باشد (۱۹).

اکسید نیتريك (NO) به دلیل توانایی تحریک‌گشاد شدن عروق مورد توجه متخصصان تغذیه ورزشی است (۱۷). پیش از این، دانشمندان فکر می‌کردند که تنها راه ایجاد NO از طریق اکسایش ال-آرژینین است که توسط خانواده‌ای از آنزیم‌های NO سنتتاز (NOS) کاتالیز می‌شود، که به عنوان مسیر L-arginine -NOS-NO شناخته می‌شود (۱۵). مسیر ایجاد NO به اکسیژن وابسته است (۲۰). با این حال، در چند دهه گذشته، یک مسیر نیترات - نیتريت - NO کشف شده است که در شرایط اکسیژن کم، مکمل NOS است (۲۱، ۲۲). بدن انسان همچنین می‌تواند از طریق رژیم غذایی بسیاری از سبزیجات از جمله چغندر، نیترات و نیتريت را دریافت کند (۲۳). این نیترات برون‌زا توسط باکتری‌های بی‌هوازی در دهان به نیتريت تبدیل می‌شود (۲۴). برخی از این نیتريت‌ها ممکن است در معده به NO تبدیل شوند، اما بیشتر آنها وارد گردش خون می‌شوند (۱۷). همچنین با توجه به نتایج بیشتر تحقیقات سؤال این است که آیا بهبود در عملکرد ورزشکاران ناشی از مقدار دوز مصرفی مکمل آب چغندر است یا مدت زمان انتظار پیش از تمرین. در مطالعات پیشین میزان دوز مصرفی ۷۰ و ۱۴۰، ۵۰۰، ۲۵۰، ۴۹۰، ۴۲۰، ۳۴۰ و ۳۰۰ میلی‌لیتر بود که در برخی تحقیقات سبب بهبود عملکرد شد (۱۲، ۲۵-۲۷) و در برخی بهبودی حاصل نشد (۲۸-۳۲). با توجه به تناقض‌های موجود، مقدار کمتر از ۷۰ میلی‌لیتر تأثیری در عملکرد ورزشکاران وجود نداشت و ما با دوز ۱۰۰ میلی‌لیتر این مطالعه را انجام می‌دهیم؛ در ضمن مصرف آب چغندر باید ۹۰ دقیقه پیش از تلاش ورزشی آغاز شود، زیرا بیشینه مقدار دو تا سه ساعت پس از مصرف اتفاق می‌افتد. با توجه به اینکه بیشتر مطالعات در رشته ورزشی کاراته روی پاسخ‌ها و

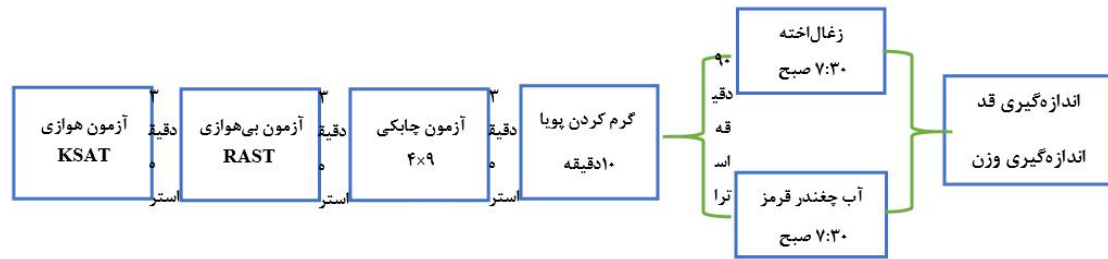
شدند، به طوری که همه آزمودنی‌ها هم به‌عنوان گروه کنترل و هم به‌عنوان گروه آزمایش، بررسی شدند. دو آزمودنی نتوانستند جلسه دوم آزمایش را تکمیل کنند، بنابراین داده‌های هشت شرکت‌کننده‌ای که آزمایش را تکمیل کردند، برای تجزیه و تحلیل در نظر گرفته شد. راهبرد تغذیه بدون عوارض جانبی شدید به خوبی قابل تحمل بود و تنها یک بازیکن پس از مصرف دارونما ناراحتی گوارشی نشان داد. توالی رویدادها در طول آزمون بدین شکل بود که آزمودنی‌ها در ساعت ۷:۳۰ صبح در سالن ورزشی حضور پیدا کردند. در هفته اول و روز اول دو نفر که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند، آزمون شدند. پژوهشگر، یک وعده از بطری‌های مکمل یا دارونما را که حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر از آب چغندر قرمز یا زغال‌اخته بود، توزیع کرد، به نحوی که آزمون‌گیرنده‌ها و آزمودنی‌ها از محتوای داخل بطری‌ها تا پایان پژوهش آگاهی نداشتند. به منظور کنترل تأثیر روانی در آزمودنی‌ها، رنگ نوشیدنی در بطری‌های تهیه شده قابل رؤیت نبود. در طول ۱۵ دقیقه از آزمودنی‌ها خواسته شد تمام آب چغندر یا دارونما را مصرف کنند؛ پس از یک ساعت و نیم از مصرف، رأس ساعت ۹ صبح، ابتدا ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و تخصصی (دویدن با شدت متوسط، حرکات کششی) انجام گرفت. سپس ابتدا آزمون ۴×۹، سه دقیقه استراحت فعال، آزمون RAST، سه دقیقه استراحت فعال، و در نهایت آزمون هوازی ویژه کاراته انجام گرفت (شکل ۱). فاصله آزمون ۴×۹ و RAST توسط مخروط مشخص و از آزمودنی‌ها خواسته شد در ابتدای مخروط‌ها، دویدن خود را شروع کنند. میزان درک فشار پس از پایان آزمون هوازی ویژه کاراته با مقیاس ۲۰ نقطه‌ای سنجیده شد. آزمودنی‌ای که در هفته اول آب چغندر مصرف کرده بود، در هفته دوم دارونما مصرف کرد. قرارداد آزمون: هر جلسه تمرین ۹۰ دقیقه پس از مصرف آب چغندر قرمز یا دارونما، آزمودنی‌ها با دویدن آرام و انجام حرکات کششی عضلات سه سر بازو، شانه، پهلوی، سینه و همچنین عضلات ران، همسترینگ، چهارسر ران، سرینی، پشت ران و دوقلو انجام گرفت. ابتدا آزمون ۴×۹ که برای سنجش چابکی ورزشکار است، انجام گرفت. آزمودنی مسیر نه‌متری را چهار بار دوید و زمان وی محاسبه و یادداشت شد. سپس سه دقیقه استراحت فعال، شامل راه رفتن آرام انجام گرفت.

هورمون‌های متابولیکی (۳۳)، دستگاه ایمنی (۳۴) و شاخص‌های فیزیولوژیایی (۳۵) انجام گرفته و تاکنون تحقیقی در خصوص تأثیر آب چغندر قرمز روی ورزشکاران کاراته‌کاها انجام نگرفته، همچنین بیشتر پژوهش‌ها روی مردان ورزشکار بوده است، این پژوهش با هدف بررسی مصرف حاد آب چغندر قرمز بر عوامل عملکرد جسمانی دختران کاراته‌کا جوان، برای پیش‌بینی موفقیت در رقابت‌های ورزشی انجام گرفت.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: پژوهش حاضر به صورت تصادفی، کنترل شده با دارونما، طرح متقاطع و دوسوکور انجام گرفت. ۱۰ ورزشکار کاراته‌کا در سطح باشگاهی در رده کمر بند مشکی دان دو و سه داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. در مرحله اول اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، اطلاعات و آگاهی‌های لازم درباره چگونگی انجام پژوهش و مراحل آن توضیح داده شد. به منظور اطلاع از وضعیت تندرستی آزمودنی‌ها پرسشنامه توسط پژوهشگر تنظیم شد و سپس آزمودنی‌ها با توجه به تکمیل برگه رضایت‌نامه و آگاهی از هدف‌های پژوهش، در تحقیق شرکت کردند. افزون بر این به آزمودنی‌ها توصیه شد تا از مصرف مکمل‌های غذایی و داروها شامل آنتی‌بیوتیک‌ها و استروئیدها یا داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی خودداری کنند، فهرستی از غذاهای پرنیترات (چغندر، کرفس، ریشه کوهی، کاهو، اسفناج، شلغم، موز، جعفری، کلم و آب هویج) در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و از آنان خواسته شد از خوردن غذاهای پرنیترات ۷۲ ساعت پیش از آزمون اجتناب کنند. همچنین از آن‌ها خواسته شد تا از خوردن کافئین و استفاده از دهان‌شویه، آدامس یا شیرینی‌های حاوی ماده ضدباکتری مانند کلرهگزیدین یا زایلیتول ۲۴ ساعت پیش از آزمون و از انجام تمرین‌های قدرتی ۷۲ ساعت پیش از آزمون خودداری کنند. معیار خروج از پژوهش شامل نداشتن تمرینات کاراته کمتر از دو روز در هفته، داشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، کلیوی و ... داشتن آسیب‌های ناشی از ورزش، مصرف داروهای آنتی‌بیوتیکی و استروئیدی و غیراستروئیدی و مصرف مکمل‌های غذایی دیگر بود.

روش اجرای پژوهش: در این تحقیق آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه آزمودنی ($n=5$) تقسیم



شکل ۱. مراحل قرارداد تمرین

(علامت) شنوایی همراه بود؛ اولین پیام برای آزمودنی‌ها در زمان شروع تمرین و دومین پیام برای نشان دادن زمان استراحت آن‌ها بود. آزمودنی‌ها ضربات متوالی به کیسه بوکس را در حالت دفاع (گارد)، به ترتیب ضربه با دست جلو، ضربه با پای عقب، ضربه با دست عقب و ضربه با پای جلو انجام می‌دادند. زمان بازیافت مانند درگیری واقعی در حال حرکت بودند (استراحت غیرفعال مجاز نبود). هر مشت و لگد باید با قدرت بیشینه ممکن اجرا می‌شد. این موضوع توسط پژوهشگر که خودش کاراته‌کا با کمربند مشکی و همچنین مربی کاراته بود، برآورد شد. آزمون زمانی پایان می‌یافت که آزمودنی دیگر قادر به ادامه ضربات نبود یا زمانی که به‌طور واضح کاهش قدرت تکنیک‌ها وجود داشت. در این صورت زمان ثابت نگه داشته و عدد به‌دست‌آمده زمان خستگی و مرحله آزمون ثبت شد.

آزمودنی آزمون RAST را برای سنجش توان بی‌هوازی با مسافت ۳۵ متر و سرعت هرچه تمام‌تری کرد. در انتهای مسافت به مدت ۱۰ ثانیه استراحت کرد و شش بار این مسافت طی شد؛ یعنی سه بار رفت و برگشت. در هر مرحله رکوردها ثبت و شاخص افت سرعت و شاخص خستگی محاسبه شد (۳۶). در نهایت آزمون هوازی ویژه کاراته با استفاده از زمان سنج ویژه (شبه‌سازی شده نرم‌افزار KSAT)، با نام تجاری Time Plus که قبلاً تعداد حرکت‌ها و استراحت‌ها طبق شکل ۲ و مقاله نونان (۷) در این زمان سنج ثبت شده بود، انجام گرفت. فاصله بین کیسه بوکس و پای جلوی آزمودنی ۱/۵ متر تعیین و ثابت شد. این فاصله روی زمین مشخص شد و در طول آزمون برای هر ورزشکار ثابت بود. در طول آزمون، کیسه بوکس توسط فردی در محل خود نگه داشته شد تا از حرکات ناخواسته جلوگیری کند. این آزمون با دو پیام

جدول ۱. قرارداد آزمون هوازی ویژه کاراته (۷)

مرحله	دور	دوره فعالیت (ثانیه)	دوره استراحت (ثانیه)	مجموع زمان تمرین (ثانیه)	زمان تجمعی (ثانیه)
۱	۱۰	۷	۲۰	۲۷۰	۰
۲	۶	۷	۱۵	۱۳۲	۲۷۰
۳	۶	۷	۱۳	۱۲۰	۴۰۲
۴	۶	۷	۱۱	۱۰۸	۵۲۲
۵	۶	۷	۹	۹۶	۶۳۰
۶	۶	۷	۷	۸۴	۷۲۶
۷	۶	۷	۵	۷۲	۸۱۰
۸	۶	۷	۴	۶۶	۸۸۲
۹	۶	۷	۳	۶۰	۹۸۴
۱۰	۶	۷	۲	۵۴	۱۰۰۸
۱۱	۱۵	۷	۱	۱۲۰	۱۰۶۲
جمع کل				۱۱۸۲	

با هم از آمار استنباطی استفاده شد. ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک تعیین شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها، برای مقایسه درون‌گروهی از آزمون تی همبسته استفاده شد و سطح معناداری برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد.

نتایج

هشت ورزشکار کاراته با موفقیت آزمون‌ها را به پایان رساندند که ویژگی‌های آن‌روپومتریکی آن‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

روش‌های آزمایشگاهی: نحوه تهیه مکمل و دارونما: در این پژوهش چغندرهای آب‌گیری شده، سپس سه قطره لیموترش تازه به وسیله قطره‌چکان به آن اضافه شد تا از لحاظ مزه به دارونما نزدیک شود؛ سپس به اندازه ۱۰۰ میلی‌لیتر در بطری‌های کدر بدون نشانه قرار گرفت. دارونما در این پژوهش زغال اخته بود که جوشانده شد، میزان ۶۰ میلی‌لیتر آب، ۴۰ میلی‌لیتر زغال اخته و یک قاشق مرباخوری شکر افزوده شد.

تحلیل آماری: برای تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی، برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها از آمار توصیفی و برای مقایسه گروه‌ها

جدول ۲. ویژگی‌های آن‌روپومتریکی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق

متغیر	میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۲۴/۲۵ ± ۵/۲۳
وزن (کیلوگرم)	۵۴/۰۰ ± ۹/۶۸
قد (سانتی‌متر)	۱۶۲/۲۵ ± ۵/۹۴
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۰/۴۱ ± ۲/۶۹

بهبود یافته است. همچنین کاهش معناداری در زمان آزمون چابکی ۴×۹ (P=۰/۰۳۹) مشاهده شد. اما تفاوت معناداری در آزمون هوازی ویژه کاراته (P=۰/۰۹۹) و میزان درک فشار (P=۰/۶۸۵) مشاهده نشد (جدول ۳).

یافته‌ها نشان داد که عملکرد دختران کاراته‌ها پس از مصرف آب چغندر قرمز در مقابل دارونما، توان بیشینه (P=۰/۰۱۴)، توان کمینه (P=۰/۰۲۵)، میانگین توان (P=۰/۰۱۱)، شاخص خستگی (P=۰/۰۲۲) و شاخص افت سرعت (P=۰/۰۲۰) در آزمون RAST به‌طور معناداری

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش در شرایط مصرف آب چغندر قرمز و دارونما

متغیر	(میانگین ± انحراف معیار)		تی	معناداری
	آب چغندر قرمز	دارونما		
توان بیشینه RAST (وات)	۲۵۱/۳۱ ± ۱۳۴/۱۹	۱۲۰/۶۰ ± ۴۹/۶۶	۳/۲۷۸	۰/۰۱۴
توان کمینه RAST (وات)	۹۵/۷۷ ± ۳۸/۱۰	۶۹/۹۶ ± ۳۰/۷۵	۲/۸۳۳	۰/۰۲۵
میانگین توان RAST (وات)	۱۵۵/۷۸ ± ۶۸/۰۷	۹۲/۹۸ ± ۳۸/۸۵	۳/۴۱۹	۰/۰۱۱
شاخص خستگی RAST (وات / ثانیه)	۳/۹۴ ± ۲/۵۶	۰/۹۶ ± ۰/۵۲	۲/۹۲۶	۰/۰۲۲
آزمون ۴×۹ (ثانیه)	۱۲/۹۵ ± ۱/۱۹	۱۳/۷۵ ± ۱/۶۳	-۲/۵۳۸	۰/۰۳۹
آزمون Vmax (KAST)	۸۵۲/۱۲ ± ۲۱۲/۹۷	۷۵۰/۳۷ ± ۲۶۷/۸۶	۱/۹۰۲	۰/۰۹۹
میزان درک فشار آزمون (RPE) (KAST)	۱۵/۲۵ ± ۱/۴۸	۱۵/۵۰ ± ۰/۹۲	-۰/۴۲۴	۰/۶۸۵
شاخص افت سرعت	۰/۸۴۸ ± ۰/۰۵۷	۰/۹۱۳ ± ۰/۳۱۲	-۲/۹۹۸	۰/۰۲۰

بحث و نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه، به‌نظر می‌رسد که اشکال غلیظ در رژیم غذایی به‌ویژه در شکل آب چغندر قرمز سبب بهبودهای کوچک اما شایان توجه در عملکرد استقامت، تمرینات متناوب با شدت بالا و به‌طور خاص از وقایع کوتاه‌مدت (کمتر از ۳۰ دقیقه) یا حرکات انفجاری می‌شود (۴۰). تولید بالاتر میتوکندری از ATP در عضله اسکلتی که با افزایش کارایی فسفوریلاسیون اکسایشی بیان می‌شود، نشان می‌دهد که آب چغندر قرمز ممکن است هزینه اکسیژن را از طریق تولید ATP کارآمدتر در ترکیب با مصرف ATP کمتر کند، افزون‌بر این، مصرف مکمل نیترات ممکن است نیروی انقباضی عضلانی و سرعت تولید نیرو را افزایش دهد (۲۳). تأثیر در اندام‌های مختلف بدن به این صورت است که جان کالورت و همکاران نقشی را که اکسید نیتریک و گیرنده‌های β -آدرنرژیک در میانجی‌گری تأثیرات محافظتی قلبی ورزش در ایجاد آسیب ایسکمی - خون‌رسانی مجدد (ischemia-reperfusion)، بازی می‌کنند، تعریف می‌کنند (۴۱). افزون‌بر این، NO_3 ممکن است در تقویت فرایندهایی مانند پروتئین‌های جابه‌جایی کلسیم و نیروی انقباضی در تارهای عضلانی تندانقباض مؤثر باشد (۴۲). همچنین مکمل نیترات رژیم غذایی رویکرد جدید امیدوارکننده‌ای برای افزایش جنبه‌های پاسخ فیزیولوژیایی به ورزش، مانند کارایی عضلات و اکسیژن‌رسانی است که عملکرد را افزایش می‌دهد. با این حال، شرایط دقیقی که ممکن است نیترات در آن نیروزا باشد، هنوز به‌طور کامل ثابت نشده است. برای نمونه، اثر نیترات ممکن است به عواملی از جمله سن، رژیم غذایی، وضعیت سلامتی، تناسب اندام، شدت و دوز مصرفی و مدت رژیم مکمل نیترات بستگی داشته باشد. صرف‌نظر از نقاط قوت، پژوهش کنونی محدودیت‌هایی دارد که باید در مورد کاربرد آنها در زمینه‌های واقعی ورزش مورد بحث قرار گیرد، ما نمونه خون نگرفتیم، بنابراین، نتوانستیم سطح گردش و پس از تجویز آب چغندر قرمز را ارزیابی کنیم. گنجاندن نمونه‌های خون می‌تواند به تعیین سطح واقعی که توسط قرارداد مکمل پیش و پس از تمرین کاراته ایجاد می‌شود، کمک کند. از آنجا که اثربخشی آب چغندر قرمز بسته به سطح آمادگی جسمانی فرد متفاوت است (۴۳)، همچنین، ورزش کاراته ترکیبی از سه دستگاه انرژی و در دو قسمت کاتا و کمیته است، پژوهش‌هایی که تأثیر آب

نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف آب چغندر قرمز عملکرد بی‌هوایی، شاخص خستگی و شاخص افت سرعت را بهبود بخشیده است. همچنین چابکی دختران کاراته‌کا افزایش یافته است؛ هرچند عملکرد هوایی در آزمون ویژه کاراته، نزدیک به معناداری بوده، اما به سطح معناداری نرسیده است. این احتمال وجود داشت که در صورت افزایش تعداد آزمودنی‌ها یا افزایش میزان مصرف آب چغندر تفاوت در آزمون ویژه کاراته هم به سطح معناداری برسد. البته استفاده از آزمون هوایی ویژه کاراته برای سنجش عملکرد هوایی نوآورانه است و شاید اگر آزمون‌های هوایی دیگر گرفته می‌شد، نتیجه چیز دیگری بود، هرچند این آزمون به لحاظ شباهت به شرایط واقعی این ورزش بسیار بهتر از آزمون‌های هوایی معمول است. دستگاه غالب انرژی در کاراته هوایی است، به‌طوری‌که ورزشکار با رقص پای نرم مبارزه خود را شروع می‌کند و در صورت یافتن موقعیت، تکنیک‌هایی انفجاری با دست یا پا انجام می‌دهد که گاهی در صورت اجرای صحیح تکنیک به امتیاز منجر می‌شود؛ از این‌رو با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت که مصرف آب چغندر قرمز می‌تواند برای این ورزشکاران مفید باشد.

همسو با پژوهش حاضر می‌توان به پژوهش نارایه ریبریو و همکاران (۲۰۲۱) اشاره کرد که ۱۲ نفر از تکواندوکاران را پس از مصرف یک گرم آب چغندر قرمز، تحت آزمایش هوایی بیشینه قرار دادند و غلظت لاکتات را اندازه‌گیری کردند. در این پژوهش عملکرد هوایی و بی‌هوایی تکواندوکاران بهبود یافت (۳۷). نتایج پژوهش خسروی و همکاران (۲۰۲۰) که به بررسی تأثیر مصرف ۱۴۰ میلی‌لیتر آب چغندر قرمز طی شش روز بر عملکرد عضلات و طول انقباضات ایزوکینتیک عضله زانو در ۱۲ نفر از مردان تکواندوکار پرداخت، این بود که آب چغندر قرمز قدرت عضلانی را در بیشترین سرعت انقباضات ایزوکینتیک افزایش می‌دهد و خستگی را هنگام انقباضات عضلانی کشنده زانو در ورزشکاران مرد تکواندو کاهش می‌دهد (۳۸). همچنین در پژوهش کرماک و همکاران (۲۰۱۲) روی ۲۰ مرد و پس از مصرف ۱۴۰ میلی‌لیتر آب چغندر قرمز در تمرین چرخ کارسنج تا رسیدن به زمان خستگی، هیچ بهبودی در عملکرد هوایی مشاهده نشد (۳۹).

- HIIT based on repeated 5-meter sprints vs. countermovement jumps: effects on physical performance among karate athletes. A pilot-study. *Ido Movement for Culture Journal of Martial Arts Anthropology*. 2020;20(2):17-23.
2. Shalja S, Stankovska Z, Kostovski Z, Ganiu V. change in the maximum oxygen consumption in karate athletes in the preparatory and pre-competitive period *Sport Scientific & Practical Aspects*. 2020;17(1).
 3. Campos FAD, Bertuzzi R, Dourado AC, Santos VGF, Franchini E. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European journal of applied physiology*. 2012;112(4):1221-8.
 4. Hernández A, Schiffer TA, Ivarsson N, Cheng AJ, Bruton JD, Lundberg JO, et al. Dietary nitrate increases tetanic $[Ca^{2+}]_i$ and contractile force in mouse fast-twitch muscle. *The Journal of physiology*. 2012;590(15):3575-83.
 5. Chaabène H, Franchini E, Miarka B, Selmi MA, Mkaouer B, Chamari K. Time-motion analysis and physiological responses to karate official combat sessions: is there a difference between winners and defeated karatekas? *International journal of sports physiology and performance*. 2014;9(2):302-8.
 6. Iide K, Imamura H, Yoshimura Y, Yamashita A, Miyahara K, Miyamoto N, et al. Physiological responses of simulated karate sparring matches in young men and boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(3):839-44.
 7. Nunan D. Development of a sports specific aerobic capacity test for karate-a pilot study. *Journal of sports science & medicine*. 2006;5(CSSI):47.
 8. Tabben M, Coquart J, Chaabène H, Franchini E, Chamari K, Tourny C. Validity and reliability of new field aerobic karate specific test (KST) for karatekas. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9:953-8.
 9. Lansley KE, Winyard PG, Fulford J, Vanhatalo A, Bailey SJ, Blackwell JR, et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: a placebo-controlled study. *Journal of applied physiology*. 2011;110(3):591-600.
 10. Murphy M, Eliot K, Heuertz RM, Weiss E. Whole beetroot consumption acutely improves running performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2012;112(4):548-52.
 11. Bond H, Morton L, Braakhuis AJ. Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-trained rowers. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2012;22(4):251-6.
 12. Lansley KE, Winyard PG, Bailey SJ, Vanhatalo A, Wilkerson DP, Blackwell JR, et al. Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. *Medicine & Science in*

چغندر قرمز را در این ورزش ارزیابی کند، محدود است و هنوز این احتمال وجود دارد که آب چغندر قرمز در دوز مورد استفاده در این پژوهش برخی از مزایای عملکردی را در کاراته‌کاها ایجاد کند. با این حال، گمانه‌زنی‌ها در تحقیقات بعدی به بررسی بیشتری نیاز دارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در آینده کاراته‌کاهای نخبه‌ای که در سطح ملی تمرین می‌کنند، آزمون شوند. همچنین مقایسه تأثیر آب چغندر قرمز بین کاراته‌کاها و کمیته‌کاها حائز اهمیت است.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر کم بودن نمونه بود. در صورت بیشتر بودن حجم نمونه امکان معناداری توان هوازی نیز وجود داشت. همچنین تحلیل و ارزیابی بیوشیمیایی آب چغندر انجام نگرفت تا دقیقاً محتویات آن گزارش شود. افزون بر این اگر غلظت خونی نیتریک اکساید نیز اندازه‌گیری می‌شد، معلوم می‌شد که این دوز آب چغندر چه مقدار توانسته است غلظت نیتریک اکساید را در خون افزایش دهد. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با حذف محدودیت‌های بالا به بررسی دقیق‌تر این موضوع بپردازد.

حامی / حامیان مالی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد از دانشگاه سمنان است. برای انجام آن از هیچ سازمانی منابع مالی دریافت نشده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشته‌اند.

تعارض منافع

بر اساس نظر نویسندگان، هیچ‌گونه تعارض منافی در این مقاله وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی عوامل و شرکت‌کنندگانی که در اجرای این پژوهش همکاری صمیمانه داشتند، سپاسگزاریم.

منابع

1. Ojeda-Aravena A, Herrera-Valenzuela T, Garcia Garcia JM, Ramirez-Campillo R. Six weeks of

23. Larsen FJ, Schiffer TA, Borniquel S, Sahlin K, Ekblom B, Lundberg JO, et al. Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell metabolism*. 2011;13(2):149-59.
24. Lundberg JO, Weitzberg E, Cole JA, Benjamin N. Nitrate, bacteria and human health. *Nature Reviews Microbiology*. 2004;2(7):593-602.
25. Kokkinoplitis K, Chester N. The effect of beetroot juice on repeated sprint performance and muscle force production. *Journal of Physical Education and Sport*. 2014;14(2):242.
26. Miraftebi H, Avazpoor Z, Berjisian E, Sarshin A, Rezaei S, Domínguez R, et al. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cognitive Function, Aerobic and Anaerobic Performances of Trained Male Taekwondo Athletes: A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(19):10202.
27. Wylie LJ, Mohr M, Krstrup P, Jackman SR, Ermidis G, Kelly J, et al. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *European journal of applied physiology*. 2013;113(7):1673-84.
28. Garnacho-Castaño MV, Palau-Salvà G, Cuenca E, Muñoz-González A, García-Fernández P, del Carmen Lozano-Estevan M, et al. Effects of a single dose of beetroot juice on cycling time trial performance at ventilatory thresholds intensity in male triathletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15(1):1-12.
29. Muggeridge DJ, Howe CC, Spendiff O, Pedlar C, James PE, Easton C. The effects of a single dose of concentrated beetroot juice on performance in trained flatwater kayakers. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2013;23(5):498-506.
30. Fernández-Elías V, Courel-Ibáñez J, Pérez-López A, Jodra P, Moreno-Pérez V, Coso JD, et al. Acute beetroot juice supplementation does not improve match-play activity in professional tennis players. *Journal of the American College of Nutrition*. 2020:1-8.
31. Sari LP, Sundari D, Hendrawan D, Karo AAPK, Usman K. The Effect of Circuit Training and Beetroot Training on the Increased Endurance of Karate Athletes. *ACPES JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION, SPORT AND HEALTH*. 2021;1(1):41-9.
32. López-Samanes Á, Gómez Parra A, Moreno-Pérez V, Courel-Ibáñez J. Does acute beetroot juice supplementation improve neuromuscular performance and match activity in young basketball players? A randomized, placebo-controlled study. *Nutrients*. 2020;12(1):188.
33. Tartibian B, Darfashi B, Abbasi A. Metabolic responses and anabolic hormones in the increasing exercise of hand and foot process in young *Sports & Exercise*. 2011;43(6):1125-31.
13. Kozłowska L, Mizera O, Gromadzińska J, Janasik B, Mikołajewska K, Mróz A, et al. Changes in Oxidative Stress, Inflammation, and Muscle Damage Markers Following Diet and Beetroot Juice Supplementation in Elite Fencers. *Antioxidants*. 2020;9(7):571.
14. Ribeiro Antonieto N, Alves do Santos D, Ferreira Costa K, Raimundo Fernandes J, Carrenho Queiroz AC, Aedo Munoz EA, et al. Beetroot extract improves specific performance and oxygen uptake in taekwondo athletes: A double-blind crossover study. *Ido Movement for Culture Journal of Martial Arts Anthropology*. 2021;21(4):12-9.
15. Aucouturier J, Boissière J, Pawlak-Chaouch M, Cuvelier G, Gamelin F-X. Effect of dietary nitrate supplementation on tolerance to supramaximal intensity intermittent exercise. *Nitric Oxide*. 2015;49:16-25.
16. Trexler ET, Keith DS, Schwartz TA, Ryan ED, Stoner L, Persky AM, et al. Effects of Citrulline Malate and Beetroot Juice Supplementation on Blood Flow, Energy Metabolism, and Performance During Maximum Effort Leg Extension Exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(9):2321-9.
17. Jones AM. Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports medicine*. 2014;44(1):35-45.
18. Domínguez R, Cuenca E, Maté-Muñoz JL, García-Fernández P, Serra-Paya N, Estevan MCL, et al. Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review. *Nutrients*. 2017;9(1):43.
19. Trexler ET, Keith DS, Lucero AA, Stoner L, Schwartz TA, Persky AM, et al. Effects of citrulline malate and beetroot juice supplementation on energy metabolism and blood flow during submaximal resistance exercise. *Journal of Dietary Supplements*. 2019:1-20.
20. McMahon NF, Leveritt MD, Pavey TG. The effect of dietary nitrate supplementation on endurance exercise performance in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2017;47(4):735-56.
21. Webb AJ, Patel N, Loukogeorgakis S, Okorie M, Aboud Z, Misra S, et al. Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. *Hypertension*. 2008;51(3):784-90.
22. Zekri kondalaji R, Sarisarraf V, Nourshahi M. Investigating the effect of 4-week fish oil supplementation on inflammation and plasma nitric oxide and reactive oxygen species in response to exhaustive exercise. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2020;13(1):16-26.(In Persian).

- during isokinetic knee extensions in male Taekwondo athletes. *Science & Sports*. 2021.
39. Cermak NM, Stinkens R, Lundberg JO, Gibala MJ, Van Loon LJ. No improvement in endurance performance after a single dose of beetroot juice. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2012;22(6):470-8.
 40. Baranauskas MN, Coggan AR, Gruber AH, Altherr CA, Raglin JS, Carter SJ. Dietary Nitrate Supplementation and Exercise-Related Performance. *Nutrition Today*. 2020;55(5):211-7.
 41. Calvert JW, Lefer DJ. Role of β -adrenergic receptors and nitric oxide signaling in exercise-mediated cardioprotection. *Physiology*. 2013;28(4):216-24.
 42. Jones AM, Ferguson SK, Bailey SJ, Vanhatalo A, Poole DC. Fiber Type-Specific Effects of Dietary Nitrate. *Exerc Sport Sci Rev*. 2016;44(2):53-60.
 43. Senefeld JW, Wiggins CC, Regimbal RJ, Dominielli PB, Baker SE, Joyner MJ. Ergogenic effect of nitrate supplementation: A systematic review and meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*. 2020;52(10):2250.
 - professional karate practitioners. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2009;2(1):189-98.(In Persian).
 34. Taheri Kalani A, Nikseresht M. The effect of official competition on blood leucocyte subsets and serum immunoglobulins in male karateka. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2018;11(2):39-48.(In Persian).
 35. Chaabene H, Hachana Y, Franchini E, Mkaouer B, Chamari K. Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports medicine*. 2012;42(10):829-43.
 36. Dupont G, Millet GP, Guinhouya C, Berthoin S. Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. *European journal of applied physiology*. 2005;95(1):27-34.
 37. AE ACCQ, ADE DIVP, Munoz EAA, Miarka B, Brito CJ. Beetroot extract improves specific performance and oxygen uptake in taekwondo athletes: A double-blind crossover study.
 38. Khosravi S, Ahmadizad S, Yekaninejad M, Karami M, Djafarian K. The effect of beetroot juice supplementation on muscle performance