

Effect of short-term beetroot juice Supplementation on salivary 8-oxo-dG and performance in male Adolescent taekwondo athletes

Meraj Mirzaei, Seyed Morteza Tayebi*, Minoo Bassami

Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Science, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Background and Purpose: Taekwondo is a high-intensity Olympic sport in which aerobic fitness, anaerobic capacity, and agility are all essential for success. High-intensity exercise leads to the production of reactive oxygen species (ROS) and oxidative stress. Oxidative stress can result in reduced muscle performance, impaired athletic function, and muscle fatigue, particularly in adolescents. This is because young individuals have a less developed and lower antioxidant capacity compared to middle-aged and even older individuals. Consuming antioxidants derived from natural fruits is proposed as a more effective and safer nutritional strategy to counteract the harmful effects of oxidative stress. Beetroot juice, in particular, has significantly higher antioxidant capacity compared to other vegetables and fruits. The present study aimed to investigate the short-term supplementation effects of beetroot juice on salivary 8-oxo-dG levels as an antioxidant and performance in adolescent taekwondo athletes.

Materials and Methods: Forty adolescent taekwondo athletes were randomly divided into 4 groups (n= 10): TAAA + Supplement (TS), TAAA (Taekwondo-specific-aerobic-anaerobic-agility) (Ta), Supplement (Sp) and Placebo (Pl). The TKD athletes consumed 2 servings of 100 ml of the beetroot juice supplement or placebo for 7 days. The TAAA test performed 72 hours before beginning of supplementation, 12 hours after the last serving of supplementation, 90 min after 2nd test, and 24 hours after 3rd test. Saliva sampling was performed 72 hours after 1st TAAA test and before beginning of supplementation, 12 hours after the last serving of supplementation, immediately after 2nd TAAA test, 90 min after 2nd test and before the 3rd test, 24 hours after 3rd test and before 4th test. Repeated measures analysis of variance (ANOVA) was used for the relevant comparisons at a significance level of $p < 0.05$.

Results: The variance analysis of 8-oxo-dG, aerobic power, anaerobic power, and agility record showed a significant difference in the second, third, and fourth stages compared to the baseline ($p < 0.05$). According to the effect that is important in the comparison of the one-way variance analysis test, there was a significant difference between the changes of 8-oxo-dG, aerobic and anaerobic power, and agility records in different groups ($p < 0.05$).

Conclusion: It appears that consuming beetroot juice supplementation for 7 days (200 ml per day) can reduce oxidative stress in adolescent male taekwondo athletes and improve their aerobic, anaerobic, and agility performance. Beetroot juice can be used to mitigate the harmful effects of oxidative stress caused by intense physical activities. Beetroot juice, being a low-calorie, cost-effective, accessible, and highly beneficial drink, can be consumed by taekwondo athletes and those in physiologically similar sports a week before competitions to enhance performance.

Keywords: TAAA test, Nitrate Supplement, Oxidative stress

How to cite this article: Mirzaei M, Tayebi SM, Bassami M. Effect of short-term beetroot juice Supplementation on salivary 8-oxo-dG and performance in male Adolescent taekwondo athletes. 2025;18(2):?-?.

*Corresponding Author's E-mail: Tayebism@atu.ac.ir

<https://doi.org/10.48308/joeppa.2025.237905.1319>

Received: 10/12/2024

Revised: 28/01/2025

Accepted: 31/01/2025

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

اثر مکمل دهی کوتاه مدت آب چغندر بر 8-oxo-dG بزاقی و عملکرد تکواندوکاران نوجوان پسر

معراج میرزائی، سید مرتضی طیبی*، مینو باسامی

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: تکواندو یک ورزش المپیکی پرشدت است که هر سه فاکتور آمادگی هوازی، بی هوازی و چابکی برای موفقیت در این رشته ضروری است. ورزش پرشدت باعث تولید گونه های واکنشی اکسیژن (ROSها) و استرس اکسیداتیو می شود. استرس اکسیداتیو می تواند منجر به کاهش عملکرد عضلانی، اختلال در عملکرد ورزشی و خستگی عضلانی مخصوصاً در نوجوانان شود زیرا افراد جوان نسبت به افراد میانسال و حتی مسن ظرفیت آنتی اکسیدانی کمتر و نابالغ تری دارند. مصرف آنتی اکسیدان های مشتق شده از میوه های طبیعی به عنوان یک استراتژی تغذیه ای موثرتر و ایمن تر برای جلوگیری از اثرات مخرب استرس اکسیداتیو پیشنهاد می شود. ظرفیت آنتی اکسیدانی آب چغندر به طور قابل توجهی بالاتر از سایر سبزیجات و میوه ها است. هدف پژوهش حاضر بررسی اثر مکمل یاری کوتاه مدت آب چغندر بر 8-oxo-dG بزاقی به عنوان آنتی اکسیدان و عملکرد در تکواندوکاران نوجوان بود.

مواد و روش ها: ۴۰ تکواندوکار نوجوان پسر به طور تصادفی به ۴ گروه آزمون تکواندو + مکمل (۱۰ نفر)، آزمون تکواندو (۱۰ نفر)، مکمل (۱۰ نفر) و دارونما (۱۰ نفر) تقسیم شدند. ورزشکاران ۲ وعده ۱۰۰ میلی لیتری مکمل آب چغندر یا دارونما را به مدت ۷ روز مصرف کردند. آزمون TAAA (Taekwondo-specific aerobic-anaerobic-agility) ۷۲ ساعت قبل از شروع مصرف مکمل، ۱۲ ساعت بعد از آخرین وعده مکمل، ۹۰ دقیقه بعد از آزمون دوم و ۲۴ ساعت بعد از آزمون سوم انجام شد. نمونه برداری بزاق ۷۲ ساعت پس از اولین آزمون TAAA و قبل از شروع مکمل، ۱۲ ساعت پس از آخرین وعده مکمل، بلافاصله بعد از آزمون TAAA دوم، ۹۰ دقیقه بعد از آزمون دوم و قبل از آزمون سوم، ۲۴ ساعت پس از آزمون سوم و قبل از آزمون چهارم انجام شد. از تحلیل واریانس اندازه گیری های مکرر برای مقایسه های مربوط در سطح معناداری $p < 0/05$ استفاده شد.

نتایج: تحلیل واریانس مکرر 8-oxo-dG، توان هوازی، بی هوازی و رکورد چابکی تفاوت معنی داری را در مرحله دوم، سوم و چهارم به نسبت حالت پایه نشان داد ($p < 0/05$). با توجه به اثر تعاملی که در مقایسه آزمون تحلیل واریانس مکرر یک طرفه مهم است تفاوت معنی داری بین تغییرات 8-oxo-dG، توان هوازی، بی هوازی و رکورد چابکی در گروه های مختلف وجود داشته است ($p < 0/05$).

نتیجه گیری: به نظر می رسد طبق نتایج ما مصرف ۷ روز مکمل آب چغندر (۲۰۰ میلی لیتر در روز) می تواند استرس اکسیداتیو را در نوجوانان پسر تکواندوکار کاهش داده و باعث بهبود عملکرد هوازی، بی هوازی و چابکی آنها شود. آب چغندر به عنوان یک نوشیدنی کم کالری، کم هزینه، در دسترس و بسیار سودمند می تواند توسط ورزشکاران تکواندو و ورزش هایی که از نظر

فیزیولوژیایی به مانند تکواندو می‌باشند به صورت محتاطانه یک هفته قبل از مسابقات برای افزایش عملکرد مصرف گردد. لذا
تعمیم به سایر رشته نیازمند تحقیقات دیگر خواهند بود.

واژه‌های کلیدی: آزمون TAAA، مکمل نیترات، استرس اکسیداتیو

نحوه استناد به این مقاله: میرزائی م، طیبی س م، باسامی م. اثر مکمل‌دهی کوتاه مدت آب چغندر بر 8-oxo-dG بزاقی و
عملکرد تکواندوکاران نوجوان پسر ۲. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۴؛ ۱۸(۲): ۴-۹.

* رایانامه نویسنده مسئول: Tayebism@atu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۰ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲

نسخه پیش انتشار

مقدمه

تکواندو (Taekwondo) یک ورزش پرشدت المپیکی است. تکواندوکاران به توانایی‌های بی‌هوازی و هوازی بالا نیاز دارند تا بتوانند به طور موثر نیازهای متابولیک را در طول مسابقات مدیریت کنند. علاوه بر این، چابکی عامل مهم دیگری برای دستیابی به موفقیت و عملکرد بالا در این رشته ورزشی است (۱).

بسیاری از مطالعات تایید کرده‌اند که ورزش با شدت بالا باعث افزایش استرس اکسیداتیو (Oxidative stress) در انسان می‌شود (۲). استرس اکسیداتیو به عنوان افزایش حد نسبی گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) در مقایسه با آنتی اکسیدان‌ها تعریف می‌شود (۳). نشان داده شده که گونه‌های فعال اکسیژن و استرس اکسیداتیو باعث اختلال و کاهش در عملکرد ورزشکاران، و خستگی زودرس می‌شود (۴). با این حال، افراد جوان (زیر ۳۵ سال) نسبت به افراد میانسال (۳۶ الی ۶۰) و حتی مسن (۶۰ الی ۹۰) ظرفیت آنتی اکسیدانی کمتر و نابالغ‌تری دارند. علت این پدیده به خوبی مشخص نیست. جوانان و به ویژه دانش آموزان و دانشجویان تحت فشارهای بیولوژیکی و عاطفی قرار دارند. این موضوع ممکن است به سطوح بالای کورتیزول منجر شود، که می‌تواند دلیلی برای کاهش آنتی اکسیدان‌ها باشد. این امر باعث می‌شود ورزشکاران نوجوان نسبت به سنین بالاتر بیشتر در معرض معایب ناشی از استرس اکسیداتیو قرار گیرند (۵).

یکی از اصلاحات گوانین که معمولاً مورد مطالعه قرار گرفته، 8-oxo-dG (8-oxo-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine) است که به عنوان یک نشانگر زیستی غیرتهاجمی برای استرس اکسیداتیو استفاده شده است، زیرا در مایعات خارج سلولی (ادرار، خون و بزاق) یافت می‌شود. نشان داده شده است که منشا 8-oxo-dG خارج سلولی حوضچه نوکلئوتیدی است که در آن ROS با مولکول‌های dGTP واکنش نشان می‌دهد (۶). 8-oxo-dG شکل اکسید شده 8-OhdG (8-hydroxy-2'-deoxyguanosine) و از مهمترین شاخص‌های استرس اکسیداتیو و متداول ترین شاخص اندازه گیری آسیب DNA می‌باشد (۷).

همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد، دفاع آنتی اکسیدانی پایین‌تر اثرات مخرب استرس اکسیداتیو را افزایش می‌دهد. یکی از راه‌های مقابله با استرس اکسیداتیو و افزایش دفاع آنتی اکسیدانی، مصرف مکمل‌های آنتی اکسیدانی می‌باشد (۸). آنتی اکسیدان مولکولی است که توانایی جلوگیری یا کند کردن اکسیداسیون ماکرومولکول‌ها را دارد (۹). آنتی اکسیدان‌ها چند مکانیسم دفاعی دارند شامل: ۱. مسدود کردن تولید رادیکال‌های آزاد ۲. حذف اکسیدان‌ها ۳. تبدیل رادیکال‌های آزاد سمی به مواد کمتر سمی ۴. مسدود کردن تولید متابولیت‌های سمی ثانویه و میانجی‌های التهاب ۵. مسدود کردن انتشار زنجیره اکسیدان‌های ثانویه ۶. ترمیم مولکول‌های آسیب دیده ۷. شروع و تقویت سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی درون‌زا. همه این مکانیسم‌های دفاعی دست به دست هم می‌دهند برای محافظت از بدن در برابر استرس اکسیداتیو (۹، ۱۰). با این حال، مصرف آنتی اکسیدان‌های مشتق شده از میوه‌ها و سبزیجات طبیعی به عنوان یک استراتژی تغذیه‌ای موثرتر و ایمن‌تر پیشنهاد شده می‌شود (۱۱).

یکی از این سبزیجات چغندر قرمز (Beetroot) (نام گیاهشناسی: Beta vulgaris) است. فواید حیرت‌انگیز و مستند چغندر در سال‌های اخیر باعث نسبت دادن اصطلاح "غذای کاربردی" (functional food) به این گیاه شده است (۱۲) و همچنین فواید آنتی اکسیدانی آن توسط چندین مطالعه بر روی انسان و حیوان به وضوح نشان داده شده است (۱۳). پژوهش‌های زیادی نشان داده‌اند که ظرفیت آنتی اکسیدانی چغندر قرمز از آب سایر سبزیجات، مانند گوجه‌فرنگی، هویج و همچنین نسبت به چندین نوشیدنی دیگر که دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی بالایی هستند مانند چای سبز، سیب، گیلاس و آب زغال‌اخته به طور قابل توجهی بالاتر است (۱۴). استفاده از مکمل چغندر به ویژه آب چغندر (BJ) توسط ورزشکاران تفریحی و نخبه نیز در طول سال‌های اخیر افزایش یافته است. رشد پنج درصدی بازار جهانی BJ در هر سال گزارش شده است، و این افزایش احتمالاً در سال‌های آینده نیز ادامه خواهد داشت (۱۵، ۱۶). همچنین برخلاف سایر میوه‌ها، قند اصلی چغندر ساکارز است که فقط مقادیر کمی گلوکز و فروکتوز دارد. از آنجایی که فروکتوز ظرفیت ورزش انسان را کاهش می‌دهد، فروکتوز کم و ساکارز بالا ترجیح داده می‌شود، به عنوان مثال، در نوشیدنی‌های ورزشی (۱۷). علاوه بر این، موسسه ورزش استرالیا (۲۰۲۲) که سیستمی را برای طبقه‌بندی مکمل‌ها در گروه‌های مختلف، از کلاس A (مکمل‌های این گروه مجاز و بر

اساس شواهد به احتمال زیاد مفید می‌باشند) تا کلاس D (غیر مجاز و ممنوع) ارائه کرده است آب چغندر را در کلاس A قرار داده است (۱۸).

مرور ادبیات، پژوهش‌های اندک و ضد و نقیضی را نشان می‌دهد. برخی از مطالعات نشان دادند مصرف کوتاه مدت آب چغندر اثرات مثبتی را بر عملکرد هوازی، بی‌هوازی و آزمون ویژه تکواندو (۱۹، ۲۰) و همچنین چابکی (۲۱) خواهد گذاشت. با این حال، پژوهش دیگری نشان داد مصرف کوتاه مدت آب چغندر اثرات متوسط تا زیادی را بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی دارد اما تاثیر معناداری بر آزمون ویژه تکواندو ندارد (۲۲). در پژوهش دیگری مصرف کوتاه مدت آب چغندر هیچ تاثیر مثبتی بر عملکرد بی‌هوازی و چابکی نداشت (۲۳). با وجود اینکه تاثیر دیگر مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی بر سطح 8-oxo-dG بررسی کرده است (۲۴). تا به امروز، هیچ مطالعه‌ای تاثیر مصرف آب چغندر را بر سطح 8-oxo-dG بررسی نکرده است. همچنین در اکثر پژوهش‌های گذشته از آب چغندر های شرکتی و صنعتی به عنوان مکمل استفاده کرده‌اند (۱۹-۲۲) لذا تعمیم پژوهش‌های گذشته به جامعه واقعی و دسترسی همه افراد جوامع گوناگون به این مکمل‌ها فرایندی دشوار است.

در نتیجه، هدف از پژوهش حاضر، تاثیر مصرف کوتاه مدت مکمل آب چغندر طبیعی بر 8-oxo-dG بزاقی و عملکرد هوازی، بی‌هوازی و چابکی تکواندوکاران نوجوان بود.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: پژوهش حاضر یک کارآزمایی بالینی کاربردی، تصادفی و دوسوکور است که در آن ۴۰ تکواندوکار نوجوان مرد (۱۴ الی ۱۷ ساله) از باشگاه‌های سطح شهر کرج به‌طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. شرایط ورود به اجرای تحقیق شرکت منظم در تمرینات تکواندو برای سه روز در هفته حداقل به مدت ۶ ماه، داشتن کمربند قرمز یا مشکی تکواندو و معیارهای خروج از مطالعه شامل مصرف دخانیات و الکل، استفاده مکمل‌های ورزشی، داشتن بیماری‌های خودایمنی، التهاب مزمن یا حاد در بدن، فشار خون، دیابت و سرطان (۲۵) و داشتن هرگونه آسیب یا مشکل جسمی برای آزمودنی‌ها بود. قبل از شرکت در تحقیق، کلیه مراحل و روش کار برای آنها و والدینشان توضیح و پس از آگاهی کامل و تکمیل پرسشنامه پزشکی و رضایتنامه کتبی از آن‌ها و والدینشان گرفته شد. پروتکل این پژوهش توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علامه طباطبائی با کد IR.ATU.REC.1402.050 تایید شد. حجم نمونه از طریق فرمول محاسبه حجم نمونه کوکران محاسبه شد. (8-OHdG بزاقی به عنوان متغیر کلیدی و خطای نوع اول ۰/۰۵، توان آماری ۸۰ درصد و انحراف استاندارد ۰/۱۶ برپایه مطالعات قبلی (۲۶) در نظر گرفته شد). آزمودنی‌ها به صورت تصادفی و با همراهی یک آزمونگر کمکی به ۴ گروه الف) آزمون تکواندو-مکمل (۱۰ نفر)، ب) آزمون تکواندو (۱۰ نفر)، ج) مکمل (۱۰ نفر)، د) دارونما (۱۰ نفر) تقسیم شدند (جدول ۱).

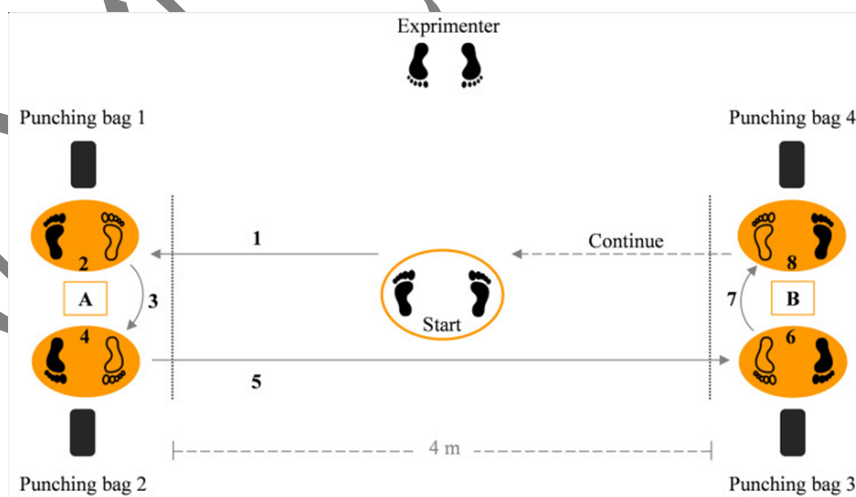
جدول ۱. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها، بر حسب میانگین و انحراف استاندارد

متغیر	گروه‌ها			
	مکمل و TAAA	TAAA	مکمل	دارونما
سن (سال)	۱۵/۳۰±۱/۱۵	۱۵/۶±۱/۱۷	۱۵/۴±۱/۱۷	۱۵/۶±۱/۱۷
قد (سانتی متر)	۱۷۰/۲۴±۱۹	۱۷۱/۶۵±۴/۹	۱۷۱/۷۳±۵/۸۵	۱۷۱/۳۵±۵/۸۷
وزن (kg)	۶۱/۹۵±۵/۴۳	۶۱/۳۰±۵/۴۶	۶۳/۶۳±۶/۸۲	۶۳/۲۱±۶/۱۶
BMI (kg/m ²)	۲۱/۱۵±۰/۹۷	۲۲/۰۷±۰/۹۹	۲۱/۵۰±۰/۸۷	۲۱/۴۷±۰/۸۷

گروه‌ها در ابتدا از نظر وزن (p-value ۰/۲۷) و قد (p-value ۰/۴۲) همگن بودند.

روش اجرای پژوهش: فهرستی از غذاهای پرنیترات (چغندر، کرفس، کاهو، اسفناج، شلغم، موز، جعفری، کلم، آب هویج و ...) در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و از آنان خواسته شد از خوردن غذاهای پرنیترات ۷۲ ساعت پیش از آزمون اجتناب کنند (۲۷). همچنین برای کنترل رژیم غذایی از روش خودکنترلی استفاده شد، ۷۲ ساعت پیش از شروع آزمایش به آزمودنی‌ها دستورالعمل‌های غذایی کلی داده شد و از آنها خواستیم از این دستورالعمل پیروی کنند (۶۰٪ انرژی از کربوهیدرات، ۱۰-۱۵٪ از پروتئین و ۱۵-۲۵٪ از چربی‌ها تشکیل شده بود) (۲۸). در اختیار هر شرکت‌کننده بجز گروه آزمون تکواندو ۱۴ بطری حاوی ۱۰۰ میلی لیتر BJ یا ۱۰۰ میلی لیتر دارونما قرار داده شد که آزمودنی‌ها و محقق از محتوای بطری (دارونما یا مکمل) بی‌خبر بودند (دوسو کور) (۲۹). از آنها خواسته شد که پس از دریافت پیامک در هر روز مکمل‌ها را به مدت ۷ روز مصرف کنند. دو پیامک جهت یادآوری در روزهای اول تا هفتم مکمل‌دهی ارسال شد (یک پیامک صبح و یکی بعد از ظهر). همچنین از شرکت‌کنندگان خواسته شد که از موارد زیر خودداری کنند: خوردن غذا ۲ الی ۲/۵ ساعت قبل از انجام کلیه آزمایشات ورزشی، استفاده از دهانشویه ضد باکتری و آدامس برای مدت زمان مطالعه، زیرا مشخص شده است که این موارد تبدیل نیترات به نیتريت را در حفره دهان از بین می‌برد (۳۰).

آزمون هوازی، بی‌هوازی و چابکی ویژه تکواندو (TAAA): آزمون TAAA با اقتباس از طاعتی و همکاران (۲۰۲۲) انجام گرفته است (۱). پروتکل TAAA با در نظر گرفتن فعالیتی که معمولاً در مسابقات و تمرین انجام می‌شود، شکل گرفته است. پروتکل شامل ۶ تکرار دوی سرعت شاتل به صورت اینتروال ۲۰ ثانیه‌ای است که در طول یک مسافت ۴ متری و اجرای ضربات دورانی پا (Roundhouse kick) یا باندال چاگی (Bandal Chagi) به طور متناوب در انتهای آن فاصله خواهد بود. بر اساس زمان واقعی مسابقات رسمی رده سنی نوجوانان که در آن هر راند ۲ دقیقه است و یک دوره استراحت ۱ دقیقه‌ای بین راندها وجود دارد. دلیل اصلی انتخاب ضربه باندال چاگی این است که این تکنیک پرکاربردترین ضربه در مسابقات و تمرینات تکواندو است. یک دوره استراحت ۱۰ ثانیه‌ای بین فواصل کاری در نظر گرفته شد تا چارچوب زمانی واقعی در مسابقات رسمی تشبیه سازی شود. به همین ترتیب مسافت مذکور نیز با توجه به منطقه مسابقه ۸×۸ انتخاب شد تا هر شاتل پروتکل TAAA برابر با ۸ متر باشد (شکل ۱).



شکل ۱. پروتکل چابکی، هوازی، بی‌هوازی ویژه تکواندو (TAAA). این پروتکل شامل ۶ اینتروال ۲۰ ثانیه‌ای (مجموعاً ۲ دقیقه) دوی سرعت شاتل بین نقطه A و B و اجرای ضربات باندال چاگی در این نقاط، با ۱۰ ثانیه استراحت بین ست‌ها است. ۱. دوی سرعت به جلو تا نقطه A؛ ۲ و ۶ یک ضربه پای راست؛ ۳ و ۷ چرخش ۱۸۰ درجه از سمت راست؛ ۴ و ۸ یک ضربه پای چپ؛ ۵ تا نقطه B دوی سرعت.

هر ورزشکار پروتکل TAAA را از وضعیت آماده با هر دو پاشنه روی زمین و یک عرض شانه بین پاها (naranhi seogi) در نقطه "شروع" در مقابل محقق شروع کرد. پس از فرمان، ورزشکار باید: (الف) به سمت جلو به نقطه A می‌دوید و یک ضربه پای راست با حالت مبارزه

تکواندو، یک چرخش ۱۸۰ درجه به سمت راست و یک ضربه پای چپ با حالت مبارزه انجام می‌داد، (ب) به سمت جلو به نقطه B بیچید و همان رویه در نقطه A را انجام داد. این رویه برای تمام ۲۰ ثانیه بین نقاط A و B پیوسته بود و دوره‌های استراحت بین فواصل در نقطه "شروع" بود.

آزمودنی‌ها در هر جلسه آزمون ورزشی ۳ ست با استراحت‌های ۱ دقیقه‌ای بین هر ست پروتکل را انجام دادند تا هم بیشتر شبیه ساز مسابقات تکواندو از لحاظ زمانی باشد و هم دو فاکتور شدت و مدت فعالیت که برای تولید ROS مورد نیاز می‌باشد افزایش یابد. به منظور تخمین آمادگی بی‌هوازی با استفاده از نتایج آزمون TAA، تعداد ضربات «صحیح» در ست سوم به شرح زیر ثبت شد:

حداکثر ضربات: حداکثر تعداد ضربات در فاصله ۲۰ ثانیه، حداقل ضربات: حداقل تعداد ضربات در فاصله ۲۰ ثانیه، میانگین ضربات: تعداد کل ضربات در پایان آزمون تقسیم بر ۶ و آمادگی هوازی از طریق فرمول (۱) زیر محاسبه گردید:

$$VO_{2max} (mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}) = 56.316 + 0.742(HR_{diff}) - 0.924(BMI)$$

برای محاسبه توان بی‌هوازی نیز از فرمول زیر (۱) استفاده شد:

$$Average Power (W \cdot kg^{-1}) = 0.648(average\ kicks)$$

برای ارزیابی عملکرد چابکی ورزشکاران، مدت زمان لازم برای تکمیل دقیق شش ضربه در نظر گرفته شد (۱).

روش‌های آزمایشگاهی: چغندر قرمز خریداری شده از فروشگاه‌های سطح شهر در محیط آزمایشگاه ۳ یا ۴ بار برای حذف خاک و آلودگی آن با آب شیرین شسته شد. سپس به طور کامل بریده و با استفاده از آبمیوه‌گیر هیدرولیک توسط کارشناس آزمایشگاه و در محیط آزمایشگاه مورد تایید سازمان ملی استاندارد ایران آب آن‌ها استخراج و با یک صافی دولابه فیلتر شد. علت آب‌گیری چغندر با پوست حفظ بیشتر ارزش آنتی‌اکسیدانی آن بود (۳۱، ۳۲). BJ به دست آمده در ظرف استیل استریل شده در دمای ۹۶ درجه به مدت ۷۲۰ ثانیه که مناسب‌ترین روش پاستوریزاسیون BJ است پاستوریزه شد (۳۳). ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، معدنی و همچنین ویتامین‌های گوناگونی در چغندر یافت می‌شود اما در این پژوهش ما ترکیباتی که مرتبط با موضوع هستند را پس از پاستوریزاسیون توسط تجهیزات آزمایشگاهی چون کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مورد آنالیز و بررسی قرار دادیم که در جدول ۲ ارائه می‌گردد.

جدول ۲. ترکیبات موثر آب چغندر پس از پاستوریزاسیون در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر.

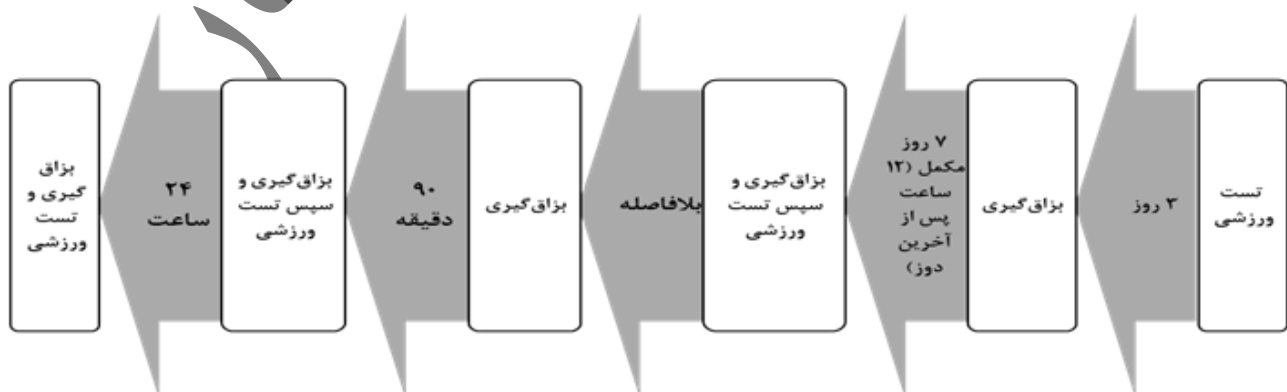
ردیف	نام و واحد اندازه‌گیری	مقدار
۱	Energy, kcal	۳۰
۲	Protein, g	۱۰۲
۳	Total fats, g	۰/۱۶
۴	Carbohydrate, g	۶/۶
۵	Total Phenolic Content	۲۲۵
۶	Total Flavonoid Content	۱۲۶
۷	Betaxanthins, mg	۱۱/۸۴
۸	Betacyanins, mg	۲۲/۶۹
۹	Total Betalains	۳۴/۵
۱۰	Nitrates, mmol	۹/۱۴
۱۱	Vitamin C, mg	۶/۱۳
۱۲	Folate (B9), µg	۶۸
۱۳	Phosphorus, mg	۳۲
۱۴	Ferulic Acid, mg	۰/۱۷

جهت شناسایی و تعیین ساختمان مواد خالص شده به روش HPLC از روش‌های طیف‌سنجی H NMR و C NMR استفاده شد. برای طیف‌گیری NMR مقدار کافی از نمونه‌ها در حلال متانول دوتره حل گردید. سپس در بطری‌های استریل ۱۰۰ میلی‌لیتری بسته‌بندی

و در یخچال خانگی با دمای ۳ درجه سانتی‌گراد تا زمان مصرف نگهداری شد. برای دارونما نیز پودر شربت آلبالو و گلاب مورد استفاده قرار گرفت (۲۹).

نمونه بزاقی: برای تهیه بزاق، افراد منتخب دهان خود را با آب شسته و سپس با استفاده از لوله های آزمایش استریل شده به میزان ۵ میلی‌لیتر بزاق غیر تحریکی را در لوله استریل تخلیه نمودند. سپس نمونه های بزاقی در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا مرحله آزمایش نگهداری شدند. برای تعیین مقادیر 8-oxo-dg از پروتکل جداسازی و غیر فعال سازی آنزیمی استفاده شد. در تحقیقات گذشته گفته شده است که مواد موجود در بزاق می تواند مقادیر 8-oxo-dg را تحت تاثیر قرار دهد. به همین دلیل برای سنجش بیومارکرها به‌ویژه در آزمون الایزا جداسازی ترکیبات ضروری است. برای اندازه گیری 8-oxo-dg ابتدا ۱/۵ میلی لیتر از نمونه بزاق در تیوب مخصوص حرارت گذاشته شد و در دمای ۹۰ درجه به مدت ۵ دقیقه حرارت داده شد تا فعالیت های آنزیمی مداخله گر از بین برود. نمونه ها در دمای ۴ درجه سرد شدند سپس با ۱۰ ml از mm²/۹ محلول پیپسین اضافه گردید. سپس نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه انکوبه شده تا موکوس تجزیه شده و از ناخالصی حین فیلتراسیون جلوگیری شود. پس از این مرحله برای غیر فعال سازی پیپسین نمونه ها به مدت ۵ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شدند. سپس نمونه ها در دمای ۴ درجه به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۱۸۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. پس از آن نمونه ها در دستگاه سانتریفیوژ ویژه صافی دار به مدت ۶۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. پس از آماده سازی نمونه و پاکسازی روش الایزا برای سنجش 8-oxo-dg مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله اول ۲۷۰ میلی لیتر از نمونه با آنتی بادی اولیه ترکیب شد. سپس نمونه ها به صفحه الایزای ۹۶ و یا ۴۸ چاهک که با 8-oxo-dg پوشانده شده بودند انتقال و در ۴ درجه سانتیگراد بدون رسیدن نور انکوبه شدند. پس از انکوبه شدن و شستشو آنتی بادی مزدوج ثانویه به تمامی چاهک ها افزوده شد و به مدت ۲ ساعت در دمای ۲۴ درجه انکوبه شد. در نهایت صفحه الایزا در دستگاه الایزا ریدر با طول موج ۴۵۰ نانومتر ثبت شد. سطح 8-oxo-dg با استفاده از کیت الایزا رقابتی (شرکت زلیبو، ساخت کشور آلمان) با میزان حساسیت 8-OhdG 2 nM (0.57 ng/mL) اندازه‌گیری شد.

شمای کلی پژوهش: ورزشکاران ۲ وعده ۱۰۰ میلی لیتری مکمل BJ یا دارونما را به مدت ۷ روز مصرف کردند. آزمون TAAA ۷۲ ساعت قبل از شروع مصرف مکمل، ۱۲ ساعت بعد از آخرین وعده مکمل، ۹۰ دقیقه بعد از آزمون دوم و ۲۴ ساعت بعد از آزمون سوم انجام شد. نمونه برداری بزاق ۷۲ ساعت پس از اولین آزمون TAAA و قبل از شروع مکمل، ۱۲ ساعت پس از آخرین وعده مکمل، بلافاصله بعد از آزمون TAAA دوم، ۹۰ دقیقه بعد از آزمون دوم و قبل از آزمون سوم، ۲۴ ساعت پس از آزمون سوم و قبل از آزمون چهارم انجام شد (شکل ۲). پیشنهاد میشود مصرف BJ ۹۰ دقیقه قبل از شروع تمرین باشد زیرا تاثیر نیترات ۲ الی ۳ ساعت بعد از مصرف به حداکثر خودش میرسد (۳۴). نیمه عمر نیترات و بتانین به ترتیب ۵-۶ ساعت و ۳۲ دقیقه گزارش شده است (۳۵-۳۷). به این ترتیب، نمونه بزاق حداقل ۱۲ ساعت پس از مصرف مکمل برای کاهش اثرات حاد آخرین دوز جمع آوری شد.



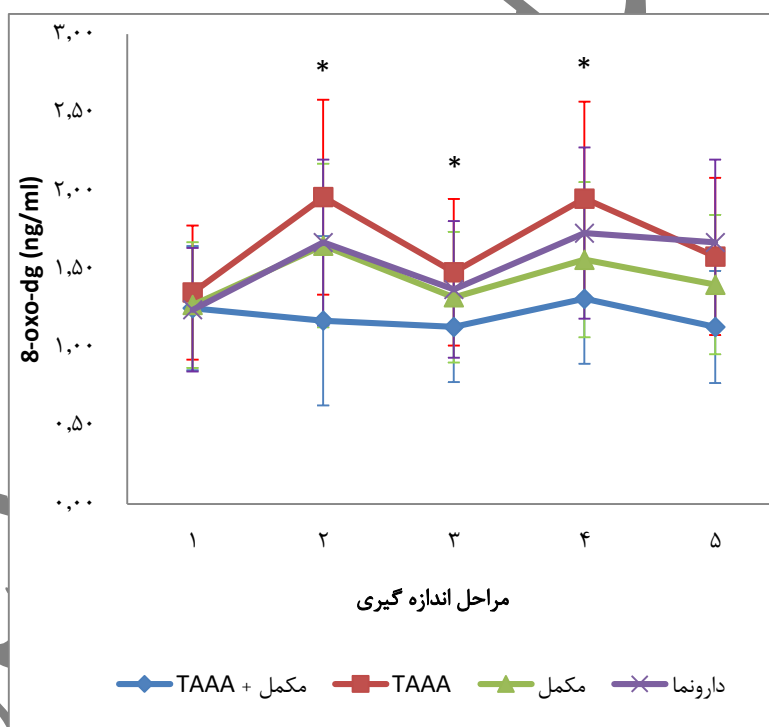
شکل ۲. شمای کلی پژوهش

تحلیل آماری: برای توصیف داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی (میانگین، انحراف استاندارد، رسم جداول و شکلها) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار آماری SPSS 26 و اندازه گیری های مکرر (Repeated measures ANOVA) و برای رسم شکل‌ها از

نرم افزار EXCEL استفاده شد. برای بررسی همگنی اولیه گروه‌ها از روش تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون لوین جهت بررسی همگنی واریانس‌ها استفاده شد. از تحلیل کوواریانس (ANCOVA) برای کنترل متغیرهای مداخله‌گر و اطمینان از تفاوت‌های واقعی میان گروه‌ها استفاده شد. همچنین سطح معناداری نیز برابر با $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

با توجه به اثر تعاملی که در مقایسه آزمون تحلیل واریانس مکرر یک طرفه مهم است تفاوت معنی داری بین تغییرات 8-oxo-dG در گروه‌های مختلف وجود داشت ($F=8/52$) ($p=0/001$). با توجه به نتایج تحلیل واریانس مکرر و شکل ۳ متغیر 8-oxo-dG گروه‌ها در آغاز تقریباً مشابه بودند. در وهله بعدی تفاوت معنی دار است ($F=23/33$) ($p=0/001$). در مرحله سوم نیز تفاوت معنی دار است ($F=7/30$) ($p=0/001$)، به طوری که متغیر بزاقی در سه گروه با شیب تندی کاهش یافته اما در گروه مکمل + TAAA باز به طور مسطح بوده و نسبت به وهله قبل تفاوت معناداری نداشت. در مرحله چهارم نیز تفاوت معنی دار بود ($F=4/94$) ($p=0/006$) متغیر بزاقی در گروه‌ها افزایش داشته است شیب خط در گروه دارونما بیش از سه گروه دیگر می‌باشد. و در وهله پایانی تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($F=2/11$) ($p=0/11$).

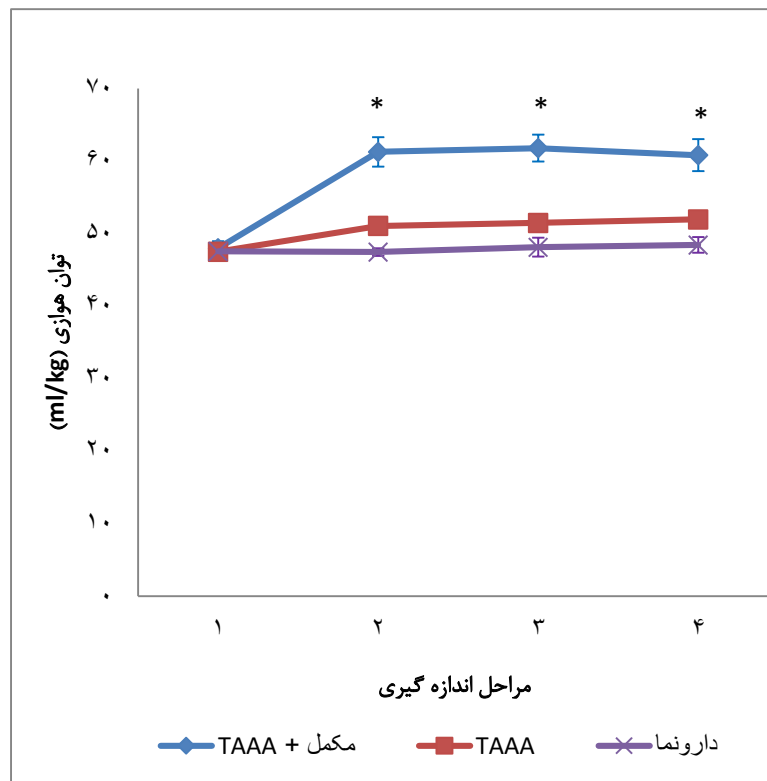


شکل ۳. تغییرات 8-oxo-dG در گروه‌های مختلف تفاوت معنی دار نسبت به حالت پایه. مراحل اندازه گیری: ۱. حالت پایه ۲. ۱۲ ساعت پس از آخرین دوز مکمل ۳. بلافاصله پس از آزمون ورزشی دوم ۴. ۹۰ دقیقه پس از مرحله ۳ و ۵. ۲۴ ساعت بعد از آزمون ورزشی سوم. Error Bar خطای استاندارد می‌باشد. * محل معناداری می‌باشد.

با توجه به اثر تعاملی که در مقایسه آزمون تحلیل واریانس مکرر یک طرفه مهم است تفاوت معنی داری بین تغییرات توان هوازی در مراحل در گروه‌های مختلف وجود داشت ($F=14/24$) ($p=0/001$). با توجه به شکل ۴ و نتایج تحلیل واریانس مکرر متغیر توان هوازی گروه‌ها در آغاز تقریباً مشابه بودند. در وهله دوم نسبت به حالت پایه تفاوت معنی دار است ($F=12/53$) ($p=0/001$) شیب خط در گروه‌های مداخله نسبت به دارونما افزایشی بود اما در گروه تمرین ملایم بوده ولی در گروه مکمل + TAAA شیب تندتری داشت یعنی افزایش توان هوازی در این گروه بیشتر بود. در گروه تمرین در مرحله سوم نیز تفاوت معنی داری مشاهده شد ($F=24/64$) ($p=0/001$), الگوی رفتاری در سه گروه مشابه بود یعنی نسبت به دوره قبلی افزایش معناداری وجود نداشت اما چون مقدار توان هوازی در گروه

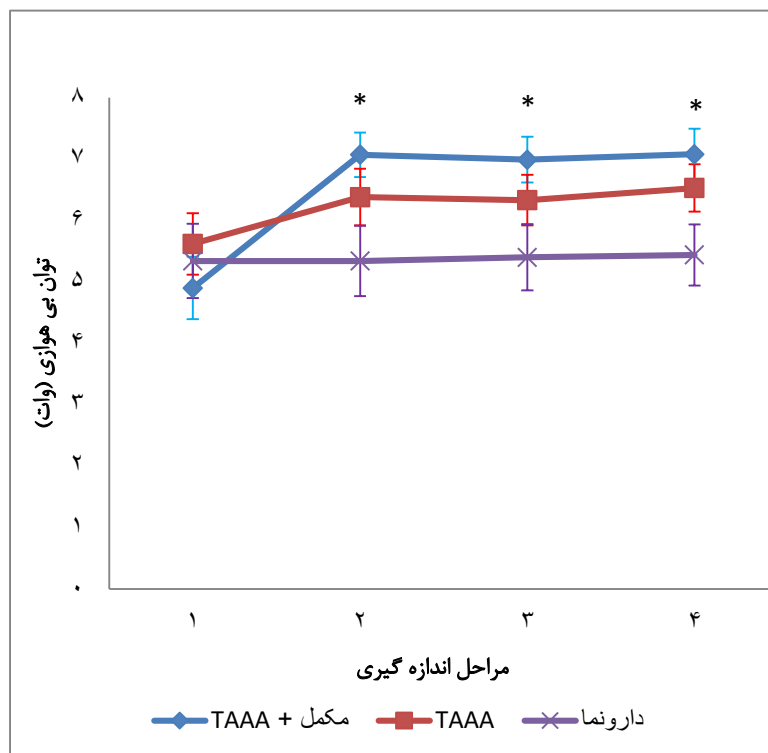
مکمل + TAAA بالاتر است تفاوت معنی دار بین گروهی مشخص شده است. در مرحله چهارم نیز تفاوت معنی دار بود ($p=0/005$) (F=4/97)، الگوی رفتاری شبیه مرحله قبل بود، به طوری که روند تغییر در سه گروه مشابه بود یعنی نسبت به دوره قبلی افزایش چندانی وجود ندارد اما چون مقدار توان هوازی در گروه مکمل + TAAA بالاتر است تفاوت معنی دار بین گروهی مشخص شد.

تفاوت معنی داری بین تغییرات توان بی هوازی در مراحل در گروه های مختلف وجود داشت ($p=0/001$) (F=16/79). با توجه به شکل ۵ و نتایج تحلیل واریانس مکرر متغییر توان بی هوازی و گروه ها در آغاز تقریباً مشابه بود. در وهله دوم نسبت به حالت پایه تفاوت معنی



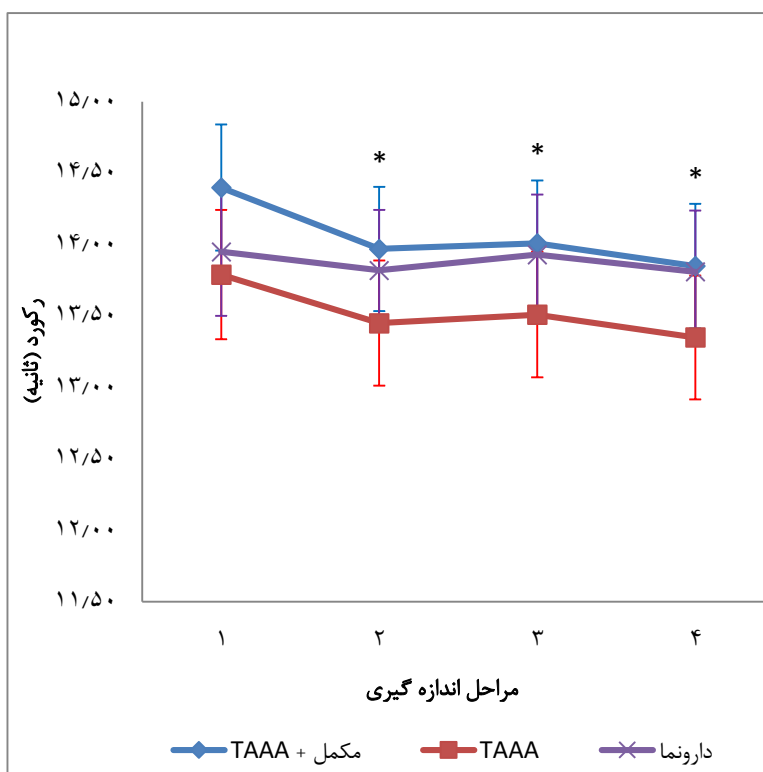
شکل ۴. تغییرات توان هوازی در گروه های مختلف تفاوت معنی دار نسبت به حالت پایه. مراحل اندازه گیری: ۱. حالت پایه ۲. بعد از مصرف مکمل ۳. بیش از ۹۰ دقیقه بعد از آزمون دوم ۴. بیش از ۲۴ ساعت پس از آزمون سوم. Error Bar خطای استاندارد می باشد. * محل معناداری می باشد.

دار است ($p=0/001$) (F=20/85) شیب خط در گروه های مداخله نسبت به دارونما افزایشی بوده اما در دو گروه تمرین ملایم بوده ولی در گروه مکمل + تمرین شیب تندتری دارد یعنی افزایش توان بی هوازی در این گروه بیشتر بود. در مرحله سوم نیز تفاوت معنی داری مشاهده شد ($p=0/001$) (F=12/38)، الگوی رفتاری در سه گروه مشابه بود یعنی نسبت به دوره قبلی افزایش چندانی وجود نداشت اما چون مقدار توان بی هوازی در گروه مکمل + TAAA بالاتر است تفاوت معنی دار بین گروهی مشخص شده است. در مرحله چهارم نیز تفاوت معنی دار بود ($p=0/001$) (F=17/82)، الگوی رفتاری شبیه مرحله قبل بود، به طوری که روند تغییر در سه گروه مشابه بود یعنی نسبت به دوره قبلی افزایش معنی داری وجود نداشت اما چون مقدار توان بی هوازی در گروه مکمل + TAAA بالاتر است تفاوت معنی دار بین گروهی مشخص شده است.



شکل ۵. تغییرات توان بی هوایی در گروه های مختلف تفاوت معنی دار نسبت به حالت پایه. مراحل اندازه گیری: ۱. حالت پایه ۲. بعد از مصرف مکمل ۳. بیش از ۹۰ دقیقه بعد از آزمون دوم ۴. بیش از ۲۴ ساعت پس از آزمون سوم. Error Bar خطای استاندارد می باشد. * محل معناداری می باشد.

تفاوت معنی داری بین تغییرات رکورد آزمون TAAZ در مراحل در گروه های مختلف وجود داشت ($p=0/001$) ($F=8/41$). با توجه به شکل ۶ و نتایج تحلیل واریانس مکرر مشخص شد که رکورد آزمون TAAZ در آغاز بین گروه ها متفاوت است به طوری که در گروه تمرین پایینتر از گروه های دیگر می باشد. در وهله دوم نسبت به حالت پایه الگوی رفتاری تفاوت معنی دار داشت ($p=0/001$) ($F=12/71$) شیب خط در گروه های مداخله نسبت به دارونما کاهش یافته اما در این روند کاهشی در دو گروه TAAZ + مکمل و تمرین بیش از گروه دارونما است و احتمالاً تمرین عامل موثرتری در کاهش رکورد آزمودنی ها بود. در مرحله سوم نیز تفاوت معنی داری مشاهده شد ($p=0/02$) ($F=3/50$)، الگوی رفتاری در سه گروه مشابه بود یعنی نسبت به دوره قبلی افزایش اندکی وجود داشت اما این افزایش در گروه تمرین بیشتر بوده است در مرحله چهارم نیز تفاوت معنی دار نبود ($p=0/07$) ($F=2/52$)، بهبود عملکرد با گذشت زمان کاهش به مقدار اندکی کاهشی بوده است. گروه TAAZ + مکمل کاهش بیشتری را تجربه کردند و میانگین ها به یکدیگر نزدیکتر شده و عدم معنی داری مشاهده گردید.



شکل ۶. تغییرات رکورد آزمون در گروه های مختلف تفاوت معنی دار نسبت به حالت پایه. مراحل اندازه گیری: ۱. حالت پایه ۲. بعد از مصرف مکمل ۳. بیش از ۹۰ دقیقه بعد از آزمون دوم ۴. بیش از ۲۴ ساعت پس از آزمون سوم. Error Bar خطای استاندارد می باشد. * محل معناداری می باشد.

بحث و نتیجه گیری

طبق دانش ما، این مطالعه اولین مطالعه ای است که اثرات کوتاه مدت مکمل BJ را با استفاده از مدل آزمایش میدانی شبیه به مسابقات تکواندو در سطح المپیک یا بین المللی بررسی می کند. یکی از یافته های مهم پژوهش حاضر روند کاهشی تغییرات 8-oxo-dG بزاقی و جلوگیری از افزایش بیش از حد آن در گروه فقط مکمل و گروه مکمل+TAAA بود. تمرین به صورت انفرادی در الگوی رفتاری تاثیر چندانی نداشت و حتی میتوان گفت تغییرات فاکتور بزاقی در گروه تمرین به نسبت افزایشی به همراه دو پیک در زمان های دوم و چهارم بوده است که احتمالاً این موضوع را می توان به افزایش تولید رادیکال های آزاد و استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت های ورزشی پر شدت حاد و تک وهله ای نسبت داد (۳۸). مقدار بسیار بالایی از آنتی اکسیدان های قابل دسترسی زیستی را ارائه می دهد و سطح آنتی اکسیدانی تام بالاتری نسبت به دیگر سبزیجات و میوه ها دارد (۱۴). وجود فاکتور هایی چون فیتوکمیکال ها، بتالین ها، استروئید ها، فرولیک اسید، نیترات و ویتامین ث که خاصیت آنتی اکسیدانی بالایی از خود نشان داده اند می تواند دلیل سطح بالای آنتی اکسیدان تام چغندر نسبت به دیگر سبزیجات باشد (۳۹).

همسو با یافته های ما آنتونیتو و همکاران (۲۰۲۱) که هدف پژوهش آن ها بررسی اثر حاد مصرف مکمل عصاره چغندر (۱ گرم) بر تکواندوکارانی که تحت آزمایش هوایی حداکثر قرار گرفتند بود نشان دادند؛ دوازده ورزشکار که تحت یک پروتکل هوایی تکواندو خاص قرار گرفتند و همه آن ها یک پروتکل حداکثری ضربه متناوب (باندال چاگی) را تحت دو شرایط تصادفی الف) عصاره چغندر و ب) دارونما انجام دادند؛ مکمل عصاره چغندر (۱ گرم) بر ظرفیت هوایی و عملکرد آزمون خاص آن ها تاثیر مثبت داشت (۱۹). همچنین میرآفتابی و همکاران (۲۰۲۱) مطالعه ای با هدف بررسی دو دوز حاد BJ ۴۰۰ میلی گرم نیترات و ۸۰۰ میلی گرم نیترات بر روی آزمون های عملکردی و عملکرد شناختی خاص تکواندو در مقایسه با گروه دارونما و کنترل انجام دادند. از این مطالعه نتیجه گیری شد که مصرف حاد دوز دارای ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی گرم نیترات BJ اثر متوسط تا زیادی را در عملکرد بی هوایی و هوایی دارد. با این حال، هیچ تفاوت آماری در عملکرد خاص تکواندو یافت نشد (۴۰).

با این حال پژوهش‌هایی نیز وجود دارد که با یافته‌های ما همسو نیست. به طور مثال تاتلیچی و همکاران (۲۰۱۹) پژوهشی با هدف بررسی اثرات مکمل‌های غذایی حاد نیترات (آب چغندر قرمز) بر پارامترهای توان بی‌هوازی بازو، خستگی و سطوح ریکواری در بوکسورهای مرد نخبه انجام داد. داوطلبان شرکت در مطالعه یک آزمون وینگیت بی‌هوازی ۳۰ ثانیه بعد از BJ (۲ گرم به ازای وزن بدن) یا دارونما انجام دادند. میزان ضربان قلب (HR) و سطح لاکتات خون مویرگی قبل و بلافاصله بعد از آزمون Wingate (خستگی) اندازه‌گیری شد، علاوه بر آن سطوح HR و لاکتات در دقیقه‌های ۱۰، ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ برای پیگیری سطوح بهبودی شرکت‌کنندگان ثبت شد. علیرغم عدم تأثیر آب چغندر بر سطوح لاکتات خون و ضربان قلب (به جز زمان خستگی)، کاهش قابل توجهی در پیک توان، پیک توان نسبی، میانگین توان و توان متوسط نسبی برای BJ مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مکمل‌های نیترات رژیم غذایی تأثیر مثبتی بر توان بی‌هوازی یا بازیابی بوکسورهای مرد نخبه نداشت (۲۰).

دیگر یافته‌ها از پژوهش حاضر تفاوت معنی‌دار بین تغییرات رکورد آزمون TAAA در مراحل در گروه‌های مختلف بود. الگوی تغییرات در تمامی گروه‌ها مشابه بوده یعنی زمان رکورد اجرای آزمون در گروه‌های مداخله نسبت به دارونما کاهش یافته است. اوج کاهش در وهله اول بوده و احتمالاً اثر آن به مرور زمان کاهش می‌یابد. این روند کاهشی در دو گروه مکمل TAAA+ و TAAA بیش از گروه دارونما است و احتمالاً تمرین عامل موثرتری در کاهش رکورد آزمودنی‌ها بوده است.

در پژوهشی همسو با این بخش از یافته‌های ما هاشمی فرد و همکاران (۱۴۰۱) با هدف بررسی تأثیر BJ قرمز بر توان هوازی و بی‌هوازی دختران کاراته‌کا پس از مصرف آب چغندر قرمز (۱۰۰ میلی‌لیتر) یا دارونما (آب زغال‌اخته)، در آزمون شرکت کردند. ابتدا ۱۰ دقیقه گرم کردن پویا شامل راه رفتن و حرکات کششی انجام گرفت، سپس آزمون ۹×۴، آزمون رست و در انتها آزمون هوازی ویژه کاراته اجرا شد. نتایج نشان داد که با مصرف آب چغندر قرمز در مقایسه با دارونما توان بیشینه، حداقل توان، میانگین توان، شاخص خستگی و شاخص افت سرعت در آزمون RAST به طور معناداری بهبود یافته است. همچنین کاهش معناداری در زمان آزمون چابکی ۹×۴ مشاهده شد. اما تفاوت معناداری در آزمون هوازی ویژه کاراته و میزان درک فشار مشاهده نشد (۲۱).

اما در مطالعه دیگری حسن پور و همکاران (۱۴۰۱) با هدف تعیین تأثیر دوزهای ۷۰ میلی‌لیتر یا ۱۴۰ میلی‌لیتر مصرف حاد BJ بر عملکرد بی‌هوازی در افراد تمرین‌کرده دریافتند؛ مصرف حاد دوزهای ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌لیتر آب چغندر هیچ مزیت عملکردی برای توان بی‌هوازی و مؤلفه‌های آن، چابکی، سرعت و توان انفجاری در افراد تمرین‌کرده ایجاد نمی‌کند (۴۱).

از جمله محدودیت‌ها برای پژوهش حاضر می‌توان به عدم توانایی در کنترل شرایط فکری و روانی آزمودنی‌ها در حین اجرا اشاره کرد. همچنین با وجود توصیه‌ها و راهنمایی‌هایی که پژوهشگران به آزمودنی‌ها دادند تا دستورالعمل‌های تغذیه را پیروی کنند، ممکن است آزمودنی‌ها از غذاهای مطابق با دستورالعمل یکسان بهره‌مند نشده و این موضوع ممکن است از دید پژوهشگران دور مانده باشد. یکی دیگر از محدودیت‌های این مطالعه عدم بررسی وضعیت بلوغ شرکت‌کنندگان بود که می‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر بر نتایج، در تحقیقات آینده مورد توجه قرار گیرد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۲۰۰ میلی‌لیتر مکمل آب چغندر در روز (۲ وعده ۱۰۰ میلی‌لیتری) به مدت یک هفته باعث کاهش سطح 8-oxo-dG بزاقی به عنوان یک شاخص استرس اکسیداتیو در تکواندوکاران نوجوان پسر خواهد شد. همچنین مصرف مکمل آب چغندر به میزان ذکر شده باعث افزایش عملکرد هوازی، بی‌هوازی و همچنین چابکی تکواندوکاران نوجوان در پروتکل TAAA خواهد شد. برای جلوگیری از اثرات مخرب استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت‌های شدید می‌توان از آب چغندر کمک گرفت. همچنین آب چغندر به عنوان یک نوشیدنی کم‌کالری، کم‌هزینه، در دسترس و بسیار سودمند می‌تواند توسط ورزشکاران تکواندو و ورزش‌هایی که از نظر فیزیولوژیایی به مانند تکواندو می‌باشند یک هفته قبل از مسابقات برای افزایش عملکرد به صورت محتاطانه مصرف گردد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از تمامی ورزشکاران آینده ساز شرکت کننده در پژوهش حاضر و والدین محترم آنها که بی شک بدون همکاری آنها انجام این مطالعه امکان پذیر نبود، کمال تشکر و قدردانی را داریم. این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد با کد اخلاق IR.ATU.REC.1402.050 می باشد

حمایت مالی

این پژوهش هیچ گونه حمایت مالی دریافت نکرده است و تمامی هزینه ها توسط دانشجو تأمین شده است.

مشارکت نویسندگان

این مقاله برگرفته از پایان نامه معراج میرزائی با راهنمایی جناب آقای دکتر سید مرتضی طیبی و مشاوره سرکار خانم دکتر مینو باسامی است. تمامی نویسندگان در تدوین و تأیید نهایی مقاله نقش داشته اند.

تعارض منافع

هیچ کدام از نویسندگان این مطالعه، افراد یا دستگاه ها تعارض منافی برای انتشار این مقاله ندارند.

منابع

1. Taati B, Arazi H, Bridge CA, Franchini E. A new taekwondo-specific field test for estimating aerobic power, anaerobic fitness, and agility performance. *PLoS One*. 2022;17(3):e0264910.
2. Powers SK, Radak Z, Ji LL. Exercise-induced oxidative stress: past, present and future. *J Physiol*. 2016;594(18):5081-92.
3. Hayes JD, Dinkova-Kostova AT, Tew KD. Oxidative stress in cancer. *Cancer cell*. 2020;38(2):167-97.
4. Al-Horani RA. A Narrative Review of Exercise-Induced Oxidative Stress: Oxidative DNA Damage Underlined. *The Open Sports Sciences Journal*. 2022;15.
5. Limberaki E, Eleftheriou P, Vagdatli E, Kostoglou V, Petrou C. Serum antioxidant status among young, middle-aged and elderly people before and after antioxidant rich diet. *Hippokratia*. 2012;16(2):118-23.
6. Pour Khavari A, Haghdoost S. Effects of Tomato Juice Intake on Salivary 8-Oxo-dG Levels as Oxidative Stress Biomarker after Extensive Physical Exercise. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2020;2020(1):8948723.
7. Urbaniak SK, Boguszewska K, Szewczuk M, Kaźmierczak-Barańska J, Karwowski BT. 8-Oxo-7,8-Dihydro-2'-Deoxyguanosine (8-oxodG) and 8-Hydroxy-2'-Deoxyguanosine (8-OHdG) as a Potential Biomarker for Gestational Diabetes Mellitus (GDM) Development. *Molecules*. 2020;25(1).
8. Tan BL, Norhaizan ME. Oxidative Stress, Diet and Prostate Cancer. *World J Mens Health*. 2021;39(2):195-207.
9. Adwas AA, Elsayed A, Azab AE, Quwaydir FA. Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *J Appl Biotechnol Bioeng*. 2019;6(1):43-7.
10. Halliwell B. Biochemistry of oxidative stress. *Biochem Soc Trans*. 2007;35(Pt 5):1147-50.
11. Mohd Daud SM, Sukri NM, Johari MH, Gnanou J, Manaf FA. Pure Juice Supplementation: Its Effect on Muscle Recovery and Sports Performance. *Malays J Med Sci*. 2023;30(1):31-48.
12. Ninfali P, Angelino D. Nutritional and functional potential of Beta vulgaris cicla and rubra. *Fitoterapia*. 2013;89:188-99.
13. Clifford T, Howatson G, West DJ, Stevenson EJ. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*. 2015;7(4):2801-22.
14. Clifford T, Berntzen B, Davison GW, West DJ, Howatson G, Stevenson EJ. Effects of Beetroot Juice on Recovery of Muscle Function and Performance between Bouts of Repeated Sprint Exercise. *Nutrients*. 2016;8(8).
15. Zamani H, de Joode M, Hossein IJ, Henckens NFT, Guggeis MA, Berends JE, et al. The benefits and risks of beetroot juice consumption: a systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2021;61(5):788-804.
16. Olsson H, Al-Saadi J, Oehler D, Pergolizzi J, Jr., Magnusson P. Physiological Effects of Beetroot in Athletes and Patients. *Cureus*. 2019;11(12):e6355.
17. Rojano-Ortega D, Peña-Amaro J, Berral-Aguilar AJ, Berral-de la Rosa FJ. Quercetin supplementation promotes recovery after exercise-induced muscle damage: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Biol Sport*. 2023;40(3):813-25.
18. Moreno B, Morencos E, Vicente-Campos D, Muñoz A, González-García J, Veiga S. Effects of beetroot juice intake on repeated performance of competitive swimmers. *Front Physiol*. 2022;13:1076295.

19. 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.
20. Tatlici A, Cakmakci O. The effects of acute dietary nitrate supplementation on anaerobic power of elite boxers. *Med Dello Sport*. 2019;72:225-33.
21. Hashemi Fard ES, 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):102-11.
22. Miraftabi 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. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(19).
23. Hassanpour N, ghanbarpour a, Pourvaghari Mj, Khalafi M. The effect of different doses of acute consumption of beet juice supplement on anaerobic performance in trained individual. *Metabolism and Exercise*. 2022;12(1):89-107.
24. Harms-Ringdahl M, Jenssen D, Haghdoost S. Tomato juice intake suppressed serum concentration of 8-oxodG after extensive physical activity. *Nutrition Journal*. 2012;11:1-5.
25. Kordi R, Maffulli N, Wroble RR, Wallace WA. *Combat sports medicine*: Springer Science & Business Media; 2009.
26. Paredes-Sánchez E, Montiel-Company JM, Iranzo-Cortés JE, Almerich-Torres T, Bellot-Arcís C, Almerich-Silla JM. Meta-Analysis of the Use of 8-OHdG in Saliva as a Marker of Periodontal Disease. *Dis Markers*. 2018;2018:7916578.
27. Lotfi M, Azizi M, Tahmasebi W, Bashiri P. Acute beetroot juice intake: Hematological, antioxidant and lipid parameters in female athletes. *Research in Molecular Medicine*. 2019;7(1):42-50.
28. Tayebi SM, Agha-Alinejad H, Shafaei S, Gharakhanlou R, Asouri M. Short-term effects of oral feeding jujube *Ziziphus* solution before a single session of circuit resistance exercise on apoptosis of human neutrophil. *Annals of Applied Sport Science*. 2014;2(1):53-68.
29. Giv V, Aminaei M, Nikoei R. The effect of eight weeks beetroot juice supplement on aerobic, anaerobic power, and field performance of soccer players. *Research in sports medicine (Print)*. 2024;32(1):132-44.
30. Khosravi S, Ahmadizad S, Yekaninejad M, Karami M, Djafarian K. The effect of beetroot juice supplementation on muscle performance during isokinetic knee extensions in male Taekwondo athletes. *Science & Sports*. 2021;36(6):483.e1-. e7.
31. Nayik GA, Gull A. *Antioxidants in Vegetables and Nuts-Properties and Health Benefits*: Springer; 2020.
32. Pandita D, Pandita A, Pamuru RR, Nayik GA. Beetroot. *Antioxidants in vegetables and nuts-properties and health benefits*. 2020:45-74.
33. Kathiravan T, Nadanasabapathi S, Kumar R. Standardization of process condition in batch thermal pasteurization and its effect on antioxidant, pigment and microbial inactivation of Ready to Drink (RTD) beetroot (*Beta vulgaris L.*) juice. *International Food Research Journal*. 2014;21(4).
34. Domínguez R, Cuenca E, Maté-Muñoz JL, García-Fernández P, Serra-Paya N, Estevan MC, et al. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. *Nutrients*. 2017;9(1).
35. Arazi H, Eghbali E. Possible Effects of Beetroot Supplementation on Physical Performance Through Metabolic, Neuroendocrine, and Antioxidant Mechanisms: A Narrative Review of the Literature. *Frontiers in nutrition*. 2021;8:660150.
36. Kapil V, Khambata RS, Robertson A, Caulfield MJ, Ahluwalia A. Dietary nitrate provides sustained blood pressure lowering in hypertensive patients: a randomized, phase 2, double-blind, placebo-controlled study. *Hypertension (Dallas, Tex : 1979)*. 2015;65(2):320-7.
37. Additives EPoF, Food NSat. Scientific Opinion on the re-evaluation of beetroot red (E 162) as a food additive. *EFSA Journal*. 2015;13(12):4318.
38. Gökbel H. Acute exercise induced oxidative stress and antioxidant changes. *European Journal of General Medicine*. 2006;3(3):126-31.
39. Lechner JF, Stoner GD. Red beetroot and betalains as cancer chemopreventative agents. *Molecules*. 2019;24(8):1602.
40. Miraftabi 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.
41. Hassanpour N, Ghanbarpour A, Pourvaghari MJ, Khalafi M. The effect of different doses of acute consumption of beet juice supplement on anaerobic performance in trained individual. *Metabolism and Exercise*. 2022;12(1):[In Persian].