

مقایسه تأثیر مکمل‌های کراتین مالات، بتائین و بتا-آلانین بر عملکرد ورزشکاران بوکس

امیر حسین رحمان پور^۱، رقیه افرونده^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۶

چکیده

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

afroundeh@gmail.com

هدف: هدف پژوهش حاضر مقایسه تأثیر مکمل‌های کراتین مالات، بتائین و بتا-آلانین بر عملکرد ورزشکاران بوکس بود.

روش‌شناسی: ابتدا متغیرهای وابسته در ۱۵ ورزشکار بوکس اندازه‌گیری شد و از روز بعد آن‌ها به مدت ده روز مکمل اول را مصرف کردند. سپس یک دوره پاکسازی به مدت دو هفته در نظر گرفته شد و بعد از آن آزمودنی‌ها به مدت ده روز مکمل دوم را مصرف کردند. یک دوره پاکسازی دوهفته‌ای دیگر در نظر گرفته شد و پس از آن آزمودنی‌ها به مدت ده روز مکمل سوم را مصرف نمودند. متغیرهای وابسته بعد از اتمام دوره مصرف هر یک از مکمل‌ها اندازه‌گیری شدند. ترتیب مصرف مکمل‌ها به صورت تصادفی انتخاب شد.

یافته‌ها: یک تکرار بیشینه اسکات و پرس سینه به دنبال مصرف کراتین مالات در مقایسه با بتائین ($p=0/001$)، $p=0/005$ (به ترتیب) و کنترل ($p=0/001$) هر دو) و به دنبال مصرف بتا-آلانین در مقایسه با بتائین ($p=0/007$)، $p=0/017$ (به ترتیب) و کنترل ($p=0/005$)، $p=0/014$ (به ترتیب) به طور معنی‌داری بالاتر بود. مدت زمان چابکی به دنبال مصرف بتا-آلانین در مقایسه با کراتین مالات ($p=0/015$)، بتائین ($p=0/001$) و کنترل ($p=0/001$) به طور معنی‌داری کمتر بود. سرعت عکس‌العمل به دنبال مصرف بتا-آلانین در مقایسه با کراتین مالات ($p=0/016$)، بتائین ($p=0/023$) و کنترل ($p=0/001$) به طور معنی‌داری بالاتر بود. نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مصرف کراتین مالات در بهبود قدرت عضلانی و مصرف بتا-آلانین در بهبود چابکی و سرعت عکس‌العمل مؤثرتر است و مصرف بتائین بر عملکرد ورزشکاران بوکس تأثیر معنی‌داری ندارد.

نتیجه‌گیری: در مجموع می‌توان گفت که ترکیب مکمل‌یاری آویشن و هایپوکسی ضمن کاهش مقاومت انسولینی در بهبود شاخص‌های دیابتی تأثیر معنی‌داری دارد.

واژگان کلیدی: عملکرد ورزشی، بتا-آلانین، بتائین، کراتین مالات، بوکس.

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:



Comparing the effects of creatine malate, betaine and beta-alanine supplements on the performance of boxing athletes

Amir Hossein Rahmanpour¹ and Roghayyeh Afroundeh^{2*}

Received: 2023/11/27

Accepted: 2024/02/17

Abstract

Aim: The purpose of the present study was to compare the effect of creatine malate, betaine and beta-alanine supplements on the performance of boxing athletes.

Method: First, dependent variables were measured in 15 boxing athletes and from the next day they consumed the first supplement for ten days. Then a wash-out period was considered for two weeks, after that the subjects consumed the second supplement for ten days. Another two-weeks was considered for wash-out and after that the subjects consumed the third supplement for ten days. Dependent variables were measured after the end of each supplement period. The order of taking the supplements was chosen randomly.

Results: One maximum repetition of squat and bench press following creatine malate intake were significantly higher compared to betaine ($p=0.001$, $p=0.005$ respectively) and control (both $p=0.001$) and following beta-alanine intake compared to betaine ($p=0.007$, $p=0.017$ respectively) and control ($p=0.005$, $p=0.014$ respectively). The duration of agility following beta-alanine consumption was significantly lower compared to creatine malate ($p=0.015$), betaine ($p=0.001$) and betain ($p=0.001$). The reaction speed following beta-alanine consumption was significantly higher compared to creatine malate ($p=0.016$), betaine ($p=0.023$) and control ($p=0.001$).

Conclusion: The results of this research showed that the consumption of creatine malate is more effective in improving muscle strength and the consumption of beta-alanine is more effective in improving agility and reaction speed, and the consumption of betaine does not have a significant effect on the performance of boxing athletes.

Key words: Thyme, hypoxia, insulin resistance, diabetes, rat.

1. Msc of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

✉ Corresponding author:
m.faramoushi@tabriziau.ac.ir

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Citation:

Rahmanpour AM and Afroundeh R. Comparing the effects of creatine malate, betaine and beta-alanine supplements on the performance of boxing athletes. *Research in Exercise Nutrition*, 2023. 2(2): p.37-46. <https://doi.org/10.22034/ren.2024.140199.1040>.

مقدمه

مصرف مکمل یکی از راهکارهای دستیابی به اهداف و بهبود عملکرد در ورزشکاران هست. برخی از مکمل‌ها در توسعه نیرو و افزایش توان و برخی دیگر در توسعه و بهبود ظرفیت استقامتی کارایی دارند. مکمل‌ها با بهبود تولید انرژی و ابعاد روانی، کاهش خستگی، تسریع در ریکاوری و کاهش آسیب عضلانی موجب بهبود عملکرد ورزشی می‌شوند (۱،۲). راهکارهای گوناگونی در جهت کمک به کاهش میزان آسیب عضلانی، کاهش اسیدوز و بهبود عملکرد برای ورزشکاران رشته‌های مختلف بررسی شده است. از میان آن‌ها می‌توان به کشش، ماساژ درمانی، سرما درمانی، التراسوند، مصرف داروهای ضدالتهابی همانند ایبوپروفن و اسپیرین و مصرف مکمل‌های غذایی و ورزشی اشاره کرد (۳،۴). کراتین مالات یکی از مکمل‌هایی است که محبوبیت زیادی در بین ورزشکاران دارد. کراتین ترکیبی از ۳ اسیدآمینه متیونین، آرژنین و گلوسین است. نقش مکمل یاری کراتین به‌خوبی در افزایش برون ده توانی در طول تمرین کوتاه و شدید ثابت شده است (۵). شکل اصلی یافت شده آن در بدن به‌صورت کراتین فسفات می‌باشد. این اجازه می‌دهد کراتین به‌عنوان منبع انرژی سریع در عضله (سنتز دوباره ATP) عمل کند و اجازه دهد ورزشکار کار عضلانی را برای دوره طولانی‌تری و با شدت بالاتر ادامه دهد (۶). کوک^۱ و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند دریافت ۰/۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت ۴ روز (۵ گرم در روز) از مکمل کراتین و دوره ثابت ۰/۱ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن در روز به مدت ۱۴ روز در مردان سالم باعث بهبود قدرت ایزومتریک و کاهش سطح کراتین کیناز خون شد (۷). بتا آلانین یکی دیگر از مکمل‌های غذایی است که محبوبیت زیادی در بین ورزشکاران دارد. بتا آلانین یکی از اسیدهای آمینه غیرضروری است که در کبد از احیای بازهای آلی نیتروژن دار اوراسیل و تیمین سنتز می‌شود. گوشت اصلی‌ترین منبع رژیم غذایی بتا آلانین به‌حساب می‌آید. بیشترین مقدار بتا آلانین در گوشت مرغ و بوقلمون یافت می‌شود (۸). بتا آلانین یکی از پیش‌سازهای کارنوزین است که در ترکیب با اسیدآمینه هیستیدین ایفای نقش می‌کند (۹). اگرچه بافت عضله توانایی سنتز کارنوزین را دارد ولی توانایی برداشت کارنوزین از جریان خون را ندارد. بنابراین، سنتز اندوزن کارنوزین به میزان برداشت بتا آلانین و ال هیستیدین از خون بستگی دارد. نشان داده شده است که کارنوزین ۱۰ درصد ظرفیت خنثی‌کنندگی را بر عهده دارد و باعث بهبود عملکرد فعالیت ورزشی می‌شود. مقادیر کارنوزین عضلانی یکی از

عوامل تعیین‌کننده عملکرد در عملکرد ورزشی پویا و ایزومتریک است (۱۰). در این راستا، سوزوکی^۲ و همکاران نشان دادند ارتباط مثبتی بین مقادیر کارنوزین عضله پهن جانبی و قدرت برون ده در آزمون وینگیت وجود دارد (۱۱). همچنین گزارش شد به دنبال مصرف مکمل بتا-آلانین، علاوه بر افزایش مقادیر کارنوزین در عضله، عملکرد ورزشی نیز بهبود می‌یابد (۱۰). نتایج یک مطالعه سیستماتیک نشان داد مصرف روزانه ۳/۲ تا ۶/۴ گرم (معادل تقریباً ۶۵ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن) بتا-آلانین به مدت ۲ تا ۴ هفته محتوای کارنوزین را ۶۵ درصد بیشتر از حالت استراحتی افزایش داد و باعث بهبود آزمون ورزشی از ۳۰ ثانیه به ۱۰ دقیقه شد (۱۲).

بتائین یکی دیگر از مکمل‌هایی است که مصرف آن در حال افزایش است. بتائین یک ترکیب زئوترونیک خنثی مشتق از گلوسین است که به‌صورت طبیعی از شیره چغندر قند به دست می‌آید. برخی مواد غذایی از جمله گندم، اسفناج، لوبیا و حلزون صدف دار به مقدار زیادی بتائین دارند. بتائین از طریق اکسیداسیون مواد حاوی کولین در بدن سنتز می‌شود (۱۳). محافظت اسموتیکی یکی از عملکردهای فیزیولوژیک بتائین است که سلول را در برابر کمبود آب محافظت می‌کند. بتائین به‌عنوان یک اسمولیت عمل می‌کند و باعث افزایش احتباس آب سلول‌ها می‌شود. مکمل یاری بتائین خواص ارگوژنیک (افزایش عملکرد ورزشی) خود را از طریق حمایت عملکرد قلبی عروقی یا هموستاز دمایی هنگام فعالیت ورزشی در گرما (۱۴)، یا به‌وسیله افزایش قدرت و توان عملکرد در نتیجه افزایش کراتین عضله اسکلتی اعمال می‌کند (۱۳).

میانگین بتائین دریافتی روزانه در بزرگسالان حدوداً ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌گرم است. درحالی‌که آثار ارگوژنیک آن در دوزهای ۵۰ تا ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم در روز نشان داده شده است (۱۵). در مطالعه‌ای هافمن^۳ و همکاران نشان دادند مصرف ۱۵ روز مکمل بتائین با دوز ۲/۵ گرم در روز باعث افزایش تکرارهای اسکات تا رسیدن به خستگی شد درحالی‌که پرس سینه و پرس عمودی تغییری نکرد (۱۶). در مطالعه دیگری آن‌ها گزارش کردند که نیروی ایزوکینتیک بعد از دریافت مکمل بتائین تغییری نداشته است (۱۷). در مقابل، لی و همکاران نشان دادند به دنبال مصرف ۱۲ روزه مکمل بتائین برون ده پرس عمودی، برون ده توانی پرس سینه پرتابی و نیروی تولیدی در اسکات پشت ایزومتریک و پرس سینه افزایش یافت (۱۸).

² . Suzuki

³Hoffman

¹ . Coke

ابتدا متغیرهای وابسته در تمام آزمودنی‌ها در وضعیت پایه (وضعیتی که هیچ مکملی مصرف نکرده بودند) اندازه‌گیری شد (گروه کنترل). از روز بعد آزمودنی‌ها به مدت ده روز مکمل بتا-آلانین مصرف کردند. سپس متغیرهای وابسته بعد از اتمام دوره مصرف بتا-آلانین اندازه‌گیری شد. پس از آن یک دوره پاکسازی (واش آوت^۱) به مدت دو هفته - برای از بین رفتن اثرات مکمل مصرف‌شده - در نظر گرفته شد. در این مدت آزمودنی‌ها هیچ مکملی مصرف نکردند. بعد از پایان دوره دوهفته‌ای پاکسازی آزمودنی‌ها به مدت ده روز مکمل کراتین مالات مصرف کردند. سپس در پایان دوره مصرف مکمل کراتین مالات، مجدداً متغیرهای وابسته اندازه‌گیری شدند. بعد از این دوره، یک دوره پاکسازی دوهفته‌ای برای از بین بردن اثرات مکمل کراتین مالات در نظر گرفته شد و در این مدت آزمودنی‌ها هیچ مکملی دریافت نکردند. پس از پایان مرحله پاکسازی دوم، آزمودنی‌ها به مدت ده روز مکمل بتائین مصرف کردند. پس از پایان دوره مکمل‌گیری بتائین، مجدداً متغیرهای وابسته اندازه‌گیری شدند. ترتیب مصرف مکمل‌ها به صورت تصادفی انتخاب شد.

بتا-آلانین تهیه‌شده از برند الیمپ ساخت لهستان (پودر) در داخل کپسول ریخته شد. میزان مصرف به صورت روزانه ۴ گرم (۱۹) در دو دوز ۲ گرمی همراه صبحانه و نهار انجام شد. در مرحله دوم، آزمودنی‌ها ۴ گرم (۲۰) مکمل کراتین مالات برند آبرون مکس-آلمان مصرف کردند. آزمودنی‌ها در طی دوره ۱۰ روزه سوم، روزانه ۲/۵ گرم بتائین (۲۱) دریافت می‌کردند.

اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش برای سنجش سرعت عکس‌العمل از آزمون عکس‌العمل به نور استفاده شد. در این آزمون، با استفاده از دستگاه میکروگیت (witty SEM microgate, Italy) این آزمون انجام شد. نحوه اجرای این آزمون بدین شکل است: در ابتدا پایه‌های دستگاه نصب می‌شوند و سپس چراغ‌های موردنظر (۶ چراغ) روی پایه‌ها نصب می‌شوند. بر اساس تعریف در برنامه‌های دستگاه، رنگ قرمز به‌عنوان چراغ هدف انتخاب شد. آزمودنی در فاصله ۱ متری از دستگاه می‌ایستاد و پس از روشن شدن چراغ رمز باید دست خود را تا فاصله ۳۰ سانتی‌متری چراغ قرار می‌داد تا رکورد ثبت شود. تعداد چراغ‌هایی که در طی ۳۰ ثانیه می‌توانست صحیح انتخاب کند به‌عنوان نمره فرد در نظر گرفته می‌شد. برای اندازه‌گیری چابکی از آزمون ۴ در ۹ متر (۲۲) استفاده شد. هرکدام از آزمودنی‌ها یک تکرار انجام دادند و مدت‌زمان اجرای آزمون برای آن‌ها ثبت شد. برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی، یک تکرار بیشینه

بوکس یکی از رشته‌های المپیک و یکی از قدیمی‌ترین ورزش‌های جهان است. این ورزش رزمی انفرادی برای سه دقیقه مسابقه طاقت‌فرسا و همچنین دستیابی به موفقیت، به آمادگی جسمانی بالایی نیاز دارد. بوکس در درجه اول یک ورزش مهارتی است که چابکی، سرعت عکس‌العمل و قدرت عامل اصلی موفقیت در بوکس می‌باشد. ورزشکاران این رشته نیز همانند سایر ورزشکاران برای افزایش عملکرد ورزشی خود به مصرف مکمل‌های مختلف روی می‌آورند. آگاهی از اینکه آیا مکمل مصرفی واقعاً موجب بهبود عملکرد و کاهش خستگی می‌شود یا نه و همچنین بررسی اینکه کدام مکمل اثرگذاری بهتری بر این شاخص‌ها دارد از اهمیت زیادی برخوردار است و با توجه به نتایج متناقض در مورد اثرگذاری این مکمل‌ها و با توجه به عدم مقایسه اثرگذاری این مکمل‌ها در مطالعات پیشین ضرورت انجام پژوهش حاضر مشخص می‌شود. از این رو، پژوهش حاضر باهدف بررسی مقایسه تاثیر مکمل‌های کراتین مالات، بتائین و بتا‌آلانین بر قدرت، چابکی و سرعت عکس‌العمل ورزشکاران بوکس انجام شد.

روشن‌شناسی

این پژوهش از نوع کاربردی و نیمه تجربی با طرح اندازه‌گیری مکرر بود. جامعه آماری این پژوهش را ورزشکاران بوکس ساکن شهرستان تنکابن تشکیل دادند. ابتدا به باشگاه‌های ورزشی شهرستان تنکابن مراجعه شد و از ورزشکاران بوکس که به صورت مداوم در دو سال اخیر در برنامه‌های تمرینی شرکت کرده بودند درخواست شد تا در صورت تمایل به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کنند. معیارهای ورود به مطالعه شامل مصرف نکردن مکمل‌های بتا-آلانین، کراتین مالات و بتائین در ۶ ماه گذشته، عدم دریافت دارو و استروئیدهای آنابولیک، عدم ابتلا به بیماری‌های کبدی، کلیوی و بیماری‌های ارتوپدیک بود. افرادی که در طول دوره مداخله از پروسه روند مکمل پیروی نکردند از مطالعه خارج می‌شدند. تعداد ۱۵ ورزشکار در مطالعه شرکت کردند. پس از تعیین افراد واجد شرایط برای شرکت در مطالعه، یک جلسه برای آشنایی با نحوه اجرا و اهداف پژوهش برگزار شد و آگاهی‌های لازم به آن‌ها ارائه شد. سپس آزمودنی‌ها پرسشنامه‌های مربوط به تندرستی، سلامت و آمادگی جسمانی را جهت شرکت در پژوهش تکمیل کردند. در ادامه هرکدام از آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در مطالعه را امضا کردند. در طول دوره مطالعه از آزمودنی‌ها خواسته شد تا از برنامه غذایی معمول خود استفاده کنند و رژیم غذایی‌شان را تغییر ندهند. سپس اطلاعات عمومی شامل سن، قد و وزن اندازه‌گیری شد.

نحوه اجرای پژوهش

¹ Wash out .

تزریق استرپتوزوسین (STZ) موجب کاهش معنی‌دار سطوح انسولین در گروه‌های دیابتی شده است ($p < 0.05$) همچنین میزان گلوکز ناشتا پس از ۸ هفته در گروه دیابت کنترل $40/15 \pm 356/53$ می‌باشد که نشان دهنده القای مناسب دیابت می‌باشد ($197/73$ درصد افزایش نسبت به گروه کنترل سالم).

از طرفی پس از ۸ هفته، میزان گلوکز ناشتا در گروه آویشن دیابتی $24/52 \pm 243/25$ و گروه هایپوکسی دیابتی $261/25 \pm 24/52$ و گروه ترکیبی $21/10 \pm 229/66$ هست که تحلیل نتایج آزمون آنوا نشان می‌دهد که در هر سه گروه میزان گلوکز ناشتا نسبت به گروه کنترل دیابتی کاهش معنی‌داری داشته است (به ترتیب $26/61$ ، $31/77$ و $33/56$ درصد) ولی در گروه ترکیب مکمل‌یاری آویشن و هایپوکسی بیشترین کاهش معنی‌دار را داشته است. در مورد شاخص حساسیت انسولینی و انسولین ناشتا در گروه ترکیبی نیز بهبود معنی‌داری نسبت به گروه کنترل دیابتی داشته است (به ترتیب 13 و $22/1$ درصد) در حالی که هایپوکسی و آویشن به تنهایی اثر معنی‌داری نداشته است. سایر نتایج مرتبط با شاخص‌های دیابت در جدول ۱ آورده شده است

پرس سینه و اسکات با استفاده از دستگاه‌های وزنه اندازه‌گیری شد. در ابتدا حرکات گرم کردن و چند تکرار اسکات بدون وزنه انجام شد. برای اندازه‌گیری یک تکرار بیشینه از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{وزنه} \times \left(1 + \frac{\text{تعداد تکرار}}{30} \right) = \text{یک تکرار بیشینه}$$

امکان ارزیابی برنامه غذایی تمام افراد شرکت‌کننده در مطالعه وجود نداشت. باوجوداین، از آزمودنی‌ها درخواست شد تا برنامه غذایی معمول خود را ادامه دهند. به‌علاوه از آن‌ها درخواست شد تا مواد غذایی حاوی بتائین (چغندر، غلات سبوس‌دار و اسفناج)، کراتین (گوشت و ماهی) و بتا آلانین (گوشت و ماهی) را مصرف نکنند.

روش آماری

جهت تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک و همچنین برای همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. سطح آماری $P < 0.05$ تحلیل‌های آماری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌های تحقیق در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱. مشخصات فردی آزمودنی‌ها برحسب میانگین و انحراف استاندارد.

متغیرها	گروه کنترل
سن (سال)	$25/69 \pm 2/75$
وزن (کیلوگرم)	$75/15 \pm 7/30$
قد (سانتی‌متر)	$174/46 \pm 7/21$
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	$24/65 \pm 1/28$

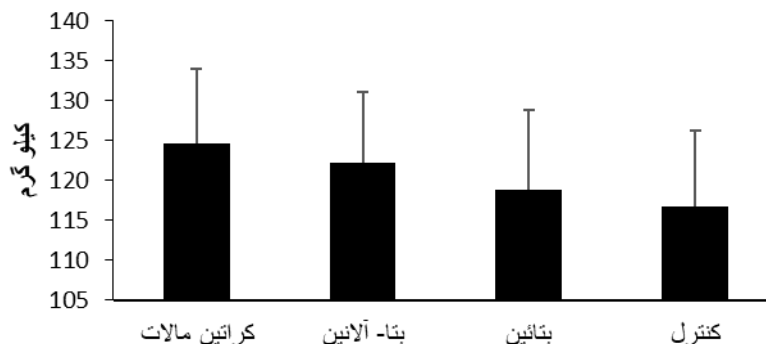
اسکات به دنبال مصرف کراتین ملات در مقایسه با بتائین ($P = 0.001$) و کنترل ($P = 0.001$) و به دنبال مصرف بتا-آلانین در مقایسه با بتائین ($P = 0.007$) و کنترل ($P = 0.005$) به‌طور معناداری بیشتر بود. تفاوت معناداری به دنبال مصرف بتائین با کنترل وجود نداشت ($P = 0.895$). این نتایج در نمودار ۱ نشان داده شده است.

نتایج آزمون شاپیروویلیک نشان داد که توزیع داده‌های مربوط به متغیرهای وابسته تحقیق طبیعی است ($p \geq 0.05$). همچنین پیش فرض همگنی واریانس‌ها برقرار بود ($p \geq 0.05$). به همین خاطر از آزمون‌های پرامتریک برای بررسی تفاوت بین میانگین‌های متغیرهای وابسته استفاده شد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد اختلاف معناداری در یک تکرار بیشینه اسکات بین مکمل‌های مصرفی وجود دارد ($P = 0.001$ و $F = 16/10$). یک تکرار بیشینه

نمودار ۱. میانگین و انحراف استاندارد یک تکرار بیشینه اسکات به دنبال مصرف کراتین مالات، بتا-آلانین، بتائین و کنترل.

اسکات

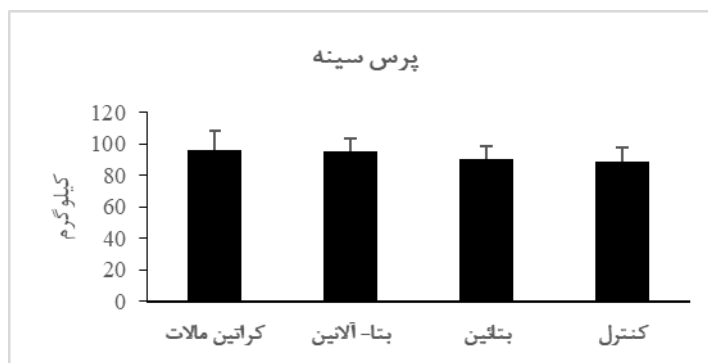


علامت * نشان می‌دهد به‌طور معنی‌داری بالاتر از بتائین و کنترل می‌باشد.

بیشینه پرس سینه به دنبال مصرف کراتین مالات در مقایسه با بتائین ($P < 0.005$) و کنترل ($P < 0.001$) به‌طور معناداری بیشتر بود. درحالی‌که اختلاف معناداری بین کراتین مالات با بتا-آلانین ($P < 0.003$) و بتائین با کنترل وجود نداشت ($P = 0.984$).

همان‌طور که در نمودار ۲ قابل‌مشاهده است اختلاف معناداری در یک تکرار بیشینه پرس سینه ($F = 9.20$ و $P < 0.001$) بین مکمل‌های مصرفی مشاهده شد. یک تکرار بیشینه پرس سینه به دنبال مصرف بتا-آلانین در مقایسه با بتائین ($P < 0.017$) و کنترل ($P < 0.014$) افزایش معناداری داشت. به‌علاوه، یک تکرار

نمودار ۲. میانگین و انحراف استاندارد یک تکرار بیشینه پرس سینه به دنبال مصرف کراتین مالات، بتا-آلانین، بتائین و کنترل.

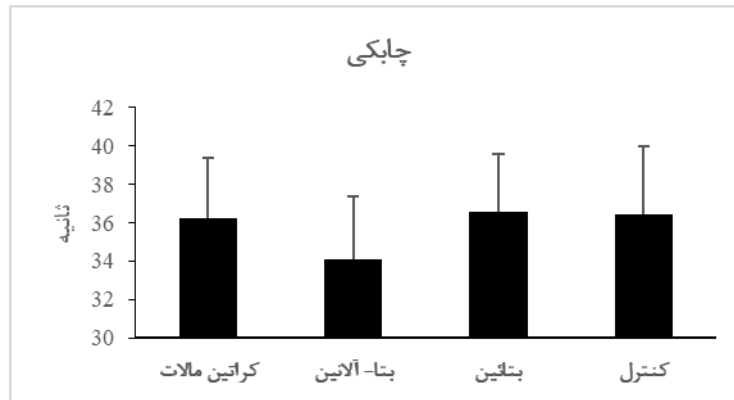


علامت * نشان می‌دهد به‌طور معنی‌داری بالاتر از بتائین و کنترل می‌باشد.

کمتر بود. اختلاف معناداری به دنبال مصرف کراتین مالات در مقایسه با بتائین ($P = 0.067$) و کنترل ($P = 0.121$) وجود نداشت (نمودار ۳).

اختلاف معناداری در چابکی ($F = 6.49$; $P = 0.027$) بین مکمل‌های مصرفی وجود داشت. چابکی (مدت‌زمان آزمون) به دنبال مصرف بتا-آلانین در مقایسه با کراتین مالات ($P = 0.015$) (=، بتائین ($P = 0.001$) و کنترل ($P = 0.001$) به‌طور معناداری

نمودار ۳. میانگین و انحراف استاندارد چابکی به دنبال مصرف کراتین مالات، بتا-آلانین، بتائین و کنترل.

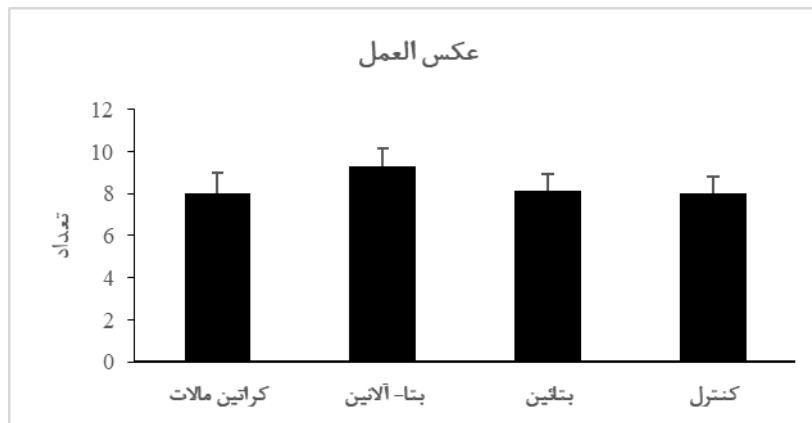


علامت * نشان می‌دهد مدت‌زمان آزمون چابکی به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها می‌باشد.

مقایسه میانگین سرعت عکس‌العمل ($F = 9/18$ و $P = 0/019$) بتائین ($P = 0/023$) و کنترل ($P = 0/010$) به‌طور معناداری بین مکمل‌های مصرفی اختلاف معناداری را نشان داد. همان‌طور که در نمودار ۴ نشان داده شده است سرعت عکس‌العمل به دنبال مصرف بتا-آلانین در مقایسه با کراتین مالات ($P = 0/016$),

بتائین ($P = 0/023$) و کنترل ($P = 0/010$) به‌طور معناداری بیشتر بود. درحالی‌که تفاوت معناداری به دنبال مصرف کراتین مالات در مقایسه با بتائین ($P = 0/589$) و کنترل ($P = 0/898$) وجود نداشت.

نمودار ۴. میانگین و انحراف استاندارد سرعت عکس‌العمل به دنبال مصرف کراتین مالات، بتا-آلانین، بتائین و کنترل.



علامت * نشان می‌دهد سرعت عکس‌العمل به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر گروه‌ها می‌باشد.

عضلانی را با انجام ۳ ست پرس سینه با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه تا واماندگی قبل و بعد از مصرف ۷ روز مکمل کراتین مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که گروهی که مکمل کراتین را مصرف کرده بودند در مقایسه با گروه دارونما به‌طور معنی‌داری تعداد تکرارهای بیشتری از پرس سینه را در ست اول و دوم انجام دادند (۲۳). همچون وانگ^۲ و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مصرف ده روز مکمل کراتین مالات و بتا آلانین موجب بهبود قدرت ورزشکاران بوکس می‌شود و تأثیر مکمل کراتین مالات بیشتر از مکمل بتا آلانین است اما مصرف مکمل بتائین تأثیری بر قدرت ورزشکاران بوکس نداشت. هم‌راستا با نتایج تحقیق حاضر مارکاس پرز^۱ و همکاران قدرت

² Wang

¹ Maicas-Pérez

با این حال ناهم‌سو با تحقیق حاضر جاگیم^۱ و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند مصرف ۴ گرم بتا-آلانین به مدت ۵ هفته تأثیری بر مقادیر لاکتات پلاسمایی به دنبال فعالیت ورزشی با شدت ۱۱۵ و ۱۴۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در مردان تمرین کرده دانشجویی ندارد (۳۰). احتمال دارد شدت تمرین در تحقیق جاگیم و همکاران در مقایسه با شدت تمرین در تحقیق حاضر بیشتر بوده و بنابراین میزان لاکتات بیشتری تولید شده باشد. کارنوزین عضلانی که به دنبال مصرف بتا‌آلانین افزایش می‌یابد تنها ۱۰ درصد خاصیت خنثی‌کنندگی را بر عهده دارد (۱۰). در تحقیق حاضر قدرت عضلانی با تعیین یک تکرار بیشینه پرس سینه و اسکات اندازه‌گیری شد که احتمال دارد افزایش احتمالی کارنوزین عضلانی به دنبال مصرف بتا‌آلانین از طریق مکانیسم افزایش حساسیت به کلسیم موجب افزایش قدرت شده باشد ولی در تحقیق جاگیم و همکاران که آزمودنی‌ها دو ست دوی سرعت با شدت ۱۱۵ و ۱۴۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی انجام دادند بهبود عملکرد ورزشی مستلزم خنثی شدن اسیدلاکتیک تولیدی در حین فعالیت می‌باشد که احتمالاً کارنوزین تولیدی ناشی از مصرف بتا‌آلانین برای این منظور کافی نبوده است.

همچنین همسو با نتایج تحقیق حاضر که نشان داد مصرف ده روز مکمل بتائین بر قدرت عضلانی تأثیر ندارد هافمن و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند مصرف ۱۵ روز بتائین تأثیری بر قدرت در مردان جوان سالم تمرین نکرده نداشته است (۱۷). با این حال لی^۲ و همکاران نشان دادند قدرت و توان عضلانی در ورزشکاران به دنبال مصرف بتائین افزایش می‌یابد (۱۸). احتمال دارد دوره زمانی مصرف مکمل بتائین یکی از دلایل تناقض در نتایج باشد. دوره مصرف مکمل بتائین در تحقیق حاضر (۱۰ روز) و تحقیق هافمن (۱۵ روز) در مقایسه با تحقیق لی و همکاران (۳ هفته) کوتاه‌تر بود. متناقض با نتایج تحقیق لی و همکاران، چوئلاو و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر ۱۰ هفته مکمل بتائین (روزانه ۲/۵ گرم) بر قدرت و عملکرد زنان جوان تمرین نکرده را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد، مصرف مکمل تأثیر معناداری بر قدرت و عملکرد نداشت (۳۱). مصرف بتائین می‌تواند باعث افزایش غلظت اس-آدنوزیل متیونین شود. افزایش اس-آدنوزیل متیونین در سنتز کراتین نقش دارد و از این راه می‌تواند باعث افزایش عملکرد و قدرت عضلانی شود (۳۲). بتائینی که در متابولیسم متیلاسیون شرکت نمی‌کند به راحتی توسط بافت‌ها جذب می‌شود و به‌عنوان یک اسمولیت آلی در تنظیم حجم سلول استفاده می‌شود. غلظت بتائین پلاسما در زنان احتمالاً به دلیل

مصرف ۵ گرم کراتین به صورت روزانه باعث افزایش قدرت عضلانی و کاهش خستگی عصبی-عضلانی در آزمودنی‌های جوان سالم شد (۲۴). تأثیر ۶ هفته مصرف مکمل کراتین مالات بر قدرت عضلانی، توان، شاخص خستگی و عملکرد ورزشی جودوکاران بررسی شد و نتایج آن نشان داد مصرف مکمل کراتین مالات باعث افزایش قدرت عضلانی، توان و عملکرد ورزشی و کاهش شاخص خستگی شده است (۲۵). همچنین گزارش شده است به دنبال مصرف مکمل بتا-آلانین، عملکرد ورزشی و قدرت بهبود می‌یابد (۱۰). بتا-آلانین و کراتین مالات توانایی مهمی در تنظیم رهایش کلسیم دارند. بهبود قدرت عضلانی و عملکرد می‌تواند ریشه در کنترل اسیدوز و کاهش خستگی باشد. بر اساس مطالعات قبلی قدرت عضلانی تعادل بین خستگی و فراخوانی واحدهای حرکتی و عوامل انقباضی است (۲۶). به نظر می‌رسد کراتین مالات و بتا‌آلانین از طریق کاهش خستگی بتوانند باعث افزایش انقباض پذیری و افزایش قدرت عضلانی شوند. علاوه بر این، به نظر می‌رسد تجمع یون هیدروژن عامل مهم دیگری بر قدرت عضلانی باشد. مقادیر کارنوزین عضلانی به دلیل ظرفیت خنثی‌کنندگی آن یکی از عوامل تعیین‌کننده بهبود عملکرد ورزشی است (۱۰). تأثیر مصرف روزانه ۵ گرم مکمل بتا-آلانین به مدت ۷ هفته بر عملکرد ورزشی و مقادیر کارنوزین عضله در قایقران‌ها مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد مقادیر کارنوزین عضله دوقلو به دنبال ۷ هفته مصرف مکمل بتا-آلانین بیش از ۴۵ درصد افزایش یافت. به علاوه، آن‌ها نشان دادند بین عملکرد قایقرانان با میزان کارنوزین عضله دوقلو ارتباط مستقیمی وجود دارد (۲۷). مصرف مکمل بتا-آلانین در تولید و افزایش کارنوزین نقش مهمی دارد. مطالعات نشان داده‌اند مصرف بتا-آلانین باعث افزایش مقادیر پلاسمایی و عضلانی کارنوزین شده است. به نظر می‌رسد پس از مصرف بتا-آلانین، مقادیر بتا-آلانین خون افزایش می‌یابد که سپس توسط عضلات برداشت می‌شود و باعث افزایش سنتز کارنوزین می‌شود (۲۸). کارنوزین با تنظیم آنزیمی مرتبط به فعال شدن ATPase ارتباط دارد. کارنوزین نقش مهمی در دوگانه تحریک-انقباض در عضله اسکلتی دارد. افزایش مقادیر کارنوزین می‌تواند باعث افزایش حساسیت کلسیم در تارهای عضلانی شود (۲۹). از طرفی نشان داده شده است که کارنوزین باعث افزایش حساسیت به کلسیم در اجزای انقباضی می‌شود. افزایش حساسیت به کلسیم می‌تواند باعث افزایش قدرت عضلانی و کاهش خستگی شود.

¹ Jagim

² Lee

- Performance: Trends and Future Prospects. *Nutrients*. 2023; 15(10):2246.
- Greer, B.K., The effects of branched-Chain amino acid supplementation on indirect indicators of muscle damage and performance. 2006.
 - Harty PS, Cottet ML, Malloy JK, Kerksick CM. Nutritional and Supplementation Strategies to Prevent and Attenuate Exercise-Induced Muscle Damage: a Brief Review. *Sports Med Open*. 2019 Jan 7;5(1):1.
 - Adamczyk, J. G. "Support Your Recovery Needs (SYRN) - a Systemic Approach to Improve Sport Performance." *Biomedical Human Kinetics*. 2023 15 (1): 269-279.
 - Wax B, Kerksick CM, Jagim AR, Mayo JJ, Lyons BC, Kreider RB. Creatine for Exercise and Sports Performance, with Recovery Considerations for Healthy Populations. *Nutrients*. 2021 Jun 2;13(6):1915.
 - Tiidus, P.M., Skeletal muscle damage and repair. 2008: *Human Kinetics*.
 - Cooke, M.B., et al., Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2009. 6(1): p. 13.
 - Parthasarathy A, Savka MA, Hudson AO. The Synthesis and Role of β -Alanine in Plants. *Front Plant Sci*. 2019 Jul 18;10:921.
 - Harris, R.C., et al., The absorption of orally supplied β -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino acids*, 2006. 30(3): p. 279-289.
 - Blancquaert L, Everaert I, Derave W. Beta-alanine supplementation, muscle carnosine and exercise performance. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2015 Jan;18(1):63-70.
 - Suzuki, Y., et al., High level of skeletal muscle carnosine contributes to the latter half of exercise performance during 30-s maximal cycle ergometer sprinting. *The Japanese journal of physiology*, 2002. 52(2): p. 199-205.
 - Saunders, B., et al., β -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 2017. 51(8): p. 658-669.
 - Craig, S.A., Betaine in human nutrition. *The American journal of clinical nutrition*, 2004. 80(3): p. 539-549
 - Willingham BD, Ragland TJ, Ormsbee MJ. Betaine Supplementation May Improve Heat

کاتابولیسم بالاتر بتائین به دلیل سرعت متابولیسم متیلاسیون سریع‌تر در آن‌ها کمتر از مردان است (۳۱) که می‌تواند دلیل احتمالی عدم بهبود قدرت به دنبال مصرف بتائین در آزمودنی‌های زن شرکت‌کننده در تحقیق چوئلائو باشد.

شواهد موجود در مدل‌های حیوانی نشان داده است که بتاآلانین همچنین می‌تواند میزان کارنوزین را در محفظه‌های مختلف مغز افزایش دهد و ممکن است به‌عنوان یک محافظت‌کننده عصبی عمل کند (۳۳). بتاآلانین عملکرد روانی حرکتی (یعنی سرعت درگیری هدف و دقت تیراندازی پس از شلیک ناقص سلاح) را بهبود می‌بخشد. بتا آلانین می‌تواند سطح دوپامین را در هسته اکومبسن^۱ (هسته تکمه ای پستانکی) واقع در مغز پیشین تعدیل کند. که شاید بتوان بهبود عملکرد چابکی و سرعت عکس‌العمل را به دنبال مصرف بتاآلانین در تحقیق حاضر به این مکانیسم‌ها نسبت داد.

عدم کنترل دقیق رژیم غذایی آزمودنی‌ها، عدم کنترل وضعیت روحی و روانی آن‌ها، کوتاه بودن دوره مصرف مکمل‌ها به دلیل مشکلات مالی از محدودیت‌های پژوهش حاضر بود.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر تأثیر مکمل‌های کراتین مالات، بتا-آلانین و بتائین بر عملکرد ورزشکاران بوکس را بررسی کرد. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد هم مصرف کراتین مالات و هم مصرف بتا-آلانین به مدت ده روز موجب بهبود قدرت عضلانی (یک تکرار بیشینه پرس سینه و اسکات) می‌شود ولی تأثیر کراتین مالات از بتاآلانین بیشتر است. در مورد چابکی و عکس‌العمل نتایج نشان داد که تأثیر مصرف مکمل بتاآلانین بیشتر از بقیه مکمل‌هاست. نتایج تحقیق حاضر نشان داد مصرف ده روز مکمل بتائین تأثیری بر عملکرد ورزشی ورزشکاران بوکس ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش حاضر قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

منابع

- Bonilla DA, Boulosa D, Del Coso J. *Advances in Nutrition, Dietary Supplements and Ergogenic Aids for Athletic*

¹accumbens

- Recovery in a Bench Press Exercise Protocol in Moderately Physically Trained Men. *Nutrients*. 2023 Jan 28;15(3):657.
24. Wang, C.-C., et al., Effects of creatine supplementation on muscle strength and optimal individual post-activation potentiation time of the upper body in canoeists. *Nutrients*, 2017. 9(11): p. 1169.
 25. Sterkowicz, S., et al., The effects of training and creatine malate supplementation during preparation period on physical capacity and special fitness in judo contestants. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2012. 9(1): p. 41.
 26. Wan JJ, Qin Z, Wang PY, Sun Y, Liu X. Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Exp Mol Med*. 2017 Oct 6;49(10):e384. doi: 10.1038/emm.2017.194. PMID: 28983090; PMCID: PMC5668469.
 27. Baguet, A., et al., β -Alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. *European journal of applied physiology*, 2010. **108**(3): p. 495-503.
 28. Blancquaert, L., et al., Effects of histidine and β -alanine supplementation on human muscle carnosine storage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2017. **49**(3): p. 602-609.
 29. Lamont, C. and D. Miller, Calcium sensitizing action of carnosine and other endogenous imidazoles in chemically skinned striated muscle. *The Journal of Physiology*, 1992. **454**(1): p. 421-434.
 30. Jagim, A.R., et al., Effects of beta-alanine supplementation on sprint endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013. **27**(2): p. 526-532.
 31. Cholewa JM, Hudson A, Cicholski T, Cervenka A, Barreno K, Broom K, Barch M, Craig SAS. The effects of chronic betaine supplementation on body composition and performance in collegiate females: a double-blind, randomized, placebo controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018 Jul 31;15(1):37.
 32. Cholewa, J.M., L. Guimaraes-Ferreira, and N.E. Zanchi, Effects of betaine on performance and body composition: a review of recent findings and potential mechanisms. *Amino acids*, 2014. **46**(8): p. 1785-1793.
 33. Ostfeld I, Hoffman JR. The Effect of β -Alanine Supplementation on Performance, Cognitive Function and Resiliency in Soldiers. *Nutrients*. 2023 Feb 19;15(4):1039.
 - Tolerance: Potential Mechanisms in Humans. *Nutrients*. 2020 Sep 25;12(10):2939.
 15. Trepanowski, J.F., et al., The effects of chronic betaine supplementation on exercise performance, skeletal muscle oxygen saturation and associated biochemical parameters in resistance trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011. **25**(12): p. 3461-3471.
 16. Hoffman, J.R., et al., Effect of betaine supplementation on power performance and fatigue. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2009. **6**(1): p. 7
 17. Hoffman, J.R., et al., Effect of 15 days of betaine ingestion on concentric and eccentric force outputs during isokinetic exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25 (8): p. 2235-2241.
 18. Lee, E.C., et al., Ergogenic effects of betaine supplementation on strength and power performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2010. **7**(1): p. 27.
 19. Fernández-Lázaro D, Fiandor EM, García JF, Busto N, Santamaría-Peláez M, Gutiérrez-Abejón E, Roche E, Mielgo-Ayuso J. β -Alanine Supplementation in Combat Sports: Evaluation of Sports Performance, Perception, and Anthropometric Parameters and Biochemical Markers-A Systematic Review of Clinical Trials. *Nutrients*. 2023 Aug 28;15(17):3755
 20. Durkalec-Michalski K, Kusy K, Ciekot-Sołtysiak M, Zieliński J. The Effect of Beta-Alanine versus Alkaline Agent Supplementation Combined with Branched-Chain Amino Acids and Creatine Malate in Highly-Trained Sprinters and Endurance Athletes: A Randomized Double-Blind Crossover Study. *Nutrients*. 2019 Aug 21;11(9):1961
 21. Pryor JL, Craig SA, Swensen T. Effect of betaine supplementation on cycling sprint performance. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012 Apr 3;9(1):12.
 22. Siahkouhian, M., Afroudeh, R. (2009). Principles of physical fitness testing (coaching guide). 1th Edition. Sanaye Sorkh.
 23. Maicas-Pérez L, Hernández-Lougedo J, Heredia-Elvar JR, Pedauyé-Rueda B, Cañuelo-Márquez AM, Barba-Ruiz M, Lozano-Estevan MDC, García-Fernández P, Maté-Muñoz JL. Effects of Creatine Supplementation after 20 Minutes of

