پژوهش در تغذیه ورزشی
سال اول، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صص ۵۲-۴۳

مقاله پژوهشی

https://researchinexercisenutrition.com

https://www.doi.org/10.34785/J019.2023.005

تاثیر مکمل یاری کراتین و سدیم بیکربنات بر عملکرد بی هوازی، شاخص خستگی و آزمون عملکردی ویژه فوتسال در فوتسالیست‌های نخبه طی تمرینات پیش فصل

ابوالفضل فیجان[۱]، فرهاد دریانوش[۲]✉، کوروش فرد نگار[۳]، فاطمه حسینی نژاد[۴]، نصرت اله فروزان[۵]، احمد محرز[۶]

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

چکیده

هدف: از آن‌جا که تحقیقات محدودی مصرف هم‌زمان مکمل‌های کراتین و سدیم بی‌کربنات را در ورزش‌های تیمی بررسی نموده‌اند، هدف از انجام این پژوهش بررسی مکمل‌یاری کراتین و سدیم بیکربنات بر عملکرد بی‌هوازی، شاخص خستگی و آزمون عملکردی ویژه فوتسال در فوتسالیست‌های نخبه طی تمرینات پیش فصل بود.

روش‌شناسی: ۳۲ فوتسالیست با میانگین سنی ۰/۲۳± ۲۲/۲۳ سال به طور هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در چهار گروه کراتین، سدیم بیکربنات، ترکیبی و دارونما قرار گرفتند. قبل و بعد از مداخله، آزمون عملکردی ویژه فوتسال و تست بی‌هوازی رست (RAST) انجام و شاخص خستگی، اوج و میانگین توان بی‌هوازی برآورد شد. طی ۷ روز مکمل‌یاری، گروه کراتین روزانه ۲۰ گرم کراتین، گروه سدیم بیکربنات ۰/۳ mg/kg، گروه ترکیبی (۲۰ گرم کراتین و ۰/۳ mg/kg سدیم بیکربنات) و گروه کنترل ۲۰ گرم نشاسته، در چهار وعده مصرف نمودند.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان داد اوج توان بی‌هوازی گروه‌های کراتین و ترکیبی از گروه دارونما به‌صورت معناداری بیشتر بود . میانگین توان بی‌هوازی گروه کراتین و ترکیبی از گروه دارونما و هم‌چنین میانگین توان بی هوازی گروه ترکیبی از سدیم بیکربنات به‌صورت معناداری بیشتر بود . شاخص خستگی گروه‌ها تفاوت معناداری نداشت. بین زمان آزمون عملکردی ویژه فوتسال هر یک از گروه‌های کراتین و ترکیبی با گروه دارونما و سدیم بیکربنات و بین گروه کراتین با ترکیبی در مرحله پس آزمون تفاوت معناداری وجود داشت .

نتیجه گیری: مکمل‌یاری کراتین بر خلاف سدیم بیکربنات موجب بهبود شاخص‌های بی‌هوازی و عملکردی بازیکنان فوتسال می‌گردد. هم‌چنین مصرف همزمان کراتین و سدیم بیکربنات با تقویت اثر هم‌افزایی، پاسخ مثبت‌تری به آمادگی بی‌هوازی و عملکردی فوتسالیست‌ها در دوران پیش فصل می‌دهد.

واژگان کلیدی: توان بی‌هوازی، سدیم بیکربنات، کراتین، فوتسال.

۱. دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
✉ **نویسنده مسئول:**
daryanoosh@shirazu.ac.ir
۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۴. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۵. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۶. دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

ISSN:۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:

Fijan, A. Daryanosh, F. Kooroshfard, N. Hosseininezhad, F. Foroozan, N. Mehrez, A. The effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal specific performance test in elite futsal players in pre-season training. Research in Exercise Nutrition. 2022;1(2):43-52. **doi:** 10.34785/J019.2023.005.

Original Article

REN

https://doi.org/10.34785/J019.2023.005 Research in Exercise Nutrition 2022; 1(2): 43-52

The effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal specific performance test in elite futsal players in pre-season training

Abolfazl Fijan[1], Farhad Daryanoosh✉[2], Negar Kooroshfard[3], Fatemeh Hosseininezhad[4], Nosratallah Foroozan[5], Ahmad Mehrez[6]

Received: 2022/07/11 **Accepted: 2022/12/22**

Abstract

Aims: Since limited studies have examined the simultaneous use of creatine and sodium bicarbonate supplements in team sports, the aim of this study was to evaluate creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal special performance test (FSPT) in elite futsal players during pre-season training.

Methods: 32 futsal players (age of 22.23± 0 0.23 years) were selected objectively and randomly divided into four creatine, sodium bicarbonate, combined and placebo groups. FSPT and RAST anaerobicity test was performed and fatigue index, peak and mean anaerobic power were assessed before and after the intervention During 7 days of supplementation, the creatine group received 20 grams of creatine daily, the sodium-bicarbonate group 0.3 mg / kg, the combined group (20 grams of creatine and 0.3 mg / kg sodium bicarbonate) and the control group 20 grams of starch, in four servings.

Result: The results showed that the peak of anaerobic power of creatine and combination groups was significantly higher than the placebo group. The mean anaerobic capacity of the creatine and combination groups was significantly higher than that of the placebo group and the mean anaerobic capacity of the combination group was significantly higher than that of the sodium bicarbonate group. There was no significant difference in the fatigue index of the groups. There is a significant difference between the time of FSPT of each creatine and combination groups with the placebo and sodium bicarbonate groups and between the creatine and combination groups in the post-test.

Conclusion: Creatine supplementation, unlike sodium bicarbonate, improves the anaerobic and functional parameters of futsal players. Also, the simultaneous use of creatine and sodium bicarbonate, by enhancing the synergistic effect, gives a more positive response to the anaerobic and functional indices of futsal players during pre-season.

Keywords: Anaerobic power, creatine, sodium bicarbonate, Futsal.

[1] PhD in Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
[2]✉ Associate Professor of exercise physiology, Department of Exercise Physiology, faculty of Education and Psychology, University of Shiraz, Iran.
[3] Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
[4] Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
[5] Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
[6] Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for the authors.

Citation:

Fijan, A. Daryanosh, F. Kooroshfard, N. Hosseininezhad, F. Foroozan, N. Mehrez, A. The effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal specific performance test in elite futsal players in pre-season training. **Research in Exercise Nutrition**. 2022;1(2):43-52. doi: 10.34785/J019.2023.005.

مقدمه

مصرف مکمل‌ها در میان ورزشکاران افزایش چشم‌گیری پیدا کرده است. مصرف مکمل‌های گوناگون، با اهدافی از جمله افزایش عملکرد و تأخیر در ایجاد خستگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مهم‌ترین دلایل ایجاد خستگی در ورزش‌های رقابتی، بروز اسیدیته عضلانی ناشی از شدت بالای تمرین یا مسابقات است. کاهش pH عضلانی موضوعی مهم است زیرا بین ca+2 و+H بر سر اتصال به جایگاه تروپونین رقابت ایجاد کرده و از سوی دیگر بازسازی فسفوکراتین و فسفوریلاسیون اکسیداتیو را نیز سرکوب می‌کند، بنابراین انقباض عضلانی با اختلال روبرو شده و خستگی ناشی از اسیدیته عضلانی مانع از ادامه فعالیت ورزشی می‌گردد (۱, ۲). در این میان، کمک‌های نیروزا را می‌توان به‌عنوان ابزاری مفید برای بهبود عملکرد ورزشی مورد توجه قرار داد (۳). کمیته بین‌المللی المپیک (IOC) اخیراً در بیانیه‌ای در سال ۲۰۱۸، تعداد کمی از مواد نیروزا و دارای سطح کافی از شواهد علمی و ایمن بودن که توانایی بهبود عملکرد ورزشکاران را داشته باشند، معرفی کرده است. این مواد عبارتند از: کافئین، کراتین، نیترات، سدیم بیکربنات و بتا آلانین (۱). بر همین اساس و در سال‌های اخیر، ورزشکاران و مربیان توجه خاصی به مکمل‌ها داشته‌اند که از جمله این مکمل‌ها می‌توان به ۲ مکمل رایج یعنی کراتین و سدیم بیکربنات اشاره کرد. رشته ورزشی فوتسال از جمله ورزش‌های تیمی است که با توجه به ماهیت این رشته، فشار زیادی در طول مسابقه بر بازیکنان حاضر در زمین وارد می‌شود. سیستم غالب تامین انرژی در رشته فوتسال، مسیر بی‌هوازی است و بازیکنان در طول یک مسابقه بعد از چند دقیقه فعالیت، تعویض‌های مکرر انجام و در مدت کوتاه باید تجدید قوا کنند و دوباره به مسابقه بازگردند. از این رو عقیده بر آن است که استفاده از مکمل‌های مورد تایید آژانس بین المللی ضد دوپینگ که خستگی ناشی از تجمع لاکتات را تعدیل و سرعت بازیافت ورزشکاران را افزایش دهد، می‌تواند در این زمینه کمک کننده باشد (۴). کراتین ترکیبی است که در کبد، کلیه‌ها و پانکراس از ۳ اسیدآمینه آرژنین، متیونین و گلیسین سنتز می‌شود. کراتین به شکل فسفوکراتین، نقش مهمی در متابولیسم انرژی دارد و با هیدرولیز کردن فسفوکراتین، منجر به تولید یک مولکول ATP و بافر کردن یون هیدروژن می‌شود. ۹۵ درصد کراتین موجود در بدن، در عضلات اسکلتی و ۵ درصد باقی‌مانده نیز در مغز، کبد، کلیه‌ها و بیضه‌ها ذخیره می‌شود (۵). در عضله اسکلتی، ذخیره کراتین فسفات بسیار محدود و میزان آن تقریباً ۲۶ mM به ازای هر کیلوگرم وزن عضله است. هنگام فعالیت ورزشی، این میزان می‌تواند به شدت کاهش یافته و حتی به صفر برسد (۶). نتایج پژوهش‌های انجام شده در ارتباط با کراتین نشان می‌دهد که احتمالا این مکمل باعث بهبود توان بی‌هوازی، بهبود عملکرد دستگاه انرژی فسفاژن، اوج توان و میانگین توان بی‌هوازی می‌شود (۷–۹). همچنین مکمل‌یاری کراتین، سبب افزایش ذخیره فسفوکراتین عضلات اسکلتی، افزایش آستانه خستگی عصبی–عضلانی و افزایش توده بدون چربی می‌شود و بر آستانه تهویه‌ای نیز تاثیر مثبتی دارد (۱۰, ۱۱). کلودینو و همکاران گزارش دادند که ۷ هفته مکمل‌یاری کراتین طی دوران پیش فصل موجب بهبود عملکرد پرش بازیکنان فوتبال می‌شود (۱۲). از سوی دیگر، سدیم بیکربنات یا جوش شیرین، یک نمک آلکالین (قلیایی) است و عملکرد عمده آن تعادل اسید و باز در خون و مایع برون سلولی است. نقش سدیم بیکربنات، بافر کردن اسید لاکتیک تولیده شده به هنگام فعالیت ورزشی شدید است. این ماده، منجر به افزایش سطح یون بی‌کربنات (HCO3) از ۲۴mM به ۲۹mM می‌شود و از این طریق، باعث افزایش pH خون از ۷/۴ به ۷/۸ می‌شود. در ورزش‌های بی‌هوازی، استفاده از بیکربنات‌ها رایج است. نقش بافری سدیم بیکربنات موجب دور کردن یون +H و لاکتات از محیط عضلانی شده و موجب بهبود انقباض عضلانی هنگام فعالیت‌های ورزشی می‌گردد. بنابراین، مکمل‌های بافر کننده مانند بی کربنات سدیم (NaHCO3)، ممکن است اسیدوز متابولیک را کاهش داده و عملکرد بی هوازی را در طول ورزش بهبود بخشد (۱۳, ۱۴). همچنین مشخص شده است مکمل یاری سدیم بیکربنات، موجب بهبود عملکرد توان بی‌هوازی درکشتی‌گیران(۱۵)، عملکرد سرعتی و عملکرد تناوبی شناگران می‌شود (۴, ۱۶). در مقابل، در تحقیقی دیگر بیان شده مصرف این مکمل قبل از دوچرخه‌سواری استقامتی، تأثیری بر عملکرد ورزشی ندارد (۱۷). در مطالعات مختلف، به‌طور مجزا اثر مصرف این دو مکمل بر عملکرد ورزشکاران بررسی‌شده است اما تعداد مطالعاتی که اثر مصرف ترکیبی این مکمل‌ها را بررسی کرده باشد، محدود است. نتایج تحقیقاتی که مکمل‌یاری مجزای کراتین یا سدیم بیکربنات را با دارونما مقایسه کرده است نشان می‌دهد، عملکرد ورزشکاران نسبت به گروه دارونما بهبود پیدا می‌کند (۱۸–۲۰). اما در تحقیق دیگری که مصرف همزمان مکمل‌های سدیم بیکربنات و کراتین با گروه‌های کراتین و سدیم بیکربنات (به‌طور مجزا) مقایسه شده بود، مشخص گردید در هر سه گروه، افزایش معناداری در توان بی‌هوازی رخ می‌دهد اما تفاوت قابل‌توجهی بین عملکرد این گروه‌ها مشاهده نمی‌شود (۲۱). آزمون‌های مختلفی به صورت میدانی و آزمایشگاهی به منظور سنجش توانایی بی‌هوازی بازیکنان فوتسال قابل استفاده است که از آن جمله می‌توان به آزمون وینگیت و آزمون RAST اشاره نمود. از طرف دیگر آزمون‌های اختصاصی ویژه فوتسال که علاوه بر زمان عملکرد،

همبستگی قوی با آزمون‌های بی‌هوازی داشته باشد نیز می‌تواند نتایج مطلوب‌تری را به دنبال داشته باشد. یکی از این آزمون‌ها FSPT[1] می‌باشد (۲۲).

با توجه به نقش کراتین و سدیم بیکربنات به‌عنوان یک بافر سلولی و مکانیسم‌های فیزیولوژیکی موثر در هیدرولیز PCr از طریق مصرف یون +H، با ترکیب این ۲ مکمل می‌توان اثر هم افزایی را انتظار داشت. هم‌چنین با توجه به اهمیت مکمل‌های کراتین (دستگاه فسفاژن) و سدیم بیکربنات (دستگاه اسیدلاکتیک) در ورزش‌های مختلف و تحقیقات محدود در این زمینه که تأثیر مصرف همزمان این ۲ مکمل را به خصوص در ورزشکاران رشته فوتسال بررسی کرده باشند، انجام تحقیق حاضر ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف کلی از انجام تحقیق حاضر، تأثیر مصرف همزمان این مکمل‌ها بر شاخص‌های بی‌هوازی و عملکردی ورزشکاران رشته فوتسال می‌باشد.

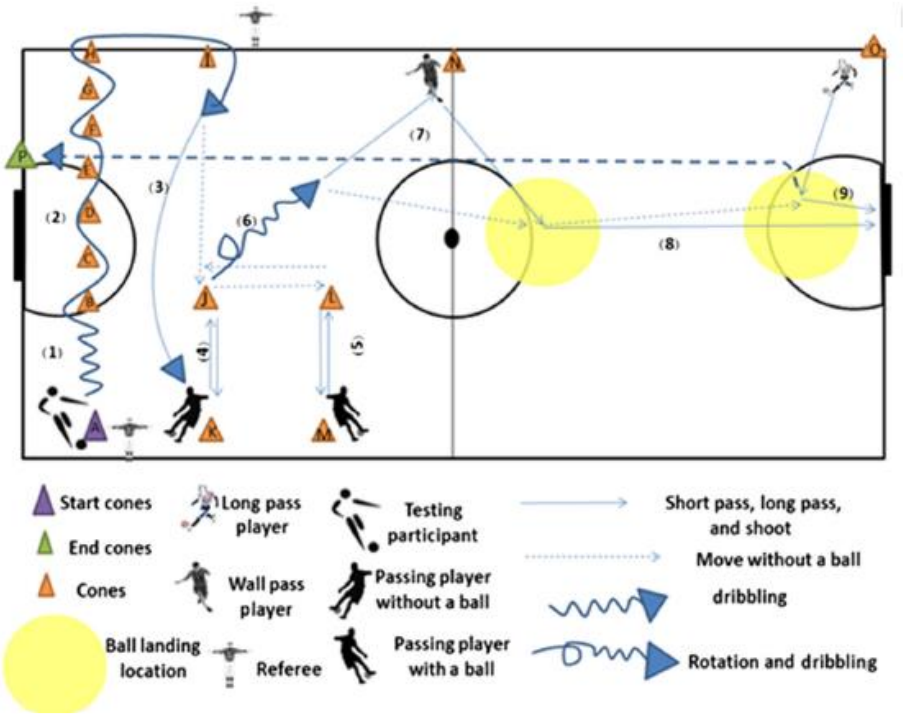
روش‌شناسی

در ابتدا ۳۲ نفر از بازیکنان فوتسال شهرستان شیراز برای شرکت در طرح داوطلب شدند. مشخصات آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ گزارش شده است. معیارهای ورود به تحقیق شامل: داشتن حداقل ۵ سال سابقه فوتسال، بازی کردن حداقل در سطح لیگ دسته یک کشور، سن ۱۹ تا ۲۶ سال، عدم مصرف مکمل‌های ورزشی در ۶ ماه گذشته، نداشتن سابقه‌ی آسیب دیدگی شدید و عدم مصرف مواد دخانیاتی در نظر گرفته شد. این افراد طی دوران تمرینات پیش فصل، به صورت تصادفی به چهار گروه سدیم بیکربنات، کراتین، ترکیبی و گروه دارونما (هر گروه شامل ۸ نفر) تقسیم شدند. از آزمون RAST برای سنجش شاخص‌های بی‌هوازی، در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. بر این اساس آزمودنی‌ها پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۶ بار مسیر ۳۵ متری را با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر تکرار با نهایت سرعت دویدند. شاخص‌های اوج توان، میانگین توان و شاخص خستگی پس از انجام مراحل پیش و پس آزمون محاسبه شد. شاخص خستگی با استفاده از فرمول (مجموع هر ۶ زمان/ حداقل توان – حداکثر توان) به دست آمد (۲۳). در روز دیگر و به منظور اجرای آزمون FSPT، ابتدا آزمودنی‌ها ۱۵ دقیقه به گرم کردن بدن پرداخته تا برای آزمون آماده شوند. مطابق با شکل ۱، این آزمون در کل محیط سالن فوتسال طراحی گردید (۲۲) و بدین منظور ۱۴ مخروط به رنگ نارنجی، ۱ مخروط به رنگ بنفش (نقطه شروع) و یک مخروط به رنگ سبز (نقطه پایانی) مورد استفاده قرار گرفت. ۴ فرد کمکی (به منظور ارسال پاس) و ۲ داور زمان‌سنج نیز مطابق شکل در مکان‌های مورد نظر قرار گرفتند. آزمودنی‌ها باید از قرار گرفتن در نقطه شروع (مخروط بنفش) در مرحله اول مسیر ۸ متری را بدون توپ دویده (مخروط A تا B) و بعد از آن در گام دوم به صورت زیگزاگ به همراه توپ ۷ مخروط نارنجی را پشت سر گذاشتند (مخروط B تا H). پس از آن و با عبور از مخروط I، آزمودنی یک پاس بلند را به سمت اولین بازیکن کمکی در مخروط K ارسال و خود را به سرعت به مخروط J می‌رساند (گام سوم). بازیکن کمکی پاس را به آزمودنی برگشت داده (گام چهارم) و بعد از آن آزمودنی به سمت مخروط L حرکت و پاس را به دومین بازیکن کمکی برمی‌گرداند (گام پنج). آزمودنی دو بار این کار را انجام داده و بعد از دریافت سوم، چرخش انجام داده و دریبل زنی را انجام می‌دهد (گام ۶). سپس با ارسال پاس به سمت دیگر بازیکن کمکی که در کنار مخروط N قرار گرفته است (گام ۷)، پاس را در منطقه ۱ دریافت و با حداکثر قدرت اقدام به شوت‌زنی می‌نماید (گام ۸). نهایتا آزمودنی به سمت منطقه شوت‌زنی (نقطه یک پنالتی) حرکت کرده و پاس دریافتی از بازیکن کمکی چهارم را با شوت‌زنی به سمت دروازه انجام می‌دهد (گام ۹). برای پایان کار بازیکن به سرعت چرخش انجام داده و به سمت مخروط سبز رنگ (نقطه پایانی) حرکت می‌کند. ۲ داور زمان کلی انجام آزمون را سنجیده و میانگین زمان ۲ داور به‌عنوان زمان کلی عملکرد در نظر گرفته شد. همچنین با تشویق کلامی از آزمودنی خواسته شد کلیه مراحل را با حداکثر سرعت و توان به انجام برساند. مکمل‌های به کار رفته شامل کراتین‌منوهیدرات ساخت شرکت New Whey Nutrition آمریکا و سدیم بیکربنات (جوش‌شیرین خوراکی) ساخت شرکت فدک شیمی توس ایران دارای مجوز ساخت از اداره کل نظارت بر امور دارو بود. مکمل‌یاری گروه‌ها در روزهای بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. طی دوره ۷ روز مکمل‌یاری، گروه کراتین روزانه ۲۰ گرم کراتین، گروه سدیم بیکربنات ۰/۳ g/kg/day، گروه ترکیبی (۲۰ گرم کراتین و ۰/۳ g/kg/day سدیم بیکربنات) و گروه کنترل ۲۰ گرم نشاسته را در چهار وعده مصرف نمودند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۲۴ ساعت قبل از انجام هر دو آزمون RAST از انجام تمرینات سنگین خودداری کنند.

1. futsal specific performance test.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار قد و وزن آزمودنی‌ها به تفکیک در هر گروه

متغیر/گروه	کراتین	سدیم بیکربنات	ترکیبی	کنترل
قد(Cm)	۱۷۹±۲	۱۷۴/۶۴±۶	۱۶۷/۲۷±۵	۱۷۳/۴±۵
وزن(Kg)	۷۲/۵۶±۴	۷۱/۷۵±۸	۷۱/۲۵±۵	۷۲/۵±۴
BMI(Kg/m2)	۲۲/۲±۵/۲۲	۲۳/۱±۳/۸۴	۲۲/۲±۹/۱	۲۳/۱±۰۸/۸
سن(سال)	۲۲/۰±۴/۴۵	۲۲/۱±۲/۲	۲۱/۰±۸/۹	۲۲/۰±۵/۶۷



شکل ۱. آزمون عملکردی ویژه فوتسال (FSPT)(۲۲)

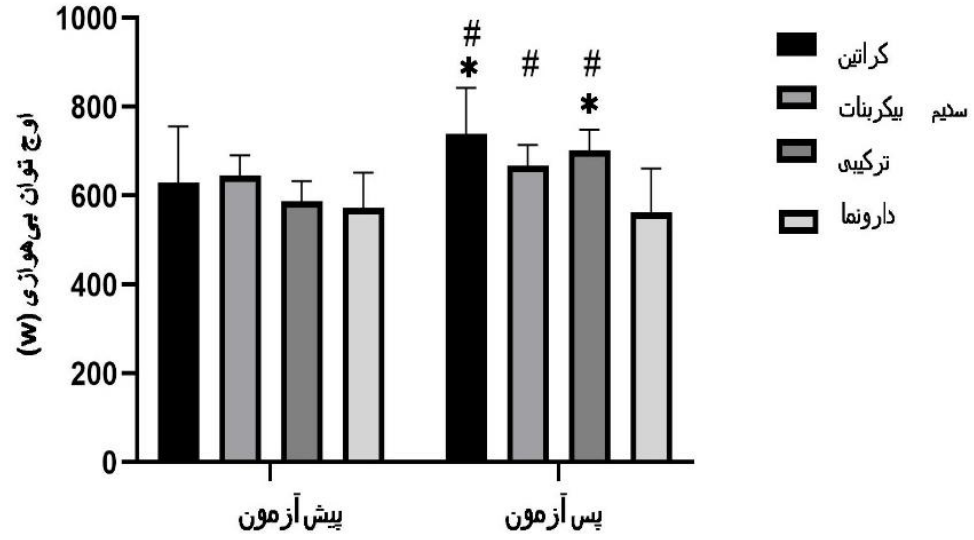
روش آماری

به منظور بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک و همچنین جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده گردید. برای بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی از طرح تحلیل واریانس مختلط (mixed between-within anova) و آزمون t وابسته و مستقل استفاده شد.

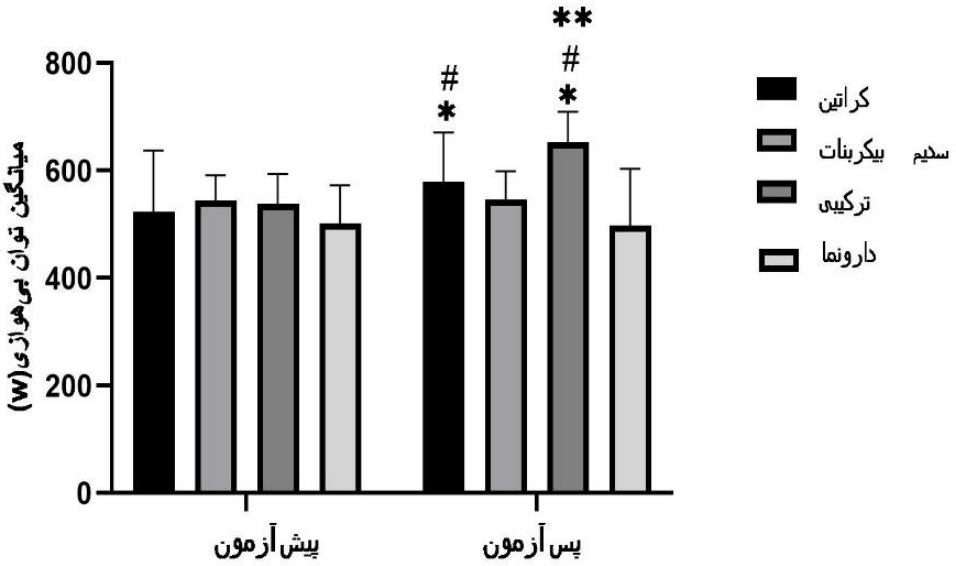
یافته‌ها

نتایج تحلیل واریانس مختلط در رابطه با اوج توان بی‌هوازی نشان داد اثر تعاملی گروه و زمان آزمون (η2=۰/۶۵۹ ، p=۰/۰۰۱، F=۱۸/۰۱) از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. با توجه به وجود تعامل بین گروه‌ها، اثر اصلی ساده بر اساس (آزمون‌های t وابسته و مستقل) نشان داد، در گروه‌های کراتین و ترکیبی در مراحل مختلف آزمون افزایش معنادار وجود دارد و همچنین بین هر یک از گروه‌های کراتین، سدیم بیکربنات و ترکیبی با گروه دارونما در مرحله پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج تحلیل واریانس مختلط در رابطه با میانگین توان بی‌هوازی نشان می‌دهد اثر تعاملی گروه و زمان آزمون (η2=۰/۵۴۱ ، p=۰/۰۰۱، F=۱۱/۰۰۹) از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. اثر اصلی ساده نشان داد در گروه‌های کراتین و ترکیبی در مراحل مختلف آزمون افزایش معنادار وجود دارد و همچنین بین گروه ترکیبی با گروه سدیم بیکربنات و دارونما و گروه کراتین با دارونما در مرحله پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج تحلیل واریانس مختلط در رابطه با شاخص خستگی نشان می‌دهد اثر تعاملی گروه و زمان آزمون (η2=۰/۱۳ ، p=۰/۲۴، F=۱/۴۶) از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد. بنابراین در متغیر شاخص خستگی تفاوت درون گروهی و بین گروهی مشاهده نگردید. نتایج تحلیل واریانس مختلط در رابطه با زمان آزمون عملکردی فوتسال نشان می‌دهد اثر تعاملی گروه و زمان آزمون (η2=۰/۸۹ ، p=۰/۰۰۱، F=۷۵/۱۷) از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. اثر اصلی ساده نشان داد در گروه‌های

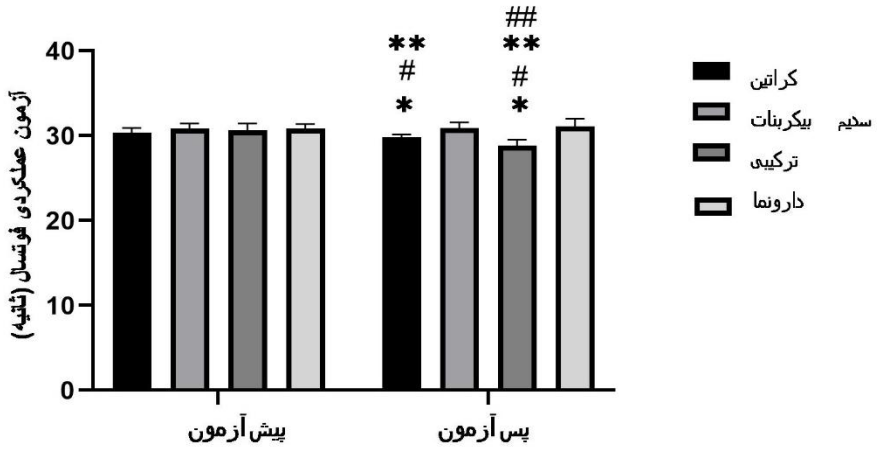
کراتین و ترکیبی در مراحل مختلف آزمون افزایش معنادار وجود دارد، هم‌چنین بین هر یک از گروه‌های کراتین و ترکیبی با گروه دارونما و سدیم بیکربنات و بین گروه کراتین با ترکیبی در مرحله پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد.



نمودار ۱، اوج توان بی هوازی. (*): نشان دهنده افزایش معنادار درون گروهی؛ (#): اختلاف معنادار با گروه دارونما در پس آزمون؛ (**): اختلاف معنادار با گروه سدیم بیکربنات؛ (##): اختلاف معنادار با گروه کراتین



نمودار۲، میانگین توان بی‌هوازی. (*): نشان دهنده افزایش معنادار درون گروهی؛ (#): اختلاف معنادار با گروه دارونما در پس آزمون؛ (**): اختلاف معنادار با گروه سدیم بیکربنات



نمودار ۳، زمان آزمون عملکردی فوتسال. (*): نشان دهنده افزایش معنادار درون گروهی؛ (#): اختلاف معنادار با گروه دارونما در پس آزمون؛ (**): اختلاف معنادار با گروه سدیم بیکربنات؛ (##): اختلاف معنادار با گروه کراتین

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه بررسی مصرف همزمان مکمل‌های کراتین و سدیم بیکربنات نسبت به مصرف این مکمل‌ها به صورت مجزا بر عملکرد بی‌هوازی، شاخص خستگی و آزمون عملکردی ویژه فوتسال در فوتسالیست‌های نخبه بود. نتایج نشان داد که اوج توان بی‌هوازی و میانگین توان بی‌هوازی در گروه‌های کراتین و ترکیبی نسبت به گروه‌های سدیم بیکربنات و دارونما تفاوت معنادار و شاخص خستگی بین گروه‌های موجود تفاوتی را نشان نداد. هم‌چنین زمان آزمون عملکردی ویژه فوتسال در گروه‌های کراتین و ترکیبی نسبت به گروه‌های سدیم بیکربنات و دارونما تفاوت معنادار و بین گروه ترکیبی با گروه کراتین نیز تفاوت معناداری وجود دارد.

کراتین ترکیبی از سه اسیدآمینه آرژنین، متیونین و گلیسین است که به‌صورت درون‌زاد و روزانه به میزان ۱ تا ۲ گرم در بدن تولید می‌شود. حدود ۴۰ درصد کراتین به‌صورت آزاد و باقیمانده آن به‌صورت فسفوکراتین (PCr) وجود دارد.PCr، یک "مخزن انرژی" است که برای تأمین سریع انرژی، از طریق برقراری پیوند با فسفات به منظور بازسازی ATP و حفظ غلظت ATP نزدیک به سطوح استراحتی عمل می‌نماید. در ضمن، کراتین برای بازسازی ATP نیاز به یک یون H^+ دارد که بیانگر این موضوع است که کراتین علاوه بر بازسازی ذخایر انرژی، یک بافر درون سلولی نیز می‌باشد. در رابطه با مکمل‌یاری کراتین نتایج این تحقیق با تحقیقاتی که مصرف مکمل کراتین را به‌صورت مجزا انجام داده‌اند همسو می‌باشد (۷, ۸, ۲۴). در تحقیقی زونیگا و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند بارگیری هفت روزه کراتین منوهیدرات منجر به افزایش معنادار ۵/۴ درصدی میانگین توان بی‌هوازی نسبت به گروه دارونما می‌شود (۹). در مقابل پژوهش‌هایی وجود دارد که پس از مصرف کراتین بهبودی را در عملکرد بی‌هوازی گزارش نکرده‌اند (۲۵, ۲۶). ازجمله دلایل این ناهمسویی می‌توان به نوع آزمون، آمادگی آزمودنی‌ها و دوز مصرف مکمل اشاره کرد. برای مثال در تحقیق وانهاتلو و همکاران بارگیری کراتین اثر معناداری بر توان آزمودنی‌هایی که در یک آزمون ۳ دقیقه‌ای در برابر مقاومت ثابت یک دوچرخه کارسنج الکتریکی شرکت کرده بودند نداشته است؛ تفاوت سطح آمادگی آزمودنی‌ها و نوع آزمون به کار گرفته شده، می‌تواند از دلایل ناهمسویی با تحقیق حاضر باشد. هنگامی تفاوت‌های قابل‌توجه در تعادل اسید- باز مایعات درون سلولی و برون سلولی مطرح می‌شود که فعالیت بیشینه بین ۳۰ ثانیه تا چندین دقیقه صورت پذیرد، که از آن جمله می‌توان به دوی ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۵۰۰ متر، دوچرخه‌سواری و اسکیت سرعتی اشاره نمود.

از دیگر تاثیرات آلکالوئیدی سدیم بیکربنات که بهبود عملکرد ورزشی را به دنبال دارد می‌توان به دپولاریزه کردن غشای پلاسمایی، سازگاری‌های میتوکندریایی و سرعت بخشیدن به گلیکوژنولیز اشاره کرد (۲۷-۲۹). همان‌طور که این مطالعه نشان داد، هنگام مقایسه گروه مکمل‌یاری سدیم بیکربنات و گروه کنترل، تفاوت معناداری بر عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران وجود ندارد. برخی مطالعات انجام شده افزایش عملکرد را طی مصرف سدیم بیکربنات گزارش کردند (۴, ۱۶, ۳۰) . با توجه به این‌که استفاده از سدیم بیکربنات در ورزش‌های بالای یک دقیقه رایج

است (۶)، یکی از دلایل احتمالی معنادار نشدن اثر سدیم بیکربنات بر عملکرد را می‌توان به زمان آزمون نسبت داد. با توجه به اینکه کراتین یک بافر درون‌سلولی و سدیم بیکربنات یک بافر برون – سلولی است، به نظر می‌رسد که با کوتاه‌تر شدن زمان فعالیت، بافرهای درون‌سلولی نقش مهم‌تری را ایفا می‌کنند (۱, ۲). از نتایج چنین استنباط می‌شود که بازسازی فسفوکراتین یکی از عوامل محدودکننده محسوب می‌شود و درنتیجه بهبود عملکرد را می‌توان به مکمل‌یاری با کراتین نسبت داد. یعنی در واقع ممکن است که زمان آزمون و تعداد تکرارهای آن برای اعمال فشار زیاد بر دستگاه اسیدلاکتیک کافی نبوده و سیستم انرژی فسفاژن نقش اصلی را در تأمین انرژی ایفا کرده باشد.

در ارتباط با مصرف مکمل‌های کراتین و سدیم بیکربنات به‌صورت همزمان تحقیقات اندکی صورت گرفته است. در مطالعه حاضر اگرچه عملکرد بی‌هوازی گروه ترکیبی نسبت به گروه کنترل به‌صورت معناداری بهبودیافته است، اما شواهد نشان می‌دهد احتمالاً این بهبود عملکرد ناشی از سهم کراتین در مکمل‌یاری ترکیبی بوده است و سدیم بیکربنات در این افزایش نقشی نداشته باشد. هم‌چنین در رابطه با آزمون عملکردی ویژه فوتسال، نتایج پژوهش نشان داد گروه ترکیبی نسبت به گروه کراتین یا بیکربنات تفاوت معناداری دارد. بنابراین می‌توان نقش هم‌افزایی این ۲ مکمل را در فعالیت‌های عملکردی و مهارتی اختصاصی فوتسال را مطرح نمود. کوزه‌چیان و همکاران (۲۰۲۰) که در مطالعه‌ای تاثیر ترکیبی این دو مکمل را بر آزمون بی‌هوازی متناوب ویژه تکواندوکاران بررسی کردند، بهبود میانگین و اوج توان بی‌هوازی در گروه ترکیبی در مقایسه با مصرف هر کدام از این مکمل‌ها به تنهایی را نشان دادند (۳۱). اما در مطالعه آن‌ها مشابه با پژوهش حاضر شاخص خستگی در گروه‌های مختلف، تفاوتی را نشان نمی‌داد. مرو و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای که اثر ترکیبی سدیم بیکربنات و کراتین را نسبت به گروه دارونما بر عملکرد شناگران در دو نوبت شنای آزاد صد متر بررسی کرده بودند، نشان دادند که مصرف ترکیبی این مکمل‌ها باعث کاهش زمان شنا به‌خصوص در زمان دوم نسبت به گروه دارونما می‌شود (۱۹). البته در تحقیق مرو و همکاران، از گروه‌های مجزای سدیم بیکربنات و کراتین استفاده نکردند و ذخایر فسفوکراتین نیز اندازه‌گیری نگردید و در تعیین سهم این دو مکمل در بهبود عملکرد دچار محدودیت بودند و این فرضیه را مطرح کردند که از نقطه‌نظر عملکردی، استفاده از ترکیب مکمل‌های کراتین و سدیم بیکربنات طی فعالیت‌های تناوبی باعث بهبود عملکرد می‌شود. داودیان و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی مقایسه بین مصرف این مکمل‌ها به‌صورت مجزا و ترکیبی انجام و تأثیر آن‌ها را بر عملکرد کشتی‌گیران طی اجراهای پیاپی وینگیت ۱۰ ثانیه‌ای بررسی کرده و نشان دادند که مکمل– یاری باعث بهبود توان بی‌هوازی کشتی‌گیران می‌شود، اما در بررسی‌های بین گروهی تفاوت معناداری بین عملکرد گروه‌ها وجود نداشت (۲۱).

سازگاری‌های متابولیکی (افزایش میزان بازسازی فسفو کراتین، افزایش در میزان کراتین آزاد، فسفو کراتین، pcr\ATP و گلیکوژن عضلانی) از جمله عوامل موثر در بهبود عملکرد بی‌هوازی است که مکمل‌یاری کراتین می‌تواند زمینه‌ساز آن باشد. در واقع نقش مثبت کراتین بر ذخایر گلیکوژن عضلانی، از طریق تاثیر آن در افزایش حجم سلول‌ها که منجر به تحریک نگهداری آب درون سلولی و مرتبط ساختن آن با تنظیم افزایشی غیر مستقیم مسیر سیگنالی سنتز گلیکوژن و پروتئین، از طریق کیناز فعال شده توسط آدنوزین مونو فسفات (AMPK) و هدف قرار دادن مسیر سیگنالی پروتئین mTOR مشخص می‌گردد، ایفا می‌شود. از سوی دیگر افزایش در غلظت کراتین درون سلولی احتمالا امکان افزایش عملکرد آنزیم ATPase وابسته به یون کلسیم را در بالاترین بازده عملکردی خود قرار می‌دهد و علاوه بر آن امکان جدا شدن بیشتر و سریع‌تر پل‌های عرضی میوزین را فراهم می‌کند (۳۲). بنابراین عملکرد ورزشکاران در انقباض‌های عضلانی طی فعالیت‌های سرعتی و عملکردهای بی‌هوازی بهبود می‌یابد.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که بارگیری کراتین یکی از بهترین روش‌ها برای بازسازی انرژی در رشته‌های ورزشی مبتنی بر فعالیت‌های تناوبی از جمله فوتسال می‌باشد و مکمل‌یاری با آن نسبت به سدیم بیکربنات می‌تواند به منظور بهبود شاخص‌های بی‌هوازی بازیکنان فوتسال مورد استفاده قرار گیرد. برای بررسی اثر بخشی سدیم بیکربنات بهتر است از آزمون‌هایی با تکرارهای بیشتر یا طولانی‌تر استفاده کرد. هم‌چنین مکمل‌یاری همزمان کراتین و سدیم بیکربنات نسبت به مصرف مجزای هر کدام از آن‌ها پاسخ مناسب‌تری در آزمون عملکردی– مهارتی ویژه فوتسال ایجاد می‌کند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله هیچ گونه تضاد منافعی در رابطه با انتشار آن ندارند.

منابع

1. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. International journal of

international society of sports nutrition. 2014;11(1):1-6.
13. Chycki J, Golas A, Halz M, Maszczyk A, Toborek M, Zajac A. Chronic ingestion of sodium and potassium bicarbonate, with potassium, magnesium and calcium citrate improves anaerobic performance in elite soccer players. Nutrients. 2018;10(11):1610.
14. Lino RS, Lagares LS, Oliveira CVC, Queiroz CO, Pinto LLT, Almeida LAB, et al. Effect of sodium bicarbonate supplementation on two different performance indicators in sports: a systematic review with meta-analysis. Physical Activity and Nutrition. 2021;25(1):7.
15. Durkalec–Michalski K, Zawieja EE, Zawieja BE, Michałowska P, Podgórski T. The gender dependent influence of sodium bicarbonate supplementation on anaerobic power and specific performance in female and male wrestlers. Scientific Reports. 2020;10(1):1-12.
16. Mero AA, Hirvonen P, Saarela J, Hulmi JJ, Hoffman JR, Stout JR. Effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on maximal sprint swimming. Journal of the international society of sports nutrition. 2013;10(1):1-9.
17. Stephens TJ, McKENNA MJ, Canny BJ, Snow RJ, McCONELL GK. Effect of sodium bicarbonate on muscle metabolism during intense endurance cycling. Medicine and science in sports and exercise. 2002;34(4):614-21.
18. Barber JJ, McDermott AY, McGaughey KJ, Olmstead JD, Hagobian TA. Effects of combined creatine and sodium bicarbonate supplementation on repeated sprint performance in trained men. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(1):252-8.
19. Mero AA, Keskinen KL, Malvela MT, Sallinen JM. Combined creatine and sodium bicarbonate supplementation enhances interval swimming. Journal of Strength and Conditioning Research. 2004;18(2):306-10.
20. Kazemi M, Hashemvarzi S, FallahMohammadi Z. The combined effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on blood lactate and anaerobic power in young taekwondo players. Intl J Sport Std. 2013;3(9):963-69.
21. Davodian N, Gharkhanlo R, Banitalebi E, Brmaki S, Khazani A. Comparison of the effects of creatine monohydrate, sodium bicarbonate and their combination on anaerobic and lactate performances of wrestlers. Nutrition sciences and food technology. 2012(2):57-66 (in persian).
22. Farhani F, Arazi H, Mirzaei M, Nobari H, Mainer-Pardos E, Chamari IM, et al. Associations between bio-motor ability, endocrine markers and hand-specific anthropometrics in elite female futsal sport nutrition and exercise metabolism. 2018;28(2):104-25.
2. Junior AHL, de Salles Painelli V, Saunders B, Artioli GG. Nutritional strategies to modulate intracellular and extracellular buffering capacity during high-intensity exercise. Sports Medicine. 2015;45(1):71-81.
3. Kim J, Kim J. Nutritional supplement for athletic performance: Based on Australian Institute of Sport sports supplement framework. Exercise Science. 2019;28(3):211-20.
4. Zajac A, Cholewa J, Poprzecki S, Waskiewicz Z, Langfort J. Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes. Journal of sports science & medicine. 2009;8(1):45.
5. Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2017;14(1):1-18.
6. Robert A, Robergs S. Fundamental principles of exercise physiology. Translated by: Abbas Ali Gaeini, Valioalleh Dabidi Roushan Tehran, Samt. 2000;1390.
7. Eslami S, Hemati moradabadi J. The effect of four weeks of intense interval training with creatine supplementation on some anaerobic functions of female swimmers. Journal of Applied Research in Sports Management. 2013;1(3):73-8 (in persian).
8. Kashef M, Bonyan A, Rad M. The effect of creatine-carbohydrate supplementation on anaerobic power and cell damage index (CK, LDH) in male athletes aged 15-18 years. Journal of sport biosciences. 2012(13):125-52 (in persian).
9. Zuniga JM, Housh TJ, Camic CL, Hendrix CR, Mielke M, Johnson GO, et al. The effects of creatine monohydrate loading on anaerobic performance and one-repetition maximum strength. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2012;26(6):1651-6.
10. Bemben MG, Lamont HS. Creatine supplementation and exercise performance. Sports Medicine. 2005;35(2):107-25.
11. Cook CJ, Crewther BT, Kilduff LP, Drawer S, Gaviglio CM. Skill execution and sleep deprivation: effects of acute caffeine or creatine supplementation-a randomized placebo-controlled trial. Journal of the international society of sports nutrition. 2011;8(1):1-8.
12. Claudino JG, Mezêncio B, Amaral S, Zanetti V, Benatti F, Roschel H, et al. Creatine monohydrate supplementation on lower-limb muscle power in Brazilian elite soccer players. Journal of the

players: a pilot study. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2022;14(1):1-8.
23. Queiroga MR, Cavazzotto TG, Katayama KY, Portela BS, Tartaruga MP, Ferreira SA. Validity of the RAST for evaluating anaerobic power performance as compared to Wingate test in cycling athletes. Motriz: Revista de Educação Física. 2013;19(4):696-702.
24. Tyka A, Chwastowski M, Cison T, Palka T, Tyka A, Szygula Z, et al. Effect of creatine malate supplementation on physical performance, body composition and selected hormone levels in spinters and long-distance runners. Acta Physiologica Hungarica. 2015;102(1):114-22.
25. Vanhatalo A, Jones AM. Influence of creatine supplementation on the parameters of the "all-out critical power test". Journal of Exercise Science & Fitness. 2009;7(1):9-17.
26. Wilder N, Deivert RG, Hagerman F, Gilders R. The effects of low-dose creatine supplementation versus creatine loading in collegiate football players. Journal of athletic training. 2001;36(2):124.
27. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2018;15(1):38.
28. Sostaric SM, Skinner SL, Brown MJ, Sangkabutra T, Medved I, Medley T, et al. Alkalosis increases muscle K+ release, but lowers plasma [K+] and delays fatigue during dynamic forearm exercise. The Journal of physiology. 2006;570(1):185-205.
29. Percival ME, Martin BJ, Gillen JB, Skelly LE, MacInnis MJ, Green AE, et al. Sodium bicarbonate ingestion augments the increase in PGC-1α mRNA expression during recovery from intense interval exercise in human skeletal muscle. Journal of Applied Physiology. 2015;119(11):1303-12.
30. Minaseyan V, Eslami M, Sabaghe langroudi M. The Effect of Sodium Bicarbonate Supplement on Anaerobic Power and Blood Lactate Level of Futsal Players. Journal of sport biosciences. 2013;1(16):19-5 (in persian).
31. Koozehchian MS, Sarshin A, Fallahi V, Rahimi A, Kaviani M, Forbes S, et al. Effects of Creatine and Sodium Bicarbonate Supplementation on Exercise Performance in Elite Taekwondo Players. The FASEB Journal. 2020;34(S1):1-.
32. Roberts PA, Fox J, Peirce N, Jones SW, Casey A, Greenhaff PL. Creatine ingestion augments dietary carbohydrate mediated muscle glycogen supercompensation during the initial 24 h of recovery following prolonged exhaustive exercise in humans. Amino acids. 2016;48(8):1831-42.