

مقایسه تاثیر مصرف حاد مکمل‌های ریبوز و کراتین بر عملکرد بی‌هوازی کشتی‌گیران نخبه در فعالیت‌های شدید مکرر

عادل دنیایی^۱، خسرو ابراهیم^۲، حمید رجبی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۱۵

پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

چکیده

هدف از تحقیق حاضر مقایسه تاثیر مصرف حاد مکمل‌های ریبوز و کراتین بر عملکرد بی‌هوازی پس از فعالیت‌های شدید مکرر در کشتی‌گیران نخبه بود. بدین منظور ۱۰ نفر از کشتی‌گیران نخبه شهر تهران با میانگین سن (22 ± 3 سال) و شاخص توده بدن (23 ± 3 کیلوگرم بر مترمربع) داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. تحقیق از نوع نیمه تجربی و به صورت دوسوکور متقاطع انجام شد. در این تحقیق آزمودنی‌ها در سه جلسه، ۴ مرحله فعالیت شدید را با فاصله ۱۵ دقیقه استراحت غیرفعال در آزمایشگاه انجام دادند. هر مرحله شامل ۳ آزمون وینگیت یا با دوچرخه کارسنج موناک و ۳ آزمون وینگیت دست با کارسنج دستی موناک به صورت متناوب و با استراحت فعال ۱ دقیقه‌ای بین هر آزمون بود. یک ساعت قبل از انجام کلیه مراحل آزمون و پس از پایان مرحله دوم آزمون، آزمودنی‌ها مکمل ریبوز یا کراتین (به میزان ۱ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) یا دارونما (طعم‌دهنده بی‌اثر اسپارتان) مصرف کردند. برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (3×4) استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد اوج توان بی‌هوازی در جلسه مصرف مکمل ریبوز و نیز در جلسه مصرف مکمل کراتین به نسبت جلسه مصرف دارونما به صورت معنی‌داری بالاتر بود ($P=0/002$). همچنین میانگین توان بی‌هوازی در جلسات مصرف ریبوز و کراتین به نسبت جلسه مصرف دارونما، به صورت معنی‌داری بالاتر بود ($P=0/004$). از طرفی نتایج حاکی از عدم تفاوت در شاخص خستگی بین جلسه کراتین، ریبوز و دارونما در تحقیق بود ($P=0/77$). به طور کلی به نظر می‌رسد مصرف حاد مکمل ریبوز و کراتین هر کدام به تنهایی می‌توانند عملکرد بی‌هوازی را در فعالیت‌های شدید تکراری (همانند فعالیت مورد استفاده در تحقیق حاضر) بهبود بخشند، اگرچه احتمالاً بر تاخیر خستگی تاثیر معنی‌داری ندارند.

واژگان کلیدی: ریبوز، کراتین، فعالیت شدید مکرر، عملکرد بی‌هوازی، کشتی‌گیر نخبه.

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شاهرود (نویسنده مسئول) Email: adellidonyai@yahoo.com

۲. استاد دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید بهشتی

۳. دانشیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تربیت معلم تهران

مقدمه

سالهاست مکمل‌های تغذیه‌ای گوناگونی برای بهبود پاسخ‌های فیزیولوژیکی به تمرین، افزایش سازگاری با تمرین و در نتیجه بهبود عملکردهای ورزشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هرچند تحقیقات نشان داده‌اند بسیاری از این مکمل‌ها تأثیری بر عملکرد افراد ندارند، ولی تأثیر مکمل‌های تغذیه‌ای ریبوز و کراتین در عملکرد ورزشکاران مورد تأیید است (۵-۱). ریبوز یک قند پنج‌کربنه است که برای تولید و بازیابی ذخایر آدنوزین‌تری‌فسفات (ATP) مورد نیاز است. بر همین اساس ریبوز بیشتر برای رشته‌های بی‌هوازی و برای بازسازی ATP و افزایش توان بی‌هوازی معرفی می‌شود (۸-۴، ۶). ریبوز همچنین به‌خاطر نقش اساسی و برجسته‌ای که در ذخیره کلی آدنوزین در بدن برعهده دارد، به‌طور عمومی در چرخه‌ی بسیاری از بیماری‌ها مانند سکت‌های قلبی، نقش ایفا می‌کند (۴). در حقیقت ریبوز در بیماران با سابقه سکت قلبی می‌تواند به خوبی نقش ایفا کند و در بازتوانی آن‌ها از گذشته مورد استفاده بوده است (۹). ریبوز همچنین در چرخه‌ی پنتوزفسفات (PPP) اهمیت زیادی دارد و باعث بازسازی و سنتز اسیدهای نوکلئیک و در نهایت ATP می‌شود (۴). در مجموع به نظر می‌رسد ریبوز بر عملکرد بی‌هوازی موثر باشد اما تحقیق در این زمینه اندک و نتایج آن متناقض است (۱). براردی و زیجنفوس (۲۰۰۳) در تحقیقی اثر مصرف مکمل ریبوز را بر اجرای ۸ مرد غیرورزشکار بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که مکمل ریبوز می‌تواند باعث افزایش عملکرد بی‌هوازی شود ولی نه در تمامی مراحل؛ و احتمالاً وابسته به نوع مکمل‌دهی و طراحی پروتکل تأثیر آن نیز متفاوت خواهد بود (۱۰). هلسن و همکاران (۲۰۰۴) و پیویلر و همکاران (۲۰۰۶) نیز در تحقیقاتی به نتایج متفاوت دست یافتند و اعلام کردند که مکمل ریبوز نمی‌تواند نقش خاصی در بهبود عملکرد ورزشی بازی کند (۱۱، ۶). کراتین نیز همانند ریبوز نقش اساسی در بازسازی ATP و بهبود توان بی‌هوازی دارد. کراتین از سه اسید آمینه گلايسين، آرژنین و متیونین تشکیل شده است (۱۲). امروزه کراتین یکی از رایج‌ترین و پرمصرف‌ترین مکمل‌های غذایی در بین ورزشکاران است (۱۳). مصرف کراتین میزان فسفوکراتین و کراتین تام بدن را افزایش می‌دهد و عملکرد و توانایی‌های ورزشی را بهبود می‌بخشد (۱۲). سیستم فسفاژن سریع‌ترین منبع بازسازی انرژی در بدن محسوب می‌شود و زمانی که ATP در مدت اندکی مورد نیاز است، فسفوکراتین‌های ذخیره شده در درون عضلات می‌توانند با از دست دادن گروه فسفات خود، ATP را از ADP موجود دوباره‌سازی کنند (۱۲). هاریس و همکاران طی تحقیقی گزارش کردند مصرف مکمل کراتین به میزان ۵ گرم موجب افزایش غلظت کراتین پس از یک ساعت از مصرف آن می‌شود و پس از ۶ تا ۷ ساعت به حالت

پایه خود بر می‌گردد (۱۴). در تحقیقی دیگر استینجی و همکاران نیز به نتایج مشابه دست یافتند (۱۵). در مجموع بیشتر تحقیقات حاکی از آن است که مصرف مکمل کراتین، عملکردهای ورزشی را بهبود می‌بخشد. برای مثال زانیگا و همکاران، اسکار و موجیکا و چند تحقیق دیگر نشان دادند مصرف مکمل کراتین موجب بهبود عملکردهای ورزشی طی فعالیت‌های مختلف می‌شود (۲۱-۲۰، ۵). تحقیقات انجام شده در زمینه تأثیر مکمل ریبوز بر عملکرد ورزشی همسو نیستند و تحقیقات اندکی در زمینه تأثیر مصرف حاد و تک جلسه‌ای مکمل کراتین بر عملکرد ورزشی انجام شده است. در زمینه تأثیر مکمل‌های ریبوز و کراتین روی کشتی‌گیران، بویژه در فعالیت‌های بی‌هوازی شدید و مکرر (مانند شرایطی که ورزشکاران رشته کشتی در مسابقات و تمرینات با آن روبرو هستند) تحقیقی انجام نگرفته است. از آنجایی که اغلب کشتی‌گیران از هر دوی این مکمل‌ها در هنگام انجام تمرینات شدید استفاده می‌کنند، تحقیق حاضر به دنبال این است که با انجام چند وهله تکرار آزمون ۱۰ ثانیه‌ای وینگیت با زمان‌های استراحتی محدود که نیازمند توان بالا است (۱۰)، مانند آنچه مورد نیاز ورزشکاران در فعالیت‌های بی‌هوازی مانند کشتی است، مصرف حاد مکمل ریبوز و کراتین را به عنوان مکمل‌های انرژی‌زا و تاثیرگذار بر عملکرد در یک ساعت قبل از فعالیت و در حین انجام فعالیت بررسی کند و به این پرسش، پاسخ دهد که مصرف حاد مکمل‌های ریبوز و کراتین به صورت مجزا، چه تاثیری بر بهبود عملکرد بی‌هوازی (اوج توان، میانگین توان، شاخص خستگی) و توان بدنی کشتی‌گیران در فعالیت‌های شدید مکرر دارد؟ و بین این دو مکمل چه تفاوتی از نظر اثرگذاری حاد بر عملکرد ورزشی وجود دارد؟

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر از نوع نیمه‌تجربی بود. در این تحقیق از بین کشتی‌گیران نخبه سطح تهران (با حداقل داشتن مقام استانی) با سابقه‌ی حداقل پنج سال فعالیت منظم کشتی، ۱۰ نفر به طور داوطلب شرکت کردند. در جدول ۱ مشخصات عمومی آزمودنی‌ها آورده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های عمومی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتیمتر)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر ^۲)	چربی بدن (درصد)	سابقه کشتی (سال)
آزمودنی‌ها N=۱۰	۲۲ \pm ۳	۶۹ \pm ۱۲	۱۷۳ \pm ۶	۲۳ \pm ۳	۱۲ \pm ۳	۷ \pm ۲

آزمودنی‌ها در چهار جلسه مجزا به آزمایشگاه دعوت شدند. در اولین جلسه حضور آزمودنی‌ها و پس از امضاء رضایت‌نامه کتبی و تکمیل پرسش‌نامه اطلاعات عمومی و سلامت، توضیحاتی در مورد مراحل مختلف اجرای تحقیق و چگونگی اجرای آن به شرکت‌کنندگان داده شد. سپس ویژگی‌های آنها از جمله قد، وزن، توده بدن (BMI) و درصد چربی بدن (روش هشت چین ایساک^۱) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری چربی زیر پوستی از ضخامت سنج (چربی سنج) اسلم گاید^۲ ساخت کشور آمریکا استفاده شد. در جلسات دوم تا چهارم (جلسات آزمون) که با فاصله یک هفته از یکدیگر انجام شد، در ابتدا اولین نوبت مکمل یا دارونما (Y₁) راس ساعت ۸ صبح توسط آزمودنی‌ها مصرف شد (۱/۰ گرم به ازای هر کیلو وزن بدن از مکمل‌های کراتین، ریبوز و یا طعم‌دهنده بی‌اثر اسپارتان محلول در ۲۵۰ میلی گرم آب)، سپس آزمودنی‌ها برای جذب کامل مکمل یک ساعت استراحت کردند (۱۶) و پس از ۵ دقیقه رکاب زدن با سرعت ۵۰ دور در دقیقه (۵۰ RPM) و انجام حرکات کششی آزمون اصلی شروع شد. آزمون اصلی، شامل چهار مرحله مشابه بود. بین هر مرحله ۱۵ دقیقه استراحت غیرفعال وجود داشت (مشابه زمان استراحت بین دو مسابقه کشتی در مسابقات رسمی). هر مرحله، خود شامل ۳ آزمون وینگیت ۱۰ ثانیه‌ای پا و ۳ آزمون وینگیت ۱۰ ثانیه‌ای دست به صورت متناوب و با ۱ دقیقه استراحت فعال شامل دو بخش ۳۰ ثانیه بود. به این صورت که فرد پس از گرم کردن ابتدا بروی دوچرخه وینگیت پا رفت و ۱۰ ثانیه آزمون را با بار تعیین شده حدوداً ۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن انجام داد. سپس بار اعمال شده از روی دستگاه برداشته شد و فرد ۳۰ ثانیه بدون بار و با RPM بین ۵۰ تا ۶۰ رکاب زد. پس از ۳۰ ثانیه اول استراحت فعال، فرد بلافاصله و بدون وقفه پشت رکاب‌زن دستی قرار گرفت و ۳۰ ثانیه دوم استراحت فعال را بدون بار و با RPM بین ۵۰ تا ۶۰ انجام داد. در انتهای ۳۰ ثانیه دوم استراحت فعال، آزمون وینگیت ۱۰ ثانیه‌ای دست با بار تعیین شده حدوداً ۴۵ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن شروع شد. پس از آن دوباره ابتدا ۳۰ ثانیه استراحت فعال با رکاب‌زن دستی و سپس دوچرخه شروع شد. این روند تا انتهای هر مرحله و اتمام ۳ وینگیت پا و ۳ وینگیت دست ادامه یافت. دومین نوبت از مکمل یا دارونما (Y₂) پس از پایان مرحله دوم آزمون مصرف شد. دلیل استفاده از هر دو آزمون پا و دست، کاربرد و درگیر کردن هر دو قسمت عضلات اندام تحتانی و اندام فوقانی بود که در کشتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. متأسفانه در تحقیقات گذشته این شرایط مورد مطالعه قرار نگرفته است. برای اجرای آزمون‌های وینگیت پا از دوچرخه کار سنج مونارک مدل (EA۹۴)

-
1. Isak
 2. Slim guide

و برای اجرای آزمون‌های وینگیت دست از رکاب‌زن دستی مونارک مدل (E8۹۱) ساخت کشور سوئد استفاده شد. کل مراحل (از اولین مصرف مکمل تا پایان فعالیت) در حدود دو ساعت و ده دقیقه به طول انجامید. تمامی ۱۰ آزمودنی این تحقیق هر سه جلسه مصرف مکمل و یا دارونما را به شکل توازن متقابل^۱ اجرا کردند. نحوه مکمل‌دهی در این تحقیق برگرفته از تحقیق‌های شیفرت و گروس (۲، ۱۶) و پروتکل فعالیت برگرفته از تحقیق براردی بود (۱۰)؛ ولی به دلیل ویژگی‌های خاص کشتی پس از دو مطالعه آزمایشی به صورت فوق تغییر یافت. لازم به یادآوری است شاخص‌های عملکرد آزمون وینگیت_اوج توان، میانگین توان و شاخص خستگی_ برای هر چهار مرحله فعالیت که هر یک شامل ۶ آزمون وینگیت ۱۰ ثانیه‌ای دست و پا بود، محاسبه گردید. برای تحلیل روشن‌تر داده‌ها در هر یک از سه فاکتور فوق، میانگین تمامی ۶ آزمون وینگیت در هر مرحله مبنا قرار گرفت. به منظور کنترل غذای آزمودنی‌ها قبل از شروع اجرای آزمون از آنها خواسته شد حداقل ۴۸ ساعت قبل از شروع تحقیق و در طول دوره مطالعه از مصرف داروها و مکمل‌های غذایی و نیز انجام فعالیت بدنی شدید خودداری کنند. رژیم غذایی آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از آزمون اول به منظور مقایسه با رژیم غذایی قبل از آزمون دوم و سوم ثبت شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد دو روز قبل از انجام آزمون دوم و سوم رژیم غذایی مشابه قبل از آزمون اول را مصرف کنند. آزمودنی‌ها همچنین در طی انجام پروتکل فقط مجاز به نوشیدن و خوردن مکمل‌های تهیه شده بودند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل شد. جهت تعیین طبیعی بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنف^۲ و به علت طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آمار پارامتریک استفاده گردید. برای مقایسه داده‌های مربوط به فاکتورهای عملکردی و بررسی تأثیر مکمل و دارونما از تحلیل واریانس مکرر (۳×۴) استفاده شد. در صورتی که آزمون تحلیل واریانس تفاوت معنی‌داری را نشان داد از آزمون تعقیبی بانفرونی^۳ برای تعیین محل تفاوت استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمام تحلیل‌های آماری ($P < 0/05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تحلیل آماری داده‌ها نشان داد به طور کلی در اوج توان بی‌هوای در سه جلسه تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P = 0/002$). همچنین آزمون تعقیبی حاکی از آن بود که اوج توان

-
1. counter balance
 2. Smirnov Kolmogrov
 3. Bonferoni

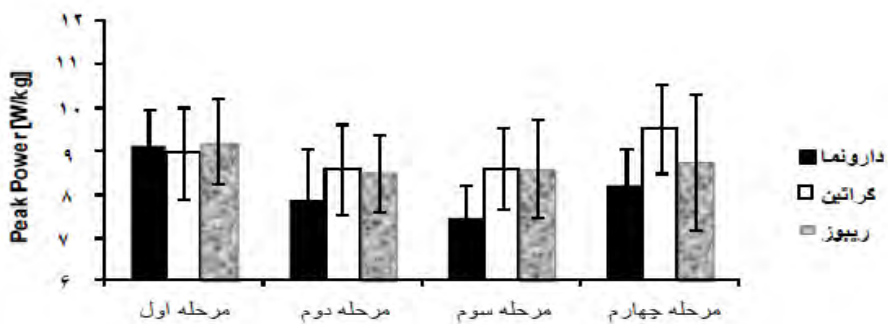
بی‌هوازی در جلسه مصرف ریبوز و جلسه مصرف کراتین در مرحله سوم به نسبت جلسه مصرف دارونما بالاتر بود؛ و نیز در مرحله چهارم جلسه مصرف کراتین به نسبت دو جلسه دیگر میزان اوج توان بالاتر بود ($P=0/04$) (شکل ۱). علاوه بر این نتایج در مورد میانگین توان بی‌هوازی نشان داد در میانگین توان بی‌هوازی در سه جلسه تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P=0/004$). آزمون تعقیبی حاکی از آن بود که به طور کلی جلسه ریبوز به نسبت دارونما ($P=0/003$) و نیز جلسه کراتین به نسبت دارونما ($P=0/04$) در زمینه میانگین توان بی‌هوازی میزان بالاتری داشتند. اما در تعامل گروه با زمان در این فاکتور تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P=0/07$) (شکل ۲). نتایج در مورد شاخص خستگی نشان داد در سه جلسه تفاوت معنی‌داری در مورد این فاکتور وجود نداشت ($P=0/77$) (شکل ۳).

جدول ۲. داده‌های مربوط به شاخص‌های عملکردی (میانگین \pm انحراف معیار)

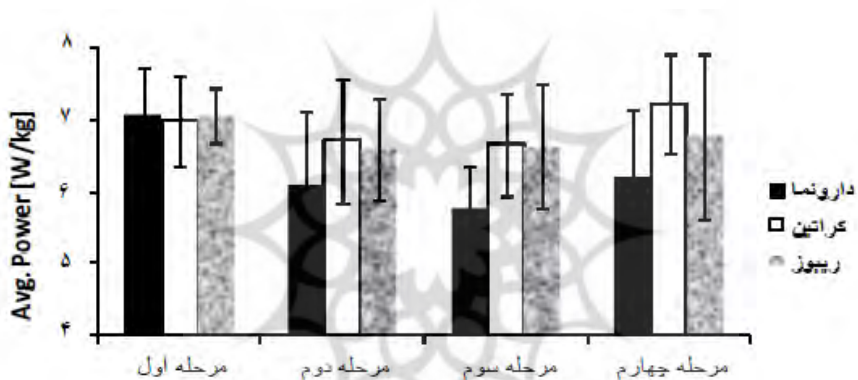
اثر مکمل		مرحله چهارم	مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول	زمان	
مقدار P	مقدار F					شاخص‌ها	
0/002	#8,76	8/18 \pm 0/88	7/45 \pm 0/75	7/86 \pm 1/18	9/14 \pm 0/84	دارونما	اوج توان (وات/کیلوگرم)
		8/75 \pm 1/57	*8/58 \pm 1/13	8/49 \pm 0/88	9/22 \pm 1	ریبوز	
		*9/51 \pm 1/02	*8/60 \pm 0/94	8/57 \pm 1/03	8/96 \pm 1/05	کراتین	
0/004	#7,45	6/19 \pm 0/96	5/77 \pm 0/57	6/10 \pm 1/03	7/07 \pm 0/62	دارونما	میانگین توان (وات/کیلوگرم)
		6/77 \pm 1/13	6/63 \pm 0/87	6/59 \pm 0/70	7/06 \pm 0/38	ریبوز	
		7/20 \pm 0/68	6/66 \pm 0/72	6/72 \pm 0/86	6/99 \pm 0/63	کراتین	
0/77	0/25	48/22 \pm 10/22	45/17 \pm 13/38	43/39 \pm 11/24	41/85 \pm 7/21	دارونما	شاخص خستگی (درصد)
		45/85 \pm 11/40	43/12 \pm 7/38	42/75 \pm 8/23	44/27 \pm 6/72	ریبوز	
		47/76 \pm 8/67	42/86 \pm 9/71	43/59 \pm 7/72	40/07 \pm 7/05	کراتین	

علامت # نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در بین سه جلسه می‌باشد.

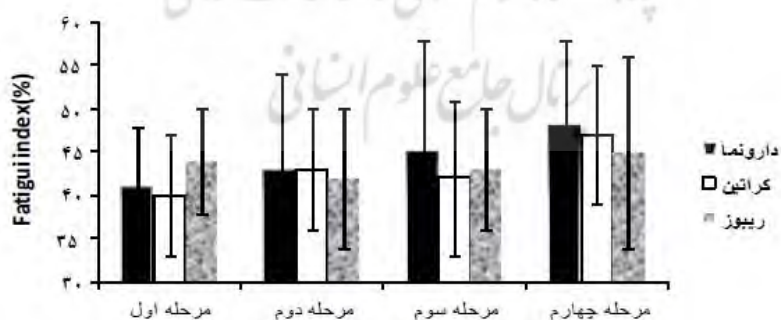
علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار هر مرحله در مقایسه با جلسه دارونما می‌باشد.



شکل ۱. تغییرات اوج توان در سه جلسه



شکل ۲. تغییرات میانگین توان بی هوازی در سه جلسه



شکل ۳. تغییرات شاخص خستگی در سه جلسه

بحث

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر مصرف حاد مکمل‌های ریبوز و کراتین به صورت مجزا بر بهبود عملکرد بی‌هوازی (اوج توان، میانگین توان، شاخص خستگی) و توان بدنی کشتی‌گیران نخبه در فعالیت‌های شدید مکرر بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد مصرف مکمل ریبوز بر اوج توان بی‌هوازی و میانگین توان بی‌هوازی تأثیر دارد. این یافته‌ها با نتایج کرکسیک و همکاران (۱۷) و پیویلر و همکاران (۱۱) همخوانی ندارد. از محدود تحقیقاتی که با نتایج تحقیق حاضر همسو است می‌توان به تحقیق براردی (۱۰) اشاره کرد. دلیل احتمالی همسو بودن نتایج تحقیق حاضر با تحقیق براردی می‌تواند به دلیل مشابهت پروتکل‌های مورد استفاده باشد. چرا که براردی نیز برای انجام تحقیق خود از ۶ آزمون وینگیت ۱۰ ثانیه‌ای پا و با استراحت‌های یک دقیقه‌ای بر روی هشت دوچرخه‌سوار استفاده کرد. استفاده از آزمون‌های ۱۰ ثانیه‌ای و تکراری، نکته‌ی مشترک هر دو تحقیق است. احتمالاً این امر توانسته است فشار لازم بر سیستم فسفاژن را وارد کند و در این شرایط مکمل ریبوز توانسته است هرچه بهتر نقش خود را در بازسازی ATP نشان دهد. اما در تحقیقات دیگر که حاکی از عدم بهبود در اجراهای عملکردی و از آن جمله اوج توان بی‌هوازی بوده‌اند، عمدتاً از آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای و مشابه آن استفاده کرده‌اند. برای مثال پیویلر و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود از یک آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای برای ارزیابی اثر ریبوز بر فاکتورهای عملکردی استفاده کردند. احتمالاً به دلیل آنکه تنها یک بار از آزمون وینگیت استفاده شده است نتوانسته فشار لازم را بر سیستم فسفاژن وارد کند. چنانکه تحقیقات گذشته نشان می‌دهد، در طی یک آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای، ۵۶ درصد انرژی توسط سیستم لاکتات تأمین می‌شود و تنها ۲۸ درصد از تأمین انرژی سهم سیستم فسفاژن است. قسمت اعظم این ۲۸ درصد نیز متعلق به ۱۰ ثانیه اول آزمون است (۱۸). احتمالاً یک بار اجرا نمی‌تواند به اندازه‌ی کافی این سیستم را تحت فشار قرار دهد تا مکمل‌های بازسازی ATP از جمله مکمل ریبوز بتوانند نقش خود را به خوبی ایفا کنند. در واقع در آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای تنها ابتدای آزمون به سیستم فسفاژن وابسته است. احتمالاً اگر در این تحقیقات نیز به جای استفاده از آزمون‌های ۳۰ ثانیه‌ای این آزمون‌ها به آزمون‌های ۱۰ ثانیه‌ای با زمانهای استراحت بین آزمون تقسیم می‌شد فشار بیشتری به سیستم فسفاژن وارد می‌کرد و در این صورت ریبوز می‌توانست نقش بازسازی خود را به شکل بهتری اعمال کند. در جلسات آزمون تحقیق حاضر، ۲۴ آزمون ۱۰ ثانیه‌ای در یک محدوده زمانی پشت سر هم قرار گرفته بودند که حداکثر فشار بر سیستم فسفاژن وارد شود تا مکمل‌های بازسازی ATP بتوانند هرچه بهتر نقش خود را در بازسازی ایفا کنند. این نکته اساسی در تحقیقات گذشته دیده نمی‌شود. همچنین به

نظر می‌رسد یکی دیگر از دلایل تأثیر مصرف مکمل ریبوز بر شاخص‌های عملکردی مورد استفاده در این تحقیق مقدار و نحوه استفاده مکمل ریبوز توسط آزمودنی‌ها است. زیرا همان‌گونه که گروس ابتدا در سال ۱۹۸۹ و سپس در سال ۱۹۹۱ نشان داد، مقدار مصرف مکمل ریبوز بر مدت زمان پدیدار شدن آن در خون تأثیر مستقیم دارد و به هر اندازه که مصرف این مکمل افزایش یابد این زمان نیز افزایش خواهد یافت (۱۶، ۱۹). در تحقیق کرکسیک و همکاران مقدار مورد استفاده مکمل ریبوز ۳ گرم بود و آزمودنی‌ها تنها پس از ۲۵ دقیقه استراحت، شروع به انجام آزمون کردند. احتمالاً این زمان برای جذب کامل ریبوز در خون کافی نبوده و نتوانسته است اثر موثر خود را بر اجرای ورزشکاران داشته باشد (۱۷). آزمودنی‌های پیویلر و همکاران نیز تنها ۳۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون ۶۲۵ میلی‌گرم مکمل ریبوز مصرف کردند (۱۱) که با توجه به تحقیقات گروس این زمان باید بین ۴۵ تا ۱۲۰ دقیقه به طول می‌انجامد تا ریبوز اثر خود را در خون نشان می‌داد (۱۶). ولی در مطالعه حاضر که میزان و نحوه مصرف مکمل بر مبنای تحقیقات گروس تعیین شده بود، یک ساعت قبل از شروع اولین مرحله و نیز پس از دومین مرحله آزمون، مکمل مصرف شد. احتمالاً این میزان زمان استفاده از آن توانسته منجر به افزایش ریبوز در جریان خون شده و از این طریق بر عملکردهای بی‌هوازی آزمودنی‌ها تأثیرگذار بوده است. در مورد مکمل کراتین نیز نتایج تحقیق حاضر نشان داد مصرف مکمل کراتین بر اوج توان بی‌هوازی و میانگین توان بی‌هوازی تأثیر دارد. همان‌طور که در قبل توضیح داده شد، در مورد تأثیر بارگیری کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت کراتین تحقیقات مختلفی انجام شده که بیشتر آنها حاکی از اثر مثبت کراتین بر فاکتورهای عملکردی بویژه در فعالیت‌های بی‌هوازی و تکراری است. از آن جمله می‌توان به تحقیق زانیگا و همکاران (۵) اوکادان و همکاران (۲۰)، اسکار (۲۱) و موجیکا (۲۲) اشاره کرد که حاکی از اثر مثبت بارگیری کراتین بر عملکردهای بی‌هوازی و تکراری ورزشکاران است. این نتایج با نتایج تحقیق حاضر همسو است. اما نکته مهم در تحقیق حاضر استفاده حاد و تک جلسه‌ای از مکمل کراتین است که در تحقیقات قبلی لحاظ نشده است. با توجه به نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد مصرف حاد مکمل کراتین نیز همانند مصرف کوتاه‌مدت و بلندمدت آن تأثیر انرژی‌زای دارد. در تحقیقاتی که هاریس و همکاران و نیز استینجی و همکاران انجام دادند، نتایج حاکی از آن بود که مصرف مکمل کراتین پس از یک ساعت می‌تواند باعث افزایش میزان کراتین آزاد خون شود (۱۴، ۱۵). با توجه به همین نتایج احتمالاً همین افزایش باعث بهبود عملکردهای کشتی‌گیران در این تحقیق شده است. چرا که افزایش کراتین آزاد باعث افزایش مقدار کراتین عضله می‌شود و این افزایش می‌تواند باعث بازسازی ATP در سیستم فسفاژن شود (۱۲).

همانگونه که در مورد مکمل ریبوز نیز اشاره شد احتمالاً فعالیت مورد استفاده نیز از جمله عواملی بوده است که منجر به اثرگذاری مکمل کراتین شده است و توانسته فشار لازم بر سیستم فسفاژن را وارد کند و در این شرایط مکمل کراتین نیز هرچه بهتر نقش خود را در بازسازی ATP ایفا کرده است. در مورد شاخص خستگی نیز این نکته قابل اشاره است که با توجه به شکل ۳ در دو جلسه مصرف ریبوز و کراتین در سه مرحله شاخص خستگی میزان کمتری را به نسبت جلسه دارونما نشان داد ولی این کاهش به صورت معنی‌دار نبود. با توجه به اینکه در فرمول شاخص خستگی دو فاکتور حداقل توان و اوج توان تاثیرگذار است و نیز نتایج اوج توان حاکی از تاثیرگذاری هر دو مکمل است، به نظر می‌رسد میزان افزایش در حداقل توان به میزانی نبوده است که بتواند به صورت معنی‌دار باعث کاهش شاخص خستگی شود.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد مصرف مکمل ریبوز و کراتین به صورت جداگانه باعث افزایش معنادار اوج توان بی‌هوازی و میانگین توان بی‌هوازی می‌شود ولی بر شاخص خستگی تاثیر معنی‌داری ندارند. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گرفت که این دو مکمل از نظر تاثیرگذاری بر عملکردهای ورزشی تفاوت چندانی ندارند و مصرف حاد هر کدام از این دو مکمل می‌تواند باعث بهبود عملکردهای ورزشی بویژه در رشته‌های بی‌هوازی همانند کشتی شود و می‌توان به کشتی‌گیرانی که در حال انجام تمرینات شدید هستند توصیه کرد که از این مکمل‌ها استفاده کنند. اگرچه به نظر می‌رسد با توجه به متناقض بودن نتایج مصرف حاد مکمل ریبوز با اکثر تحقیقات و نیز تحقیقات اندک در زمینه تاثیر مصرف حاد مکمل کراتین بر عملکردهای بی‌هوازی، تحقیقات بیشتر در این زمینه و نیز مصرف همزمان این دو مکمل مورد نیاز است.

تقدیر و تشکر

این تحقیق با استفاده از حمایت‌های مالی پژوهشگاه تربیت بدنی وزارت علوم در قالب طرح تحقیقاتی انجام گردیده است. بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از مسئولان و پرسنل آن مرکز ابراز می‌دارند.

منابع:

1. Azizi, M. (2011) The effect of a short-term creatine supplementation on some of the anaerobic performance and sprint swimming records of female competitive swimmers, *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 15, 1626-1629.
2. Seifert, J. G., Subudhi, A. W., Fu, M. X., Riska, K. L., John, J. C., Shecterle, L. M., and St Cyr, J. A. (2009) The role of ribose on oxidative stress during hypoxic exercise: a pilot study, *J Med Food* 12, 690-693.
3. Bembien, M. G., and Lamont, H. S. (2005) Creatine supplementation and exercise performance: recent findings, *Sports Med* 35, 107-125.
4. Dodd, S. L., Johnson, C. A., Fernholz, K., and St Cyr, J. A. (2004) The role of ribose in human skeletal muscle metabolism, *Med Hypotheses* 62, 819-824.
5. Zuniga, J. M., Housh, T. J., Camic, C. L., Hendrix, C. R., Mielke, M., Johnson, G. O., Housh, D. J., and Schmidt, R. J. (2011) The Effects of Creatine Monohydrate Loading on Anaerobic Performance and 1-Rm Strength, *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
6. Hellsten, Y., Skadhauge, L., and Bangsbo, J. (2004) Effect of ribose supplementation on resynthesis of adenine nucleotides after intense intermittent training in humans, *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 286, R182-188.
7. Kavazis, A. N., Kivipelto, J., Choe, H. S., Colahan, P. T., and Ott, E. A. (2004) Effects of ribose supplementation on selected metabolic measurements and performance in maximally exercising Thoroughbreds, *J Anim Sci* 82, 619-625.
8. Mayo, J., Blanton, M., Taylor, J., and Hickey, M. (2004) Effects of D-ribose supplementation on anaerobic exercise performance, *Med Sci Sport Exer* 36, S171-S172.
9. MacCarter, D., Vijay, N., Washam, M., Shecterle, L., Sierminski, H., and St Cyr, J. (2009) D-ribose aids advanced ischemic heart failure patients, *International journal of cardiology* 137, 79-80.
10. Berardi, J. M., and Ziegenfuss, T. N. (2003) Effects of ribose supplementation on repeated sprint performance in men, *J Strength Cond Res* 17, 47-52.
11. Peveler, W. W., Bishop, P. A., and Whitehorn, E. J. (2006) Effects of ribose as an ergogenic aid, *J Strength Cond Res* 20, 519-522.

12. Demant, T., and Rhodes, E. (1999) Effects of creatine supplementation on exercise performance, *Sports Med* 28, 49-60.
13. Poortmans, J. R., and Francaux, M. (2000) Adverse effects of creatine supplementation: fact or fiction?, *Sports Med* 30, 155-170.
14. Harris, R., Söderlund, K., and Hultman, E. (1992) Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation, *Clinical science (London, England: 1979)* 83, 367.
15. Steenge, G., Simpson, E., and Greenhaff, P. (2000) Protein-and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans, *Journal of Applied Physiology* 89, 1165.
16. Gross, M., Kormann, B., and Zollner, N. (1991) (Ribose Administration during Exercise - Effects on Substrates and Products of Energy-Metabolism in Healthy-Subjects and a Patient with Myoadenylate Deaminase Deficiency, *Klinische Wochenschrift* 69, 151-155.
17. Kerksick, C., Rasmussen, C., Bowden, R., Leutholtz, B., Harvey, T., Earnest, C., Greenwood, M., Almada, A., and Kreider, R. (2005) Effects of ribose supplementation prior to and during intense exercise on anaerobic capacity and metabolic markers, *Int J Sport Nutr Exe* 15, 653-664.
18. Smith, J., and Hill, D. (1991) Contribution of energy systems during a Wingate power test, *Brit J Sport Med* 25, 196.
19. Gross, M., Reiter, S., and Zollner, N. (1989) Metabolism of D-ribose administered continuously to healthy persons and to patients with myoadenylate deaminase deficiency, *Klin Wochenschr* 67, 1205-1213.
20. Okudan, N., and Gökbel, H. (2005) The effects of creatine supplementation on performance during the repeated bouts of supramaximal exercise, *J Sport Med Phys Fit* 45, 507-511.
21. Skare, O. C., Skadberg, Ø., and Wisnes, A. (2001) Creatine supplementation improves sprint performance in male sprinters, *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 11, 96-102.
22. Mujika, I., Padilla, S., IBAÑEZ, J., IZQUIERDO, M., and GOROSTIAGA, E. (2000) Creatine supplementation and sprint performance in soccer players, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32, 518.