



اثر سه هفته مکمل دهی بتا آلانین و کراتین بر پاسخ کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و لاکتات به یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز در مردان شناگر نخبه

حسین کریم زاده فرد: کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران
سعیده شادمهری: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
سید علی حسینی: گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران
امین مولایی: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، پردیس بین المللی کیش دانشگاه تهران، دانشگاه تهران، کیش، ایران
نسبیه کاظمی: گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران (* نویسنده مسئول) nasibe.kazemi@yahoo.com

چکیده

کلیدواژه‌ها

آسیب عضلانی،
کراتین کیناز،
لاکتات دهیدروژناز،
بتا آلانین،
کراتین

زمینه و هدف: مداخلات تغذیه‌ای و استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند یکی از راه‌های مناسب برای محافظت در برابر آسیب عضلانی ناشی از فعالیت‌های ورزشی باشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر سه هفته مکمل دهی بتا آلانین و کراتین بر پاسخ کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و لاکتات به یک جلسه تمرین شنای وامانده‌ساز در مردان شناگر نخبه بود.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی، ۲۱ شناگر پسر نخبه‌ی ۱۵ تا ۲۰ سال از استان فارس به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و به طور تصادفی به سه گروه (۱) مصرف مکمل بتا آلانین (مقدار روزانه ۲ عدد قرص ۱۵۰۰ میلی‌گرمی (۳)، مصرف مکمل کراتین (۴) و ۲ وعده کراتین منویدرات ۵ گرمی (۳) دارونما (۲ عدد کپسول حاوی آرد گندم) تقسیم شدند. در دوره مصرف مکمل، آزمودنی‌ها تمرینات روزانه را به مدت سه روز در هفته (۱/۵ ساعت شنا در مسافت ۱۲۰۰ متر) انجام دادند. پروتکل تمرین وامانده‌ساز شنا در سه مرحله تمرینات گرم کردن، پیشرونده و تحمل لاکتات اجرا شد. نمونه‌های خونی قبل، بلافاصله، ۱۵ دقیقه و ۳۰ دقیقه پس از تمرین جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح $\alpha \leq 0.05$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: سه هفته مصرف مکمل بتا آلانین ($P=0.007$) و کراتین ($P=0.001$) منجر به افزایش معنی‌دار سطوح LDH در پاسخ به یک جلسه تمرین شنای وامانده‌ساز شد. تفاوت معنی‌داری در تغییرات CPK در گروه‌های مصرف مکمل بتا آلانین، کراتین و دارونما مشاهده نشد. مصرف مکمل کراتین منجر به کاهش معنی‌دار LDH در مردان شناگر نخبه شد ($P=0.02$). افزایش معنی‌داری در سطوح لاکتات بعد از سه هفته مصرف مکمل کراتین در پاسخ به یک جلسه تمرین شنای وامانده‌ساز مشاهده شد ($P=0.001$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد کراتین بر تثبیت غشای سلول تأثیر بیشتری دارد و مصرف مکمل بتا آلانین قابلیت فرد برای انجام تمرین شدیدتر را افزایش می‌دهد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.
منبع حمایت‌کننده: حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Karimzadehfard H, Shadmehri S, Hosseini SA, Molaie A, Kazemi N. The effect of three weeks of β -alanine and creatine supplementation on the response of creatine kinase, lactate dehydrogenase and lactate to an exhausting swimming session in elite swimmers. *Razi J Med Sci.* 2021;28(6):90-99.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با **CC BY-NC-SA 3.0** صورت گرفته است.

The effect of three weeks of β -alanine and creatine supplementation on the response of creatine kinase, lactate dehydrogenase and lactate to an exhausting swimming session in elite swimmers

Hossein Karimzadehfard: MSc, Department of Exercise Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

Saeedeh Shadmehri: Department of Physical Education and Sport Science Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Seyed Ali Hosseini: Department of Exercise Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

Amin Molaie: Phd Student of Exercise Physiology, University of Tehran, Kish International Campus, Kish, Iran

Nasibeh Kazemi: Department of Exercise Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran (*Corresponding author) nasibe.kazemi@yahoo.com

Abstract

Background & Aims: One of the consequences of intense exercise is muscle injury, pain and muscle soreness. Symptoms of muscle injury include the appearance of intramuscular proteins in the blood and long-term decline in muscle function, decrease in strength and power, flexibility and dynamic muscle speed (1). Muscle damage is associated with the release of creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes and can be measured by the release of these enzymes into the blood. Creatine kinase (CK) is a key enzyme involved in muscle cell metabolism that accelerates the conversion of creatine to phosphate or inverse. Increase in this substance in the blood may be a sign of muscle damage and inflammation (3). Lactate dehydrogenase (LDH) is an enzyme that is found in large quantities in the cytoplasm of all body tissues at different concentrations and in the conversion of pyruvic acid to lactic acid or inverse in the anaerobic glycolysis pathway accelerates this reaction (3). Studies have reported muscle damage by measuring CK and LDH levels during the interval between sets (4), high-intensity training (5), muscle contractions (6, 7), speed training (8) and aerobic training (9). On the other hand, exercise increases the concentration of lactate in the blood.

It has been shown that nutritional interventions and the use of antioxidant supplements can be one of the best ways to protect against muscle damage caused by exercise (1). Creatine, an unnecessary dietary compound, can either come from exogenous sources such as fish or meat, or it can be produced endogenously by the body primarily in the liver. Creatine was produced by two-step process from the three amino acids arginine, glycine and methionine (15). In addition to creatine, the amino acid β -alanine is a newer supplement for those interested in professional sports. Beta-Alanine is a precursor of carnosine (β -alanine -histidine); which can increase the concentration of carnosine in muscles (13,17). Studies have reported the benefits of beta-alanine supplementation in variety of laboratory protocols (19). Researchers are looking for ways to improve performance, prevent unwanted changes in muscle injury indexes, or at least minimize them. Therefore, the present study aims to investigate the effect of three weeks of β -alanine and creatine supplementation on the response of creatine kinase, lactate dehydrogenase and lactate to an exhausting swimming session in elite swimmers.

Keywords

Muscle injury,
Creatine kinase,
Lactate dehydrogenase,
Beta-Alanine,
Creatine

Received: 09/06/2021

Published: 09/09/2021

Methods: In this semi-experimental study, 21 elite boy swimmers 15 to 20 years were selected as sample and divided into three groups: 1) supplementation of beta-allanine (daily dose of 2 tablets 1500 mg)2), supplementation of creatine (4 and 2 servings of creatine monohydrate 5 g) (3) placebo (the amount of 2 capsules containing wheat flour). During supplementation, the subjects performed their daily workouts for three days a week (1.5 hours of swimming at distance of 1200 meters) (22). The exhausting exercise protocol was performed in three stages: warming, progressive and lactate tolerance training. Blood samples were collected before, immediately, 15 and 30 minutes after training. Data were analyzed by repeated measures ANOVA and Bonferroni post hoc test at the $P < 0.05$.

Results: Three weeks the supplementation of β -alanine ($P=0.007$) and creatine ($P=0.001$) significant increase LDH levels in response to exhausting swimming session. No significant difference was observed in the CPK changes in the supplemented groups of beta-alanine, creatine and placebo. The use of creatine supplementation significantly decreases LDH in elite swimmers ($P=0.02$). Significant increase in lactate levels was observed after three weeks of supplementation of creatine in response to exhausting swimming session ($P=0.001$).

Conclusion: The findings of this study were consistent with the results of Previous research (23,25,26). According to previous studies, beta-alanine supplementation is responsible for the buffer system, carnosine, antioxidant role, enzymatic regulator and calcium control in the sarcoplasmic reticulum (13,17,19). Mechanism and pattern of changes (increase) of serum total creatine kinase enzyme following aerobic training is mainly due to leakage due to energy loss and instability or damage due to peroxidation of cell membrane phospholipids (30). decreased muscle strength and dysfunction due to decreased sarcoplasmic calcium is due to continued muscle contraction and intracellular calcium accumulation and its inability to return to sarcoplasmic cells (27). increasing muscle carnosine with positive effect on muscle cell calcium increases the function of muscle contraction protein and consequently, increases the efficiency of contractile motor units (13,17,19). Therefore, due to metabolic adaptations and increased buffering capacity which is caused by the consumption of beta alanine, no significant changes in creatine kinase enzyme were observed after beta-alanine consumption.

Beta-alanine is one of the supplements that athletes use to increase performance and reduce fatigue (13). Beta-alanine supplementation affects aerobic and anaerobic capacity, increases exercise intensity, improves performance, increases carnosine and histidine, changes in hydrogen ion levels in blood and reduces fatigue (13). It seems that taking beta-alanine supplementation increases ability of athletes to exercise more intensely. In general, several factors such as the period and amount of supplementation before the activity, the size and speed of absorption of supplements during the activity, the diet of the subjects before and during the study and the training status of the participants and a combination of the above factors can affect the response of the muscle injury indicators. According to the results, it seems creatine have a greater effect on cell membrane consolidation, and the use of beta-allanine supplements, increases the individual's ability to perform a more intense exercise.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Cite this article as:

Karimzadehfard H, Shadmehri S, Hosseini SA, Molaie A, Kazemi N. The effect of three weeks of β -alanine and creatine supplementation on the response of creatine kinase, lactate dehydrogenase and lactate to an exhausting swimming session in elite swimmers. *Razi J Med Sci.* 2021;28(6):90-99.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

مقدمه

یکی از پیامدهای تمرینات شدید آسیب، درد و کوفتگی عضلانی است. از علائم آسیب عضلانی ظهور پروتئین‌های درون عضلانی در خون و افت طولانی‌مدت در عملکرد عضلانی شامل کاهش در قدرت و توان تولیدی، انعطاف‌پذیری و سرعت دینامیکی عضله است (۱). این آسیب می‌تواند ویژه‌ی چند ماکرومولکول بافت باشد و یا یک پارگی بزرگتری در صفحات-Z، غشای پایه سارکولما و بافت همبند حمایتی ایجاد کند و باعث آسیب به عناصر انقباضی و سیتواسکلت (Cytoskeleton) گردد (۲). آسیب عضلانی با آزادسازی آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در ارتباط است و با آزادسازی این آنزیم‌ها در خون قابل اندازه‌گیری است. کراتین کیناز (Creatine kinase (CK) آنزیم کلیدی است که در سوخت‌وساز سلول عضلانی نقش داشته و روند تبدیل کراتین به فسفات یا به عکس را تسریع می‌کند. این آنزیم در افراد سالم داخل غشای سلول قرار دارد و مقدار آن در خون پایین است. افزایش این ماده در خون ممکن است نشانه آسیب عضلانی و التهاب باشد (۳). لاکتات دهیدروژناز (LDH) Lactate (dehydrogenase) نیز آنزیمی است که به مقدار فراوان در سیتوپلاسم تمام بافت‌های بدن با غلظت‌های متفاوت یافت می‌شود و در تبدیل اسید پیرویک به اسید لاکتیک یا بالعکس در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی باعث افزایش سرعت این واکنش می‌شود (۳). برخی مطالعات آسیب‌های عضلانی را توسط اندازه‌گیری مقادیر CK و LDH طی اینتروال بین ست‌ها (۴)، تمرینات با شدت بالا (۵)، انقباض‌های عضلانی (۶،۷)، تمرینات سرعتی (۸) و تمرینات هوازی (۹) گزارش کرده‌اند. از طرفی ورزش باعث افزایش غلظت لاکتات خون می‌شود. علاوه بر این، لاکتات خون با شدت (۱۰، ۱۱) و مدت تمرین (۱۲) ارتباط دارد. اسید لاکتیک و مشتقات آن، یکی از عوامل اصلی ایجاد خستگی به شمار می‌روند (۱۳). همچنین تولید اسید لاکتیک از طریق کاهش PH خون، به کاهش رهاسازی کلسیم و میل ترکیبی آن با تروپونین منجر می‌شود. در نتیجه، افزایش میزان اسید لاکتیک باعث اختلال در عملکرد عضلات و محدود کردن ظرفیت استقامتی ورزشکار می‌شود (۱۴). نشان داده شده است که مداخلات تغذیه‌ای و استفاده

از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند یکی از راه‌های مناسب برای محافظت در برابر آسیب عضلانی ناشی از فعالیت‌های ورزشی باشد (۱). یکی از برترین مکمل‌های خوراکی، کراتین مونوهیدرات (Cr) است. مصرف کراتین در دوزهای فوق فیزیولوژیکی به‌طور گسترده‌ای گسترش یافته است و نه تنها توسط ورزشکاران حرفه‌ای یا نخبگان ورزشکار استفاده می‌شود بلکه بسیاری از ورزشکاران تفریحی، ورزشکاران دبیرستانی، سالمندان و کودکان، از هر دو جنس، کراتین خوراکی را با امید به بهبود عملکرد بدنی استفاده می‌کنند (۱۵). کراتین، یک ترکیب رژیم غذایی غیرضروری، می‌تواند از منابع برونزاد مانند ماهی یا گوشت مصرف شده یا می‌تواند درون زا توسط بدن در درجه اول در کبد تولید شود (۱۵). کراتین تولید شده در کبد به خون منتقل می‌شود و سپس در برابر شیب (گرادیانت) غلظت، با کمک یک حمل‌کننده وابسته به سدیم، انتقال دهنده ۱ کراتین (Cr transporter-1)، وارد سلول عضلانی شود (۱۶). علاوه بر کراتین، آمینواسید بتا آلانین مکمل جدیدتری در میان علاقه‌مندان به ورزش حرفه‌ای می‌باشد. بتا آلانین یک پیش ماده از کارنوزین است (بتا آلانین-هیستیدین)؛ که می‌تواند غلظت کارنوزین را در عضلات افزایش دهد (۱۳، ۱۷، ۱۸). مزایای مکمل بتا آلانین در پروتکل آزمایشگاهی گزارش شده است (۱۹). اثرات مکمل بتا آلانین در عملکرد ارگومتر ۲۰۰۰ متر بررسی شده است که پس از مصرف ۷ هفته مکمل، ورزشکاران عملکرد خود را ۲/۷ ثانیه بهبود بخشیدند (۱۸). هیل و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مصرف بتا آلانین در مردان فعال، افزایش قابل توجهی در سطح کارنوزین در عضلات اسکلتی به وجود می‌آورد که به بهبود عملکرد ورزشی می‌انجامد (۱۹).

محققان در پی راهکارهایی هستند تا به منظور بهبود عملکرد، از تغییرات نامطلوب افزایش شاخص‌های آسیب عضلانی جلوگیری کنند یا دست کم آن را به پایین‌ترین حد ممکن برسانند. یکی از شیوه‌های مقابله با تأثیرات نامطلوب خستگی و فشارهای ناشی از فعالیت‌های به نسبت شدید استفاده از مکمل‌های خوراکی است (۱۶). مطالعات متعددی تأثیر مکمل‌ها همراه با ورزش یا برنامه‌های تمرینی برای افزایش عملکرد ورزشکاران را مورد بررسی قرار داده‌اند. اگرچه پژوهش‌های متعددی

هفت نفره (۱) مصرف مکمل بتاآلانین، (۲) مصرف مکمل کراتین و (۳) مصرف دارونما تقسیم شدند. در ادامه به مدت سه هفته گروه مصرف مکمل بتاآلانین، بتاآلانین ساخت شرکت 4DN را به مقدار روزانه ۲ عدد قرص ۱۵۰۰ میلی گرمی (یک عدد قبل از تمرین و یک عدد همراه با وعده نهار) مصرف می کردند (۲۱)، گروه مصرف مکمل کراتین، کراتین ساخت شرکت ایرانی CNP که ۵ روز اول دوره بارگیری به مقدار روزانه ۴ وعده کراتین منوهدرات ۵ گرمی در وعده های قبل و بعد تمرین و قبل از وعده صبحانه و نهار و بقیه روزها تا ۲۱ روز به مقدار دو وعده ۵ گرمی قبل و بعد از تمرین و گروه مصرف دارونما نیز کپسول های حاوی آرد گندم را در وعده های قبل از تمرین به مقدار ۲ عدد مصرف می کردند (۲۱)، این نکته قابل ذکر است که در دوره مصرف مکمل تمامی آزمودنی ها انجام تمرینات روزانه خود را به مدت سه روز در هفته (به صورت یک روز در میان به طوری که ۱/۵ ساعت شنا در مسافت حدود ۲/۵ کیلومتر که اصل تمرین در حدود ۱۲۰۰ متر و غالب اصل تمرین، تمرینات تولید و تحمل لاکتات می باشد) انجام می دادند (۲۲). بعد از دوره مکمل دهی در پس آزمون در ابتدا خون گیری در وضعیت نشسته قبل از تمرین صورت گرفت. سپس شناگران به مدت ۱۰ دقیقه به تمرینات گرم کردن پرداختند. در ادامه تمامی آزمودنی ها به اجرای تمرینات شنای وامانده ساز پرداختند. بلافاصله پس از خاتمه تمرین و ۱۵ دقیقه پس از خاتمه تمرین مجدداً مشابه با پیش آزمون در وضعیت نشسته خون گیری از تمامی آزمودنی ها به عمل آمد. پروتکل تمرین وامانده ساز شنا در سه مرحله تمرینات گرم کردن، تمرینات Progroisive و تمرینات تحمل لاکتات اجرا شد. بدین صورت که تمرینات مرحله گرم کردن شامل شنای ۲۰۰ متر کرال سینه، شنای ۱۵۰ متر کرال پشت، شنای ۱۰۰ متر قورباغه، شنای ۵۰ متر پروانه، شنای ۵۰ متر پای کرال سینه و شنای ۵۰ متر کشش دست بود. تمرینات Progroisive شامل $(2 \times 50)m$ شنای کرال سینه (۵۰ متر اول با شدت ۷۵ درصد و ۵۰ متر دوم با شدت ۸۵ درصد) بود همچنین تمرینات تحمل لاکتات از نوع شناهای سرعت با تناوب های استراحتی متوسط شامل ۸ تکرار به مسافت ۱۰۰ متر و هر ۱۰۰ متر با شدت بالای آستانه

در ارتباط با مصرف مکمل ها و متغیرهای تحقیق انجام شده است ولی بر اساس منابع در دسترس، تحقیقات انجام شده در خصوص برخی از این مکمل ها با یکدیگر تناقض دارد، و از سوی دیگر تحقیقات اندکی در مورد مکملی مانند بتاآلانین موجود می باشد. کاهش اسیدوز ناشی از فعالیت های ورزشی می تواند باعث بهتر شدن فعالیت های ورزشی شود که نیاز به کار طولانی مدت با شدت بالا دارند بنابراین انجام تحقیق در این زمینه ضروری به نظر می رسد. با توجه به موارد فوق، پژوهش حاضر قصد دارد به بررسی این سؤال بپردازد که آیا سه هفته مکمل دهی بتاآلانین و کراتین بر پاسخ کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و لاکتات به یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز در مردان شناگر نخبه تأثیر دارد؟

روش کار

در این مطالعه نیمه تجربی، ۳۵ نفر از شناگران پسر نخبه ۱۵ تا ۲۰ سال استان فارس که در استخر بین المللی انقلاب شیراز همه روزه تمرینات خود را انجام می دادند، پس از فراخوان اعلام آمادگی نمودند و در یک جلسه توجیهی حضور پیدا کردند و نسبت به فرایند انجام تحقیق (هدف و روش اجرای آزمون) آگاه شدند؛ سپس ۲۱ نفر از افراد واجد شرایط به عنوان نمونه انتخاب شدند. در ابتدا تمامی آزمودنی ها پرسشنامه های وضعیت سلامت و رضایت نامه آگاهانه توسط ورزشکار و ولی ورزشکار را تکمیل نمودند. از معیارهای ورود به مطالعه حاضر می توان به توانایی شنا کردن ۴۵۰۰ متر در ۹۰ دقیقه و حضور در تیم شنای منتخب استان فارس و از معیارهای خروج از مطالعه می توان به ابتلا به بیماری های خاص، سابقه مصرف مکمل های ورزشی در ماه گذشته و استعمال دخانیات می توان اشاره نمود. در تحقیق حاضر جهت حذف اثر تمرینات قبلی بر سطوح CPK، LDH و لاکتات، یک استراحت ۴۸ ساعته قبل از اجرای پروتکل تحقیق به شناگران داده شد. در ابتدای شروع پروتکل تحقیق، ویژگی های جمعیت شناختی آزمودنی ها از قبیل قد، وزن و شاخص توده بدنی اندازه گیری شد همچنین در وضعیت ناشتا خون گیری در پیش آزمون به عمل آمد سپس آزمودنی ها بر اساس توان هوازی در سه گروه

جدول ۱- ویژگی های جمعیت شناختی مردان شناگر نخبه

متغیر	آماره	تعداد	میانگین ± انحراف معیار
وزن (کیلوگرم)	۲۱	۷۴/۳۳±۵/۹۶	
قد (سانتی متر)	۲۱	۱۷۹/۵±۴/۰۱	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱	۲۳/۰۷±۱/۷۲	

این وجود ۱۵ دقیقه پس از تمرین ($P=0.001$) و ۳۰ دقیقه پس از تمرین ($p=0/000$) سطوح LDH به طور معنی داری نسبت به بلافاصله پس از تمرین کاهش یافت. سطوح لاکتات بلافاصله پس از تمرین به طور معنی داری نسبت به قبل از تمرین افزایش یافت ($p=0/001$). همچنین ۱۵ دقیقه پس از تمرین ($p=0/001$) و ۳۰ دقیقه پس از تمرین ($p=0/002$) سطوح لاکتات به طور معنی داری بالاتر از سطوح لاکتات قبل از تمرین بود؛ ۳۰ دقیقه پس از تمرین سطوح لاکتات به طور معنی داری نسبت به بلافاصله پس از تمرین کاهش یافت ($p=0/001$). همچنین ۳۰ دقیقه پس از تمرین سطوح لاکتات به طور معنی داری نسبت به ۱۵ دقیقه پس از تمرین کاهش یافت ($p=0/001$).

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد سه هفته مصرف مکمل بتا آلانین و مکمل کراتین منجر به افزایش معنی داری سطوح LDH در پاسخ به یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز شد. یافته های تحقیق حاضر با نتایج هافمن و همکاران همخوان می باشد (۲۳). افزایش آنزیم لاکتات دهیدروژناز عاملی است که می تواند روند پاک سازی را تسریع کند. افزایش آنزیم LDH باعث بازسازی مجدد گلیکوژن عضلات (با افزایش اکسیداسیون از طریق تبدیل لاکتات به گلوکز و تشکیل

(استراحت بین هر ۱۰۰ متر ۱ دقیقه بود) بود به طوری که این تمرینات باعث ایجاد اسیدوز شدید در بین شناگران می گردید (۲۲). در هر بار نمونه گیری در حالت نشسته مقدار ۵ سی سی از سیاهرگ بازویی خون گیری شد. جهت اندازه گیری کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرمی خون از کیت آزمایشگاهی NAC بیوشیمی ۲۵ ml جعبه مقوایی ۲ ویالی مرجع عرضه کننده شرکت پارس آزمون استفاده شد و جهت اندازه گیری لاکتات پلاسما از کیت استاندارد Cormay راندوکس 1530 H.W ساخت کشور آلمان استفاده شد. برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع متغیرها، از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. بعد از این که طبیعی بودن توزیع داده ها مشخص گردید، جهت بررسی مقایسه متغیرها از آزمون تحلیل repeated measure ANOVA و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. سطح معنی داری در همه موارد $p \leq 0/05$ در نظر گرفته شد. کلیه عملیات آماری با نرم افزارهای SPSS با نسخه ۲۳ به اجرا درآمد.

یافته ها

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی های جمعیت شناختی آزمودنی ها در گروه های مختلف نشان داده شده است. نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری تکراری در جدول ۲ نشان می دهد یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز اثر معنی داری بر LDH ($F=9/21, p=0/001$) و لاکتات ($F=64/45, p=0/001$) مردان شناگر نخبه دارد با این وجود اثر معنی داری بر CK ندارد ($F=0/98, p=0/40$).

نتایج آزمون تعقیبی توکی در جدول ۳ نشان می دهد سطوح LDH بلافاصله پس از تمرین به طور معنی داری نسبت به قبل از تمرین افزایش یافت ($p=0/001$)، با

جدول ۲- نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری تکراری برای بررسی تأثیر یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز بر LDH، CPK و لاکتات

متغیر	منبع	مجموع مربعات	میانگین مربع	ارزش F	سطح معنی داری
LDH	زمان	۵۹۸۴۴/۳۲	۱۹۹۴۸/۱۰	۹/۲۱	۰/۰۰۱
	خطا	۱۷۵۳۱۴/۶۷	۲۱۶۴/۳۷		
CK	زمان	۸۱۱۹۷/۴۵	۲۷۲۶۵/۸۱	۰/۹۸	۰/۴۰
	خطا	۲۲۴۵۲۵۲/۲۹	۲۷۷۱۹/۱۶	۶۴/۴۵	
لاکتات	زمان	۱۴۵۹۸۵/۳۷	۴۸۶۶۱/۷۹		۰/۰۰۱
	خطا	۶۱۱۵۱/۴۶	۷۵۴/۹۵		

جدول ۳- نتایج آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه تغییرات LDH و لاکتات قبل از ورزش، بلافاصله بعد از ورزش، ۱۵ دقیقه بعد از ورزش و ۳۰ دقیقه پس از ورزش

متغیر	زمان	میانگین تفاوت ها	p
LDH	قبل تمرین	بلافاصله بعد از تمرین	۰/۰۰۱
		۱۵ دقیقه بعد از تمرین	۰/۹۹
		۳۰ دقیقه بعد از تمرین	۰/۹۹
	بلافاصله بعد از تمرین	۱۵ دقیقه بعد از تمرین	۰/۰۰۱
		۳۰ دقیقه بعد از تمرین	۰/۰۰۹
	۱۵ دقیقه بعد از تمرین	۳۰ دقیقه بعد از تمرین	۰/۹۹
لاکتات	قبل تمرین	بلافاصله بعد از تمرین	۰/۰۰۱
		۱۵ دقیقه بعد از تمرین	۰/۰۰۱
		۳۰ دقیقه بعد از تمرین	۰/۰۲
	بلافاصله بعد از تمرین	۱۵ دقیقه بعد از تمرین	۰/۰۶
		۳۰ دقیقه بعد از تمرین	۰/۰۰۱
	۱۵ دقیقه بعد از تمرین	۳۰ دقیقه بعد از تمرین	۰/۰۰۱

است (۲۵). کراتین کیناز یک آنزیم کلیدی است که غلظت آن در عضلات اسکلتی، میوکارد و مغز بالا است (۲۴) و موجب متابولیسم سلول عضلانی و تسریع تبدیل کراتین به کراتین فسفات یا به عکس می شود. کراتین کیناز پروتئین درون سلول است که پس از آسیب دیدگی غشای سلول ناشی از فشار اکسایشی و صدمات عضلانی به داخل سرم پلاسما تراوش می کند. در صدمات عضلانی آنزیم کراتین کیناز بیشترین تغییرات را نشان می دهد و شاخص اندازه گیری آسیب عضلانی است (۲۷). پارگی غشای فیبرهای عضلانی موجب اختلال در جذب کلسیم و نفوذ کلسیم خارج سلولی و فعال شدن متابولیسم اسید آراشیدونیک می شود (۲۸). متابولیسم اسید آراشیدونیک منجر به ایجاد حساسیت در الیاف عصبی و تحریک شیمیایی و مکانیکی درد عضلانی و افزایش سطح از کراتین کیناز نیز می شود که این روند بر عملکرد ورزشکاران برای ادامه تمرین و رقابت تأثیر منفی می گذارد (۲۹). با توجه به مطالعات قبلی، مکمل بتا آلانین مسئول سیستم بافر، کارنوزین، نقش آنتی اکسیدانی، تنظیم کننده آنزیمی و کنترل کلسیم در شبکه سارکوپلاسمی است (۱۳، ۱۷، ۱۹). سازوکار و الگوی تغییرات (افزایش) آنزیم کراتین کیناز تام سرمی متعاقب فعالیت های هوازی عمدتاً در اثر نشت ناشی از افت انرژی و ناپایداری یا آسیب ناشی از پراکسیداسیون فسفولیپیدهای غشای سلولی است (۳۰). بر اساس مطالعات پایه ای، کاهش قدرت و اختلالات عملکرد

داده اند (۲۵). علت مغایرت این پژوهش ها می تواند به دلیل یکسان نبودن شدت تمرینات و نوع برنامه اجرا شده باشد. در گروه مصرف مکمل بتا آلانین و دارونما تفاوت معنی داری در تغییرات LDH در پیش آزمون، قبل از تمرین، بلافاصله پس از تمرین و ۱۵ دقیقه پس از تمرین وجود نداشت با این وجود در گروه مصرف مکمل کراتین تفاوت معنی داری در تغییرات LDH در پیش آزمون، قبل از تمرین، بلافاصله پس از تمرین و ۱۵ دقیقه پس از تمرین مشاهده شد. سه هفته مصرف مکمل کراتین منجر به کاهش معنی دار LDH در مردان شناگر نخبه شد احتمالاً کراتین نسبت به سایر مکمل های اعمال شده در این پژوهش بر تثبیت غشای سلول تأثیر بیشتری داشته است و از نفوذپذیری LDH جلوگیری کرده است بنابراین کراتین با افزایش ثبات در غشا از انتشار این آنزیم به خارج از سلول جلوگیری کرده است.

همچنین نتایج تفاوت معنی داری در تغییرات CPK در گروه های مصرف مکمل بتا آلانین، مکمل کراتین و دارونما نشان نداد. در گروه مصرف مکمل بتا آلانین تفاوت معنی داری در تغییرات CPK در پیش آزمون، قبل از تمرین، بلافاصله پس از تمرین و ۱۵ دقیقه پس از تمرین وجود نداشت با این وجود در گروه مصرف مکمل کراتین تفاوت معنی داری در تغییرات CPK در پیش آزمون، قبل از تمرین، بلافاصله پس از تمرین و ۱۵ دقیقه پس از تمرین وجود داشت. سه هفته مصرف مکمل کراتین منجر به کاهش معنی دار CPK در مردان

قرار می‌گیرد (۱۱،۱۲). بتا آلانین جزو مکمل‌هایی می‌باشد که ورزشکاران از آن‌ها برای افزایش کارایی و کاهش خستگی استفاده می‌کنند (۱۳). مکمل بتا آلانین بر ظرفیت هوازی و بی‌هوازی، افزایش شدت تمرین، بهبود عملکرد، افزایش کارنوزین و هیستیدین، تغییرات یون هیدروژن در سطح پلاسمای خون و کاهش خستگی تأثیر می‌گذارد (۱۳). بنابراین در پژوهش حاضر بتا آلانین نسبت به کراتین در تنظیم ظرفیت بافری عضله نقش برجسته‌تری را داشته و با مصرف آن تغییراتی در لاکتات خون مشاهده نشده است. به نظر می‌رسد که با مصرف مکمل بتا آلانین قابلیت فرد برای انجام تمرین شدیدتر افزایش می‌یابد. به‌طور کلی، عوامل متعددی از جمله دوره و مقدار مصرف مکمل قبل از فعالیت، اندازه و سرعت جذب مکمل‌ها در طی فعالیت، رژیم غذایی آزمودنی‌ها قبل و در طول مطالعه و وضعیت تمرینی شرکت‌کنندگان و ترکیبی از عوامل فوق، می‌تواند اثر مصرف مکمل را بر پاسخ شاخص‌های آسیب عضلانی تحت تأثیر قرار دهد.

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر نشان داد مصرف مکمل بتا آلانین و مکمل کراتین منجر به افزایش معنی‌داری سطوح LDH در پاسخ به یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز شد. با این حال، تفاوت معنی‌داری در تغییرات CPK در گروه‌های مصرف مکمل بتا آلانین، مکمل کراتین و دارونما نشان نداد. مصرف مکمل کراتین منجر به کاهش معنی‌دار LDH در مردان شناگر نخبه شد. همچنین مصرف مکمل کراتین نسبت به مکمل بتا آلانین اثر بیشتری بر افزایش سطوح لاکتات در پاسخ به یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز داشت. با توجه به یافته‌های تحقیق، به نظر می‌رسد که کراتین نسبت به سایر مکمل‌های اعمال شده در این پژوهش بر تثبیت غشای سلول تأثیر بیشتری داشته است از طرفی، با مصرف مکمل بتا آلانین قابلیت فرد برای انجام تمرین شدیدتر افزایش می‌یابد.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد نویسنده اول در گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت استخراج شده است. بدین‌وسیله از کلیه‌ی

عضلانی ناشی از کاهش کلسیم سارکوپلاسمی به علت ادامه انقباض عضلانی و تجمع کلسیم داخل سلولی و ناتوانی آن در بازگشت به سلول‌های سارکوپلاسمی است (۲۷). از این دیدگاه، افزایش کارنوزین عضلانی با تأثیر مثبتی که بر کلسیم سلول عضلانی دارد باعث افزایش عملکرد پروتئین انقباض عضله شده و در نتیجه، افزایش بهره‌وری از واحدهای حرکتی انقباضی را افزایش می‌دهد (۱۳،۱۷،۱۹). پس با توجه به سازگاری‌های متابولیکی و افزایش ظرفیت بافری که بر اثر مصرف بتا آلانین ایجاد می‌شود تغییرات معناداری در آنزیم کراتین کیناز پس از مصرف بتا آلانین مشاهده نشده است. همسو با پژوهش حاضر هاریس و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که ۴ هفته مصرف مکمل بتا آلانین موجب افزایش ۱۲ تا ۱۴ درصدی در ظرفیت بافری عضله می‌شود (۱۷).

علاوه بر این، نتایج پژوهش حاضر تفاوت معنی‌داری در تغییرات لاکتات پیش‌آزمون، قبل از تمرین، بلافاصله پس از تمرین و ۱۵ دقیقه پس از تمرین در گروه مصرف مکمل بتا آلانین، کراتین و دارونما نشان داد. افزایش معنی‌داری در سطوح لاکتات بعد از سه هفته مصرف مکمل کراتین در پاسخ به یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز مشاهده شد. با این وجود سه هفته مصرف مکمل بتا آلانین اثر معنی‌داری بر تغییرات سطوح لاکتات در پاسخ به یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز نداشت همچنین سه هفته مصرف مکمل کراتین نسبت به مکمل بتا آلانین اثر بیشتری بر افزایش سطوح لاکتات در پاسخ به یک جلسه تمرین شنای وامانده ساز داشت. لاکتات ترکیبی است که در قسمت‌های مختلف بدن در حین فعالیت‌های ورزشی تجمع می‌یابد و همچنین به عنوان یک میانجی مهم متابولیسم در بافت‌های مختلف بدن مطرح است. داشتن توده عضلانی بیشتر، منجر به تولید لاکتات بیشتری می‌شود (۱۰). تولید لاکتات از تجمع پیروات جلوگیری می‌کند و باعث حفظ گلیکولیز می‌شود. از طرفی تارهای عضلانی اکسیداتیو می‌توانند لاکتات را جذب کنند. پس به دنبال تمرین، رقابتی بین لاکتات با گلوکز به عنوان منبع سوخت کربوهیدرات در عضلات اسکلتی ایجاد می‌شود. بنابراین با مصرف لاکتات ضمن کاهش این متابولیت مقدار کمی از گلوکز طی ورزش مورد استفاده

during competition. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6:106–117.

12. Keskinen OP, Keskinen KL, Mero AA. Effect of pool length on blood lactate, heart rate, and velocity in swimming. *Int J Sports Med.* 2007;28:407-413.

13. Derave W, Ozdemir MS, Harris RC, Pottier A, Reyngoudt H, Koppo K, et al. Beta-Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated iso-kinetic contraction bouts in trained sprinters. *J Appl Physiol.* 2007;103:1736-1743

14. Razzaghi A, Kashef M, Gaeini AA. Effect of short-term glutamine supplementation on VO₂max and capillary blood lactate during recovery after maximum exercise in men athlete. *J Appl Exerc Physiol* 2017;13(25):115-124

15. Bembien MG, Hugh S. Lamont and Creatine Supplementation and Exercise Performance Recent Findings. *Sports Med.* 2005;35(2):107-125

16. Wang CC, Yang MT, Lu K, H Kuei-Hui C. The Effects of Creatine Supplementation on Explosive Performance and Optimal Individual Postactivation Potentiation Time. *Nutrients.* 2016;8:143-157.

17. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids.* 2006;30(3):279–89.

18. Baguet A, Bourgois J, Vanhee L, Achten E, Derave W. Important role of muscle carnosine in rowing performance. *J Appl Physiol.* 2010;109:1096-1101.

19. Hill CA, Harris RC, Kim HJ, Harris BD, Sale C, Boobis LH, et al. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids.* 2007; 32(2):225–33.

20. Jagim AR, Wright GA, Brice AG, Doberstein ST. Effects of beta-alanine supplementation on sprint endurance. *J Strength Cond Res.* 2013;27(2):526-32.

21. Bellinger PM, Howe ST, Shing CM, Fell JW. Effect of Combined Beta-Alanine and Sodium Bicarbonate Supplementation on Cycling Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(8):1545-1551.

22. Joyce S, Minahan C, Anderson M, Osborne M. Acute and chronic loading of sodium bicarbonate in highly trained swimmers. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(2):461-469

23. Hoffman J, NA Ratamess, R Ross, J Kang, J Magrelli, K Neese, AD Faigenbaum, JA Wise. *Int J Sports Med.* 2008;29:952–958.

24. Karami Y, Jalalidehkordi K, Sharifi G. Comparison the effect of Beta-Alanine and sodium bicarbonate supplementation on changes LDH and CK in elite men taekwondo. *J Chem Pharma Res.* 20157(12):1067-1072.

افرادی که در انجام تحقیق حاضر همکاری داشته‌اند به ویژه آزمودنی‌های تحقیق، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Deminice R, Rosa FT, Franco GS, Jordao AA, de Freitas EC. Effects of creatine supplementation on oxidative stress and inflammatory markers after repeated-sprint exercise in humans. *Nutrition.* 2013;29(9):1127-32.

2. Gustavo AC, Jefferson SN, Gabriel RN, Ingrid D, Nuno DG, Caroline D. Creatine Kinase and Lactate Dehydrogenase Responses After Different Resistance and Aerobic Exercise Protocols. *J Hum Kinet.* 2017;58:65-72

3. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin Chem Lab Med.* 2010;48(6):757-67.

4. Rodrigues BM, Dantas EHM, De Salles BF, Miranda HL, Koch AJ, Willardson JM, et al. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals. *J Strength Cond Res.* 2010;24:1657-1662

5. Paschalis V, Koutedakis Y, Jamurtas AZ, Mougios V, Baltzopoulos V. Equal volumes of high and low intensity of eccentric exercise in relation to muscle damage and performance. *J Strength Cond Res.* 2005;19:184-188

6. Fernandez-Gonzalo R, Lundberg TR, Alvarez-Alvarez L, Paz JA. Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114:1075-1084

7. Baroni BM, Junior ECPL, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110:789-796

8. Chapman D, Newton M, Sacco P, Nosaka K. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *Int J Sports Med.* 2006;27:591-598

9. Bessa A, Oliveira VN, De Agostini GG, Oliveira RJS, Oliveira ACS, White G, et al. Exercise intensity and recovery: Biomarkers of injury, inflammation and oxidative stress. *J Strength Cond Res.* 2016;30:311-319

10. Rogatzki MJ, Wright GA, Mikat RP, Brice AG. Blood Ammonium and Lactate Accumulation Response to Different Training Protocols Using the Parallel Squat Exercise. *J Strength Cond Res.* 2014;28:1113–1118.

11. Vescovi JD, Falenchuk O, Wells GD. Blood lactate concentration and clearance in elite swimmers

25. Kashef CE. Effect of creatine monohydrate and creatine-carbohydrate mixture of aerobic power and cell damage parameters (LDH, CK) in sport boys. 2012;18(13):125-152.
26. Seung MK, Jin HW. Effect of β -alanine supplementation on blood fatigue factors and oxidative stress during short-term weight loss in Judo athletes. *J Exerc Nutr Biochem*. 2013;17(3):24-37.
27. Haghshenasorcid R, Pordanjani AF, Ebrahimi M. The Effect of Acute Caffeine Consumption on Plasma Creatine Kinase (CK) and Lactate Dehydrogenase (LDH) after a Session of Resistance Exercise in Male Athletes. *J Sport Biosci*. 2016;7(4):635-647
28. Willoughby DS, McFarlin B, Bois C. Interleukin-6 expression after repeated bouts of eccentric exercise. *Int J Sports Med*. 2003;24:15-21
29. Foschini D, Prestes J. Acute hormonal and immune responses after a bi-set strength training. *Fit Perform J*. 2007;6:38-44
30. Rostami A, Jafari A, Sary V. The impact of short-term supplementation of coenzyme Q10 and creatine kinase, total serum plasma laktat healthy boy after a bout of aerobic activity. *Metab Sport*. 2012;2:13-23.