



Comparison of the effect of a period of beta-alanine and sodium bicarbonate supplementation on changes in pH, blood lactate and anaerobic capacity of elite taekwondo men

Yousef Karami¹, Khosrow Jalali Dehkordi², Gholamreza Sharifi³, Ali Jalali Dehkordi⁴

¹ Master's degree, Department of Sports Physiology, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran. Karami_yousof@yahoo.com

² Assistant Professor, Department of Sports Physiology, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran (**Corresponding author**). khosro.jalali@yahoo.com

³ Associate Professor, Department of Sports Physiology, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran. sharefi.gholamreza@yahoo.com

⁴ Master's degree, Department of Sports Physiology, Urmia University, Urmia, Iran. khosro.jalali@yahoo.com

Abstract

Purpose: One of the strategies used by athletes to improve performance in many sports is to take supplements before the main competition. The purpose of this research is to compare the effect of a period of beta-alanine and sodium bicarbonate supplementation on pH, blood lactate and anaerobic capacity of elite taekwondo men.

Method: 20 elite taekwondo players were divided into two groups of 10 people. Taekwondo athletes consumed 3.2 grams of beta-alanine and 0.3 grams of sodium bicarbonate by weight during 6 weeks. Blood samples and anaerobic capacity were evaluated in two stages, before and 24 hours after the end of 6 weeks of training. For statistical description The mean and standard deviation of the data were used, and the correlated t test was used for the inferential analysis of the data. A significance level of $P \leq 0.05$ was considered.

Findings: Taking beta-alanine and sodium bicarbonate supplements together with taekwondo exercises prevented the increase in pH and lactate levels and subsequently increased anaerobic power. Beta-alanine supplement with a daily dose of 2.3 grams compared to sodium bicarbonate supplement with a dose of 0.3 grams can probably be equally effective in preventing fatigue and increasing strength in athletes, and probably beta-alanine supplementation with a dose of more than 2.3 grams Compared to the daily dose of 0.3 grams of sodium bicarbonate, it can have a greater effect in preventing fatigue and increasing energy.

Conclusion: Taekwondo sports activity, along with beta-alanine and sodium bicarbonate supplements, prevents the increase of blood pH and blood lactate. It also improves anaerobic power performance.

Keywords: Beta-alanine supplement, Sodium bicarbonate supplement, pH, Lactate, Anaerobic power, Taekwondo athletes.

Cite: Karami, Y., Jalali Dehkordi, K., Sharifi, G. & Jalali Dehkordi, A. (2024). Comparison of the effect of a period of beta-alanine and sodium bicarbonate supplementation on changes in pH, blood lactate and anaerobic capacity of elite taekwondo men. *Applied Research in Sports Nutrition and Exercise Science*, 1(1), p. 73-86.

Received: 2024-01-02 ; **Revised:** 2024-01-27 ; **Accepted:** 2024-02-28 ; **Published online:** 2024-03-18

© The Author(s).

Article type: Research Article

Published by: University of Qom.





مقایسه اثر یک دوره مصرف مکمل بتا آلانین و بیکربنات سدیم بر تغییرات PH، لاکتات خون و توان بی هوازی مردان نخبه تکواندو

یوسف کریمی^۱، خسرو جلالی دهکردی^۲، غلامرضا شریفی^۳، علی جلالی دهکردی^۴

^۱ کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.
Karami_yousof@yahoo.com

^۲ استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول).
khosro.jalali@yahoo.com

^۳ دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.
sharefi.gholamreza@yahoo.com

^۴ کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
khosro.jalali@yahoo.com

چکیده

هدف: یکی از راهبردهای مورد استفاده ورزشکاران برای بهبود عملکرد در بسیاری از رشته‌های ورزشی، مصرف مکمل‌های قبل از مسابقه اصلی است. هدف تحقیق حاضر مقایسه اثر یک دوره مصرف مکمل بتا آلانین و بیکربنات سدیم بر PH، لاکتات خون و توان بی‌هوازی مردان نخبه تکواندو کار است.

روش: ۲۰ تکواندوکار نخبه به دو گروه ۱۰ نفری تقسیم شدند. تکواندوکاران در طی ۶ هفته ۳/۲ گرم روزانه بتا آلانین و ۳/۰ گرم برحسب وزن، بیکربنات سدیم مصرف کردند. نمونه خونی و توان بی‌هوازی در دو مرحله، قبل و ۲۴ ساعت بعد از پایان ۶ هفته تمرین، ارزیابی شد. برای توصیف آماری داده‌ها از میانگین و انحراف معیار، و برای تحلیل استنباطی داده‌ها از آزمون t همبسته استفاده شد. سطح معناداری $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: مصرف مکمل بتا آلانین و مکمل بیکربنات سدیم به همراه تمرینات تکواندو از افزایش در سطوح PH، لاکتات جلوگیری کرده و متعاقب آن باعث افزایش توان بی‌هوازی شده است. مکمل بتا آلانین با دوز ۳/۲ گرم روزانه در مقایسه با مکمل بیکربنات سدیم با دوز ۳/۰ گرم احتمالاً به یک نسبت می‌تواند در جلوگیری از خستگی و افزایش توان در ورزشکاران مؤثر باشد و احتمالاً مکمل بتا آلانین با دوز بیشتر از ۳/۲ گرم روزانه نسبت به دوز ۳/۰ گرم بیکربنات سدیم می‌تواند تأثیر بیشتری در جلوگیری از خستگی و افزایش توان داشته باشد.

نتیجه‌گیری: فعالیت ورزشی تکواندو به همراه مصرف مکمل بتا آلانین و بیکربنات سدیم، باعث جلوگیری از افزایش PH خون، و لاکتات خون می‌شود. همچنین موجب بهبود عملکرد توان بی‌هوازی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: مکمل بتا آلانین، مکمل بیکربنات سدیم، PH، لاکتات، توان بی‌هوازی، تکواندوکاران.

استاد به این مقاله: کریمی، یوسف؛ جلالی دهکردی، خسرو؛ شریفی، غلامرضا؛ جلالی دهکردی، علی (۱۴۰۳). مقایسه اثر یک دوره مصرف مکمل بتا آلانین و بیکربنات سدیم بر تغییرات PH، لاکتات خون و توان بی‌هوازی مردان نخبه تکواندو. *پژوهش‌های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین*. ۱(۱)، ص ۷۱-۸۶.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۳ ؛ **تاریخ اصلاح:** ۱۴۰۲/۱۱/۰۹ ؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۱۲/۱۱ ؛ **تاریخ انتشار آنلاین:** ۱۴۰۲/۱۲/۲۸
© نویسندگان. نوع مقاله: پژوهشی. ناشر: دانشگاه قم



۱. مقدمه

مبارزه تکواندو در ۳ زمان ۲ دقیقه‌ای با ۱ دقیقه استراحت بین آنها انجام می‌شود که در صورت تساوی، به راند طلایی (۲ دقیقه) کشیده می‌شود. در طول هر ۲ دقیقه، افراد دائماً مشغول مبارزه و رد و بدل فنون ورزشی نیستند، بلکه تقریباً بیش از ۱ دقیقه از آن صرف رقص‌پا، تفکر و یافتن فرصت مناسبی برای حمله و ضدحمله می‌شود. بنابراین، در هر زمان، ترکیبی از مبارزه و استراحت، به طور متناوب تکرار می‌شود. در چنین فعالیت‌های تناوبی، بروز خستگی، یکی از موانع اصلی کسب نتایج موفقیت‌آمیز در طی یک دوره از مسابقات است (۱). لذا مکملی تقریباً بی‌ضرر که بتواند در بازسازی انرژی و کاهش تجمع لاکتات و کاهش خستگی به آنها کمک نماید، مورد توجه قرار نگرفته است. از جمله مکمل‌هایی که در سال‌های اخیر، مصرف آن با هدف افزایش کارایی و کاهش خستگی ورزشکاران مورد مطالعه قرار گرفته، بیکربنات سدیم و بتاآلانین می‌باشد (۲). مکمل بتاآلانین از اسید آمینه‌ای تشکیل شده است، که به‌نظر می‌رسد در ظرفیت‌های هوازی و بی‌هوازی، افزایش حجم زمان تمرین، بهبود در عملکرد، افزایش کارنوزین و همیستیدین، تغییرات یون هیدروژن در سطح پلاسمای خون و کاهش خستگی و در نهایت توان بی‌هوازی اثرگذار است (۳). اسمیت^۱ و همکاران (۲۰۱۰)، در تحقیقی روی ۵۱ مرد تمرین‌نکرده با سن ۲۴ سال، با ۸ هفته تمرین اینتروال پرشدت و خستگی عصبی عضلانی با مصرف مکمل بتاآلانین، تمرینات شامل دوهای ۵۰ و ۱۰۰ متر با ۱۰۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و تکرارهای ۶-۸ ست و استراحت‌های ۳۰ ثانیه در هر ست و مقدار مصرفی ۳/۲ گرم و سه جلسه تمرین در هفته، تغییرات بیوشیمیایی معنی‌داری در ۸ هفته تمرین و مصرف مشاهده نشد (۴). بیکربنات سدیم به عنوان یکی از عوامل معرفی شده است که عمل آن خنثی کردن یون‌های هیدروژن برای تشکیل دی‌اکسیدکربن و آب است، اما آثار آن بر عملکرد بی‌هوازی و لاکتات خون به‌طور قطعی روشن نشده است. برخی تحقیقات، افزایش در توان بی‌هوازی و مدت زمان اجرا را بعد از مصرف این مکمل گزارش کرده‌اند (۵). با این حال بیشتر پژوهش‌های انجام شده، اثر حاد مصرف بیکربنات سدیم را تنها به‌دنبال یک تکرار انجام آزمایش بررسی کرده‌اند. به عنوان مثال درباره اثر این مکمل بر لاکتات خون بعد از یک جلسه فعالیت تناوبی شدید، گزارش‌ها نشان می‌دهد که به‌دنبال بهبود عملکرد، میزان تجمع این شاخص نیز به طور معناداری زیاد می‌شود (۶). نتایج پژوهشی نشان می‌دهد که هر دو مدل بارگیری این مکمل سبب افزایش کار انجام شده از

۹ به ۲۱ درصد و افزایش توان اوج عملکردی از $3/5$ به $7/8$ درصد می‌شود (۷). بتاآلانین و بیکربنات سدیم از مکمل‌های خوراکی است که معمولاً به منظور کاهش خستگی و افزایش توان بی‌هوازی استفاده می‌شود. با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده، مطالعات اندکی به مقایسه اثر مکمل بتاآلانین و بیکربنات سدیم بر شاخص‌های خستگی و توان مردان نخبه تکواندو پرداخته شده است. بنابراین، مقایسه دو مکمل با دوزهای معین بر تغییرات PH، لاکتات خون و توان بی‌هوازی مردان نخبه تکواندو دیدگاهی است که تاکنون کمتر به آن پرداخته شده است. از طرفی نتایج تحقیقات قبل حاکی از آن است که مصرف مکمل بیکربنات سدیم باعث عوارض جانبی از جمله مشکلات گوارشی شده است و ورزشکاران خیلی تمایل به استفاده از این مکمل را ندارند. همچنین، بتاآلانین در غذای روزمره به فور یافت نمی‌شود. لذا به نظر می‌رسد مکملی که بتواند جایگزین بیکربنات سدیم شود، و علاوه بر بهبود شاخص‌های خستگی، در بازسازی ذخایر انرژی نیز موثر باشد، ضروری به نظر می‌رسد. هدف پژوهش حاضر است که به مقایسه اثر یک دوره مکمل بتاآلانین و بیکربنات سدیم بر تغییرات PH، لاکتات خون و توان بی‌هوازی مردان نخبه تکواندو بپردازد.

۲. روش تحقیق

روش انجام این پژوهش نیمه تجربی بوده که به صورت میدانی انجام گرفت و به لحاظ استفاده از نتایج به دست آمده کاربردی می‌باشد. جامعه آماری ۲۰ مرد جوان با (سن: $26 \pm 2/26$ سال، وزن: $69/32 \pm 16/45$ کیلوگرم، قد: $180/6 \pm 6/60$ سانتیمتر) به صورت در دسترس و هدفمند انتخاب و به ۲ گروه ۱۰ نفری تقسیم شدند. قبل از انجام مداخله، به منظور همگن‌سازی، دو گروه براساس سن، قد، وزن، شاخص توده بدن^۱ مقایسه شدند که به لحاظ آماری تفاوت معناداری بین آنها وجود نداشت. در مورد مراحل اجرا، اهداف و پیامدهای تحقیق اطلاعات کامل به شرکت‌کنندگان به صورت مکتوب و شفاهی داده شد و از آنها درخواست شد رضایتنامه کتبی را امضاء نمایند. آزمودنی‌ها در یک جلسه با نحوه انجام فعالیت ورزشی و نحوه خون‌گیری آشنا شدند. همچنین، قد آزمودنی‌ها با قدسنج با دقت $0/01$ متر و وزن آنها با ترازو با دقت $0/1$ کیلوگرم و شاخص توده بدن از تقسیم وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (متر) اندازه‌گیری شد. نمونه خونی آزمودنی‌ها در دو مرحله ۲۴ ساعت پیش از تمرین (مرحله ۱) و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (مرحله ۲) اندازه‌گیری شد. در هر مرحله، ۵ سی‌سی خون جمع‌آوری گردید. توان بی‌هوازی قبل و ۲۴ ساعت بعد از اتمام دوره تمرینی

با استفاده از آزمون رست ارزیابی شد. تکواندوکاران در طی ۶ هفته و سه جلسه در هفته تمرین تکواندو به همراه یک نوبت مکمل هر بار با مقدار مصرفی ۳/۲ گرم روزانه بتآلانین و ۰/۳ گرم برحسب وزن بیکربنات سدیم مصرف کردند. گروه بتآلانین سه ساعت قبل از تمرین و گروه بیکربنات سدیم، یک ساعت قبل از تمرین مکمل مصرف کردند.

۳. پروتکل تمرین

در مطالعاتی که برای بررسی آثار تمرینی روی بازیکنان تکواندو انجام شده است، دوره تمرینی بین ۶ تا ۱۰ هفته در نظر گرفته شده است. در پژوهش حاضر یک برنامه تمرینی ۶ هفته ویژه تکواندو شامل تمرینات تناوبی، سرعتی، پلایومتریک، میت زدن، مبارزه اجرا گردید. شدت تمرین با تغییر ضربان قلب آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات، حین اجرا و پس از انجام فعالیت در هر جلسه کنترل گردید. حجم کلی تمرینات هفتگی برای شش هفته در جدول (۱) ارائه می‌شود (۸).

جدول ۱- میانگین زمان اختصاص داده شده به هر تمرین در طول ۶ هفته

ست	شدت	زمان	نوع تمرین
-	-	۱۰-۱۵ دقیقه	گرم کردن عمومی و اختصاصی
۶	۷۵ تا ۸۵٪ VO_{2max}	۶۰ ثانیه	طناب زدن
۶	۷۰ تا ۸۰ درصد توان	۳ دقیقه	سایه زدن و مرور تکنیک‌ها
۵	۸۰ تا ۹۰ درصد توان	۲ دقیقه	مبارزه
۶	۸۰ تا ۹۰ درصد توان	۶۰ ثانیه	میت‌زنی لحظه‌ای، اجرای تکنیک‌های پالچاگی (آبدولیوچاگی، دولیوچاگی و ...) به صورت حمله، ضدحمله و ترکیبی
۱۰	۸۰ درصد توان	۳۰ ثانیه	پله رفت و برگشت
۱۰	۷۵ تا ۸۵٪ VO_{2max}	۳۰ ثانیه	پله هاروارد
۱۰	۸۰ درصد توان	۳۰ ثانیه	انفجاری با کش
۱۰	۷۰ تا ۸۰ درصد توان	۲۰ ثانیه	ضربه ۲ پا به آدمک تمرینی
۸	۷۰ تا ۸۰ درصد توان	۱۰ ثانیه	جاکینگ + پرش جفت همزمان
۶	۷۰ تا ۸۰ توان	۴۰ ثانیه	دراز و نشست با پرتاب توپ مدیسین بال
-	-	۱۰-دقیقه	سرد کردن

۴. روش‌های آزمایشگاهی

پس از تکمیل فرم‌های رضایت‌نامه و سابقه پزشکی، ۲۴ ساعت قبل از شروع فعالیت و مصرف مکمل به صورت ناشتا در محل آزمایشگاه تخصصی حضور یافته و به میزان ۵ سی‌سی خون از

سیاهرگ بازویی آنان گرفته شد. سرم خون پس از سانتریفیوژ شدن جدا و در یک فریزر مخصوص آزمایشگاهی در دمای -30°C درجه نگهداری شد. سپس برنامه تمرین ۶ هفته‌ای ویژه تکواندو به همراه مصرف بتاآلانین و مکمل بیکربنات سدیم اجرا گردید (جدول ۱). پایان هفته ششم، ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، بار دیگر نمونه خونی در حالت ناشتا اندازه‌گیری شد. شاخص‌های تن‌سنجی و توان بی‌هوازی در پایان دوره مجدداً گرفته شد. برای تعیین لاکتات خون به روش آنزیماتیک با کیت ساخت شرکت Rosh از کشور آلمان از دستگاه کوباس ۴۰۰ استفاده شد. PH خون آزمودنی‌ها را به روش آنزیماتیک با کیت ساخت شرکت Rosh از کشور آلمان با دستگاه کوباس ۴۰۰ مشخص شد.

۵. تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق در دو سطح توصیفی و استنباطی صورت گرفت. در سطح توصیفی از مشخصه‌های آماری میانگین و انحراف معیار استفاده شد و در سطح استنباطی برای بررسی تغییرات از پیش‌آزمون و پس‌آزمون از t همبسته و برای مقایسه دو گروه از t مستقل (اختلاف میانگین قبل و بعد) استفاده شد. در این پژوهش $P \leq 0.05$ به عنوان سطح معناداری در نظر گرفته شد و کلیه محاسبات با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ صورت گرفت.

۶. یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد برخی از ویژگی‌های عمومی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش از قبیل سن، قد، وزن، BMI، $\text{VO}_{2\text{max}}$ و در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد (خطای استاندارد) ویژگی‌های عمومی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در مرحله پایه

متغیر (گروه)	بیکربنات سدیم	بتا آلانین
سن (سال)	$25/5 \pm 2/50$	$26/2 \pm 4/26$
قد (سانتیمتر)	$179/29 \pm 6/63$	$180/6 \pm 6/60$
وزن (کیلوگرم)	$70/07 \pm 15/7$	$69/32 \pm 16/45$
نمایه توده بدن (kg/m^2)	$21/02 \pm 3/60$	$22/41 \pm 4/50$
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم)	$41/44 \pm 6$	$42/31 \pm 8/50$

به منظور مقایسه بین داده‌های PH (واحد میلی گرم بر لیتر)، لاکتات (واحد میلی مول بر دسی لیتر) و توان بی‌هوازی (وات) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه از روش آماری t همبسته استفاده شد.

جدول ۳- مقایسه PH (واحد میلی گرم بر لیتر) لاکتات (واحد میلی مول بر دسی لیتر) و اوج توان، حداقل توان، میانگین توان، شاخص خستگی (واحد وات) در آزمودنی‌های بیکربنات سدیم ($n=10$) بتا آلانین ($n=10$) قبل و بعد از تمرین با استفاده از آزمون تی همبسته

معنی داری	t	درجه آزادی	Mean±SD		شاخص‌های آماری متغیرها
			پس آزمون	پیش آزمون	
۱	۰/۰۰۰	۹	۷±۰/۶۶	۷±۰/۰۰	PH (بتا آلانین)
۰/۹	۱	۹	۶/۸±۰/۶۳	۷±۰/۰۰۰	PH (بیکربنات سدیم)
۰/۹	-۰/۳۴	۹	۱/۹۳±۰/۶۰	۱/۹۲±۰/۵۹	لاکتات (بتا آلانین)
۰/۴	-۰/۴۲۹	۹	۱/۹۰±۰/۶۳	۱/۸۴±۰/۴۴	لاکتات (بیکربنات سدیم)
۰/۱۶	-۱/۵۱۲	۹	۵۹۵/۴۰±۱۲۵/۹۸	۵۴۸/۹±۱۳۸/۴۵	اوج توان (بتا آلانین)
۰/۰۳*	-۲/۴۶	۹	۳۷۶/۶±۶۲/۱۲	۳۱۹/۹±۶۲/۹۳	حداقل توان (بتا آلانین)
۰/۰۰۷*	-۳/۴۶	۹	۴۶۸/۷±۸۹/۲۶	۴۰۷/۸±۷۶/۹۰	میانگین توان (بتا آلانین)
۰/۸*	-۲/۵۹	۹	۶/۵۸±۳/۱۹	۶/۳۰±۳/۰۰	شاخص خستگی (بتا آلانین)
۰/۰۰۹*	-۳/۴۰	۹	۶۲۴/۴±۱۹۸/۰۸	۵۱۴/۷±۱۸۱/۷۴	اوج توان (بیکربنات سدیم)
۰/۰۱*	-۳/۲۶۵	۹	۴۵۰/۸±۶۲/۱۲	۳۰۰/۹±۶۸/۶۱	حداقل توان (بیکربنات سدیم)
۰/۰۰۰*	-۶/۳۶	۹	۵۱۷/۴±۱۴۵/۸۷	۳۹۶/۷±۱۰۷/۰۲	میانگین توان (بیکربنات سدیم)
۰/۶۳	-۴/۹۹	۹	۶/۲۵۸±۳/۶۹	۵/۸۱±۳/۷۰	شاخص خستگی (بیکربنات سدیم)

جدول ۴- میانگین و انحراف معیار مقایسه PH (واحد میلی گرم بر لیتر) لاکتات (واحد میلی مول بر دسی لیتر) و اوج توان، حداقل توان، میانگین توان، شاخص خستگی (واحد وات) در آزمودنی‌های بیکربنات سدیم ($n=10$) بتا آلانین ($n=10$) و آزمون تی مستقل (تفاضل پیش آزمون و پس آزمون) برای مقایسه متغیرها در دو گروه

نتایج آزمون تی مستقل			آزمودنی‌ها		شاخص‌ها متغیر
معنی داری	T نمره	درجه آزادی	گروه بیکربنات سدیم SD ± M	گروه بتا آلانین SD ± M	
۰/۵	-۰/۶۸۸	۱۸	۶/۸±۰/۶۳	۷±۰/۶۶	PH
۰/۸۷	۰/۱۵۴	۱۸	۱/۹۰±۰/۶۳	۱/۹۳±۰/۶۰	لاکتات
۰/۷	-۳/۲۲۵	۱۸	۶۲۴/۴±۱۹۸/۰۸	۵۹۵/۴۰±۱۲۵/۹۸	اوج توان
۰/۲۴	۱/۲۰۶	۱۸	۴۵۰/۸±۶۲/۱۲	۳۷۶/۶±۶۲/۱۲	حداقل توان
۰/۳۸	-۰/۹	۱۸	۵۱۷/۴±۱۴۵/۸۷	۴۶۸/۷±۸۹/۲۶	میانگین توان
۰/۸۳	-۲/۱۲	۱۸	۶/۲۵۸±۳/۶۹	۶/۵۸±۳/۱۹	شاخص خستگی

۷. بحث

این مطالعه با هدف مقایسه اثر یک دوره مصرف مکمل بتا آلانین و بیکربنات سدیم بر تغییرات PH، لاکتات خون، توان بی‌هوازی مردان نخبه تکواندو انجام شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان

داد مقادیر درون‌گروهی و بین‌گروهی PH در گروه بتا آلانین و گروه بیکربنات سدیم از لحاظ آماری معنادار نبود ($P \geq 0/05$). یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های، زولارو همکاران (۲۰۱۰) با هریس و همکاران (۲۰۱۰) همسو است. از طرف دیگر، با نتایج پژوهش‌های کندریک و همکاران (۲۰۱۰) و اسمیت و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی ندارد (۸، ۹، ۱۰، ۱۱). شاید این عدم همخوانی، در اجرای برنامه تمرینی و طول مدت زمان آن، جنس آزمودنی‌ها، سازگاری‌های فیزیولوژیکی در تمرینات طولانی مدت بوده است. هریس و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعات دیگر نشان دادند که بتا آلانین به عنوان یک بافر فیزیولوژیکی در حفظ و تعادل PH عضله و کنترل یون هیدروژن و تأخیر در آستانه لاکتات و عملکرد بهینه ورزشی و کاهش خستگی حائز اهمیت است (۱۰). پژوهش حاضر نیز نشان داد بین PH در دو گروه بیکربنات سدیم و بتا آلانین تفاوت معناداری وجود ندارد. در فعالیت‌های کوتاه مدت و شدید خستگی به احتمال زیاد ناشی از تجمع فرآورده‌های متابولیکی مانند لاکتات و یون هیدروژن درون عضلات است. اسید لاکتیک حاصل در عضله به لاکتات تجزیه می‌شود و این تجمع باعث افزایش یون هیدروژن در سلول‌های عضلانی می‌شود و در نتیجه موجب اسیدی شدن عضله و حالت اسیدوز می‌گردد. این تغییرات باعث کاهش PH تا حدود ۱/۵ مول می‌شود که این امر اثرات معکوسی بر روی تولید انرژی و انقباضات عضلانی دارد. اگر PH درون سلولی پائین‌تر از حد ۶/۹ مول باشد، فعالیت آنزیم فسفوفروکتوکیتاز که یک آنزیم مهم گلیکولینکی است، کاهش می‌یابد که موجب کند شدن میزان فرآیند گلیکولیز و تولید ATP و در نهایت خستگی می‌شود، ولی ظرفیت بافری درون عضلات به دو گروه فسفات و کارنوزین منوط به دسترسی و حضور بتا آلانین که سنتز آن در کبد به واسطه افزایش در رژیم غذایی است، بستگی دارد. به هر حال در تمرینات پرشدت، استفاده از مکمل بتا آلانین و افزایش سطوح پلاسمایی آن باعث افزایش سنتز کارنوزین درون سلولی شده و این افزایش باعث کاهش در محدودیت‌های حالت اسیدوز و در نتیجه بهبود عملکرد در تمرینات پرشدت می‌شود (۱۲). از جمله مکمل‌هایی که در سال‌های اخیر مصرف آن با هدف افزایش کارایی و کاهش خستگی ورزشکاران مورد مطالعه قرار گرفته، ترکیب بیکربنات سدیم می‌باشد. نتایج مطالعات حاکی از آن است که مصرف این ترکیب باعث افزایش PH خون و خاصیت قلیایی بیشتر می‌گردد. افزایش میزان بیکربنات پلاسما، ظرفیت تامپونی بیشتری ایجاد می‌کند و لذا تجمع لاکتات بیشتری در خون تحمل می‌شود که از جنبه نظری این مورد می‌تواند شروع خستگی در فعالیت‌های شدید و کوتاه مدت به تأخیر بیندازد. لذا مصرف بیکربنات سدیم می‌تواند نقش مهمی در جبران انرژی سیستم بی‌هوازی و کاهش اسیدیته و افزایش ظرفیت بافری بدن به دلیل وجود اسید لاکتیک تولیدی و حالت اسیدی شدن ایفا کند و ممکن است عملکرد عضلانی با مصرف این مکمل بهبود می‌یابد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقادیر درون‌گروهی و بین‌گروهی لاکتات در گروه بتآلانین و گروه بیکربنات سدیم از لحاظ آماری معنادار نبود ($P \geq 0/05$). یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های دارو و همکاران (۲۰۱۰)، توفیقی و همکاران (۱۳۹۱) همسو است. از طرف دیگر، با نتایج پژوهش‌های مک ناتون و تامسون (۲۰۰۱)، هافمن و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی ندارد (۷، ۱۵، ۱۴، ۱۳). شاید این عدم همخوانی به برنامه تمرینی، مدت زمان و طول دوره، نوع آزمودنی، مقدار مصرفی مربوط باشد (آزمودنی‌های این مطالعات افراد غیرفعال و اکثر مقادیرهای مصرفی مکمل ۶/۸ گرم و مدت زمان اجرای آزمون ۴ یا ۸ هفته بوده است. در صورتی‌که آزمودنی‌های پژوهش حاضر افراد فعال و مقدار مصرفی ۳/۲ گرم و مدت زمان اجرای آزمون ۶ هفته بوده است). نتایج تحقیق مک ناتون و تامسون (۲۰۰۱) نشان داد که بارگیری کوتاه مدت مکمل بیکربنات سدیم میزان لاکتات پلاسمایی نسبت به بارگیری طولانی مدت افزایش بیشتری دارد. بارگیری بلندمدت این مکمل توانست ظرفیت بافری بدن را بالا ببرد (۷). پژوهش حاضر نیز نشان داد تمرین پرشدت تکواندو و مصرف مکمل بتآلانین و بیکربنات سدیم باعث جلوگیری از افزایش سطوح لاکتات در مردان ورزشکار شده است. تأثیرات ارگوژنیک بیکربنات سدیم به عنوان تامپون قوی اسید لاکتیک و یون‌های هیدروژن و به تأخیر انداختن خستگی گزارش شده است. اسید لاکتیک بلافاصله در PH فیزیولوژیکی نرمال به آنیون لاکتات و یک پروتون تفکیک می‌شود که در عوض اگر یون هیدروژن H بافری نباشد، PH درون عضلانی کاهش می‌یابد. وقتی PH کاهش می‌یابد، تروپونین پروتئین میوفیبریلی به طور موثر با کلسیم پیوند نمی‌خورد و به کمپلکس اکتو میوزین آسیب می‌زند. با مصرف بیکربنات سدیم، میزان Na^+ پلازما افزایش می‌یابد، در نتیجه انتقال H^+ از عضله اسکلتی به واسطه تبادل Na^+ و H^+ افزایش پیدا خواهد کرد. همچنین به دنبال افزایش Na^+ عضلانی پس از مصرف بیکربنات سدیم، افزایش SID^۱ به کاهش غلظت H^+ می‌انجامد. به این ترتیب بیکربنات سدیم در کاهش لاکتات و افزایش سطوح PH مؤثر است. عدم افزایش معنادار لاکتات در دو گروه در تحقیق حاضر تأییدی بر احتمالات بالا می‌باشد (۱۶).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقادیر درون‌گروهی شاخص‌های توان بی‌هوازی در گروه بتآلانین و گروه بیکربنات سدیم از لحاظ آماری معنادار بود ($P \leq 0/05$). همچنین مقادیر بین‌گروهی شاخص‌های توان بی‌هوازی در گروه بتآلانین و گروه بیکربنات سدیم از لحاظ آماری معنادار نبود ($P \geq 0/05$). یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های ون و همکاران (۲۰۱۰)، هافمن و همکاران

(۲۰۱۰) همسو است و با نتایج تحقیق اسمیت و همکاران عدم همخوانی دارد (۱۲، ۱۵، ۸). در کل، شاید این عدم همخوانی در برنامه تمرینی، تعداد جلسات، گروه عضلات درگیر، رژیم غذایی، جنس آزمودنی‌ها، سن آزمودنی‌ها، مقدار مصرفی مکمل بوده است. اسمیت و همکاران (۲۰۱۰) پژوهشی را در ۸ هفته و مصرف مکمل بتآلانی در تمرینات پرشدت، بر خستگی عصبی عضلانی، اوج قدرت، ترکیب بدنی بررسی کردند. تمرینات شامل دوهای سرعت ۵۰-۱۰۰ متر با ۱۰۰ درصد توان و استراحت‌های ۳۰ ثانیه به همراه اجرای یک حرکت اسکات با ۸۰ درصد RMI و مقدار مصرفی مکمل با ۳/۲ گرم در ۳ ست با ۶-۸ تکرار بود. در پایان ۸ هفته هیچ‌گونه تغییری در ترکیب بدنی و اوج قدرت عضلانی مشاهده نشد (۸). پژوهش حاضر نشان داد مصرف مکمل بتآلانی و بیکربنات سدیم به همراه تمرینات تکواندو باعث افزایش توان بی‌هوای در تکواندوکاران شد.

مکانیسم دقیق تغییرات توان بی‌هوای به همراه مصرف مکمل بتآلانی و مکمل بیکربنات سدیم و تمرینات تکواندو به‌طور دقیق شناخته نشده است. با این حال احتمالاً با توجه به اینکه مکمل بتآلانی یک اسید آمینه بوده و ساختار عضلات اسکلتی از اسید آمینه تشکیل شده است. کارنوزین موجود در مکمل به عنوان یک آنزیم در افزایش سنتز پروتئین در عضلات اسکلتی و حفظ آن کمک می‌کند و نیز جذب بتآلانی در عضلات از طریق انتقال‌دهنده‌های اسید آمینه کلراید و سدیم درون سلولی می‌باشد. این مکانیزم زیربنایی حمل و نقل بتآلانی باعث افزایش تبادلات انرژی و جنبش‌پذیری سلولی و متعاقب آن افزایش سطح پروتئین‌های انقباضی آکتین و میوزین در میوسیت‌ها شده که باعث تأیید تأثیر توان بی‌هوای می‌گردد. تحقیقات محدودی در رابطه با تأثیر مصرف بیکربنات سدیم بر عملکرد بی‌هوای انجام شده است. بیکربنات سدیم می‌تواند نقش مهمی در جبران انرژی سیستم بی‌هوای و کاهش اسیدیته و افزایش ظرفیت بافری بدن به دلیل وجود اسید لاکتیک تولیدی و حالت اسیدی شدن ایفا کند و ممکن است عملکرد عضلانی با مصرف این مکمل بهبود یابد. افزایش ظرفیت اکسیداتیو عضلانی نیز می‌تواند با کاهش تولید لاکتات و بازدارنده‌هایی که فرایند انقباضی عضلات را محدود می‌کنند به صورت بالقوه منجر به بهبود قدرت و توان گردد. در تحقیق حاضر بتآلانی و بیکربنات سدیم به یک نسبت باعث بهبود عملکرد بی‌هوای شده‌اند (۱۷).

۸. نتیجه‌گیری

سؤال اساسی مورد بررسی در این پژوهش این بود که آیا مصرف یک دوره مکمل بتآلانی و مکمل بیکربنات سدیم و تمرینات تکواندو بر تغییرات غلظت PH، سطوح لاکتات، توان بی‌هوای تأثیری دارد؟ نتایج نشان می‌دهد که مصرف مکمل بتآلانی و مکمل بیکربنات سدیم به همراه تمرینات تکواندو از افزایش در سطوح PH، لاکتات جلوگیری کرده و متعاقب آن باعث افزایش توان

بی‌هوازی شده است. مکمل بتا آلانین با دوز ۳/۲ گرم روزانه در مقایسه با مکمل بیکرینات سدیم با دوز ۰/۳ گرم احتمالاً به یک نسبت می‌تواند در جلوگیری از خستگی و افزایش توان در ورزشکاران مؤثر باشد و احتمالاً مکمل بتا آلانین با دوز بیشتر از ۳/۲ گرم روزانه نسبت به دوز ۰/۳ گرم بیکرینات سدیم می‌تواند تأثیر بیشتری در جلوگیری از خستگی و افزایش توان داشته باشد.

References

1. Towfighi A & Saed Mocheshi S. Comparison of lactate and C-reactive protein responses to sodium bicarbonate supplementation and residual aerobic activity in active young people. *Kermanshah University of Medical Sciences*. 2012; 17(2): 97-102. [in persian]
2. Fallah Mohammadi Z, Debid Roshan V & Soltani H. The effect of creatine supplementation on the response of blood lactate after intermittent exercise of trained taekwondo athletes. *Olympic*. 2016; 15(39). [in persian]
3. Baguet A, Koppo K, Pottier A & Derave W. Beta-alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2009; 108(3): 495-503.
4. Baguet A, Reyngoudt H, Pottier A, Everaert I, Callens S, Achten E & Derave W. Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. *J. Appl. Physiol*. 2009; 106: 837-842.
5. Daniela L, Claudia G & Gisepepe P. Peripheral serotonergic response to physical exercise in athletic horses. *Journal of Veterinary Science*. 2010; 11: 285-289.
6. Derave W, Everaert I, Beec Kman S & Baguet A. Muscle Carnosine Metabolism and B-Alanin Supplementation in Relation to Exercise and Training. *Sports Med*. 2010. 40: 247-263.
7. Froberg JE, Karlsson CG, Levi L & Lidberg L. Circadian rhythms of catecholamine excretion, shooting range performance and self-ratings of fatigue during sleep deprivation. *Biol Psychol*. 1975; 2(3): 175-88.
8. Harris RC, Glenys AJ, Hyo JK, Chang KK, Karen AP & Wise JA. Changes in muscle carnosine of subjects with 4 weeks supplementation with a controlled release formulation of A-alanine (Carnosyni), and for 6 weeks post (Abstract). *FASEB J*. 2009; 23.
9. Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Ross R, Kang J, Stout JR & Wise JA. Short-duration beta-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players. *Nutr Res*. 2008; 28: 31-35.
10. Jordan T, Lukaszuk J, Mistic M & Umoren J. Effect of beta-alanine supplementation in the onset of blood lactate accumulation (OBLA) during treadmill running: Pre/post 2 treatment experimental design. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2010; 7(1).
11. Kendrick IP, Kim HJ, Harris RC, Kim CK, Dang VH, Lam TQ, Bui TT & Wise JA. The effect of 4 weeks beta-alanine supplementation and isokinetic training on carnosine concentrations in type I and II human skeletal muscle fibres. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 106: 131-138.
12. McNaughton LR, Siegler J & Midgley A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Curr Sports Med Rep*. 2008; 7(4): 230-6.
13. Smith AE & et al. The effects of A-alanine supplementation and high-intensity interval training on neuromuscular fatigue and muscle function. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 105(3): 357-63.
14. Van Thienen R, Van Proeyen K, Vanden Eynde B, Puypo J, Lefere T & Hespel P. Betaalanine improves sprint performance in endurance cycling. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2009; 41: 898-903.
15. Wigernaes I, Hostmark AT, Strum SB & Kierulf PBK. Active recovery and Post-exercise white blood cell count, free fatty acid, and hormones in endurance athletes. *EUR J of Appl Physiol*. 2001; 84: 358-66.

16. Zoeller RF, Stout JR, O'Kroy AJ, Torok DJ & Mielke M. Effects of 28 days of betaalanine and creatine monohydrate supplementation on aerobic power, ventilatory and lactate thresholds, and time to exhaustion. *Amino Acids*. 2007; 33: 505–510.