

## تأثیر مصرف حاد مکمل کلسیم لاکتات بر عملکرد و ظرفیت بافری خارج سلولی ورزشکاران بوکس آماتور نخبه

امیرمیلان امینی<sup>۱</sup>، محمد فشی<sup>۲\*</sup>، رعنا فیاض میلانی<sup>۲</sup>

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده تربیت بدنی و علوم تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۹/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۳/۱۷

شماره صفحات: ۲۵ تا ۳۳

### چکیده

هدف از انجام این پژوهش تعیین اثر مصرف حاد مکمل کلسیم لاکتات بر ظرفیت بافری و عملکرد ورزشکاران مرد بوکس آماتور نخبه بود. هشت مرد نخبه بوکس آماتور (قد  $180 \pm 4.33$  سانتی متر و وزن  $75 \pm 3.68$  کیلوگرم، دسته‌های وزنی (+81، -69، -64، -75)) در طرحی متقاطع و دوسوکور در ۳ راند ۳ دقیقه‌ای با یکدیگر به مبارزه پرداختند. مکمل لاکتات به صورت کپسول‌های ژلاتینی (۰/۵ گرم، ۸۰ میلی گرم کلسیم لاکتات/ کیلوگرم وزن بدن) ۹۰ دقیقه قبل از مبارزه مصرف شد. ۹۰ دقیقه قبل، بلافاصله قبل و نیز بلافاصله پس از رقابت، از آزمودنی‌ها نمونه‌گیری خون انجام و لاکتات، PH،  $HCO_3^-$  و  $PCO_2$  اندازه‌گیری و میانگین ضربان قلب و تعداد ضربه‌های مؤثر دست حین مبارزه ارزیابی شد. از آزمون تی مستقل برای مقایسه دوه‌دو زمان اندازه‌گیری در دو گروه مکمل و دارونما و نیز آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری در سطح معناداری  $P \leq 0.05$  استفاده گردید. مقدار لاکتات و  $HCO_3^-$  در سه زمان ارزیابی در گروه مکمل کلسیم لاکتات و دارونما به ترتیب افزایش و کاهش معناداری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). تفاوت معناداری بین گروه مکمل کلسیم لاکتات و دارونما در مقدار لاکتات، PH،  $HCO_3^-$  و  $PCO_2$ ، ضربان قلب و عملکرد در سه زمان ارزیابی مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). مکمل کلسیم لاکتات منجر به بهبود عملکرد بدون تغییرات چشمگیر در سیستم تامپونی گردید. به بیان دیگر تلاش بیشتر با اسیدیته مشابه با دارونما می‌تواند نشان‌دهنده اثربخشی مکمل کلسیم لاکتات بر عملکرد ورزشکاران بوکس آماتور باشد.

کلیدواژه‌ها: اسیدوز، خستگی، ظرفیت بافری، عملکرد ورزشی

## Acute effect of calcium lactate supplementation intake on the performance and buffering capacity of elite amateur boxing athletes

Amir Milan Amini<sup>1</sup>., Mohamad Fashi<sup>2\*</sup>., Rana Fayaz Milani<sup>2</sup>

1. Master in Applied Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Health Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Health Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

### Abstract

This study aimed to assess the effects of acute calcium lactate supplementation intake on the performance and buffering capacity of elite amateur boxing athletes. 8 elite amateur boxers ( $180 \pm 4.33$  cm,  $75 \pm 3.68$  kg, Weight categories: -75, -64, -69, +81) were assigned to acutely receive calcium lactate (0.5 g, 80 mg calcium lactate/kg body weight) and placebo in a double-blind crossover design 90 minutes before the box competition. 90 minutes before, before competition and immediately after, blood samples were taken and lactate, PH,  $HCO_3^-$ , and  $PCO_2$  and also, average heart rate, and number of effective hand kick were evaluated. Lactate and  $HCO_3^-$  significantly increased and decreased at three evaluation times in calcium lactate supplementation and placebo groups respectively ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference between calcium lactate supplementation and placebo groups in lactate, pH,  $HCO_3^-$ ,  $PCO_2$ , heart rate and performance at three evaluation times ( $P > 0.05$ ). Calcium lactate supplementation improves performance without significant changes in the buffering system. In other words, more effort with a similar acidity to placebo could indicate the effect of calcium lactate supplementation on the performance of amateur boxing athletes.

**Keywords:** Acidosis, Fatigue, Buffering Capacity, Sport Performance

\*. m\_fashi@sbu.ac.ir

## مقدمه

اسیدوز عضلانی از دیرباز به عنوان عاملی برای خستگی در ورزش در نظر گرفته می شود (۱). نشان داده شده است که تجمع بیش از حد یون هیدروژن، فعالیت آنزیم های کلیدی گلیکولیتیک را مهار، بازیافت فسفوکراتین را به تأخیر و فعالیت ماشین انقباضی را به وسیله رقابت با یون کلسیم برای اتصال به تروپونین متأثر می کند (۲). بر این اساس نقش راهکارهای بهبود ظرفیت تامپونی برای تنظیم یون هیدروژن در فعالیت های ورزشی بسیار دارای اهمیت است. از بین راهکارهای تغذیه ای بهبود ظرفیت تامپونی، استفاده از مکمل سدیم بی کربنات (ظرفیت تامپونی خارج سلولی) و بتا-آلانین (ظرفیت تامپونی درون سلولی) بسیار مورد بررسی قرار گرفته است (۳،۴). به تازگی مکمل کلسیم لاکتات به عنوان راهکاری نوین معرفی شده است که می تواند ظرفیت تامپونی خارج سلولی را افزایش داده و بنابراین عملکرد ورزشی را در فعالیت های شدید بهبود می بخشد (۵). در مطالعه های پیشین، مصرف خوراکی لاکتات به صورت پلی لاکتات، سدیم لاکتات یا کلسیم لاکتات به عنوان ماده ابتدایی انرژی باهدف حفظ سطح گلوکز خون حین ورزش های استقامتی مورد توجه بوده است به گونه ای که ۲۵ درصد بهبود عملکرد استقامتی پس از مصرف مکمل لاکتات گزارش گردیده است (۶). با این وجود، مطالعه های دیگر بهبود چندان را در عملکرد ورزشی با مکمل لاکتات گزارش نکرده اند (۷،۸). به هر حال، اثر مکمل لاکتات بر عملکرد ورزش های شدید آن چنان مورد توجه قرار نگرفته است. در مطالعه مانع فورت (۲۰۰۴) مصرف ۴۰۰ میلی گرم سدیم لاکتات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن با تغییرهای قابل ملاحظه در مقدار PH، بیکربنات خون و عملکرد دویدن تا خستگی همراه شد با این وجود این مطالعه مقدار قبل از مصرف مکمل را گزارش نکرده بود (۹). از طرفی، موریس (۲۰۱۱)، ۱۷ درصد بهبود در ظرفیت دوچرخه سواری با مصرف ۱۲۰ میلی گرم مکمل کلسیم لاکتات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را نشان داد (۱۰).

مکمل لاکتات در روده باریک جذب و پس از ورود به گردش خون به وسیله چندین بافت از جمله عضله اسکلتی گرفته می شود. لاکتات همچنین به وسیله کبد نیز گرفته شده و به گلوکز تبدیل می شود؛ بنابراین، هر دو بافت شبکه وسیعی برای مصرف یون هیدروژن بوده و بنابراین به صورت غیرمستقیم بیکربنات و PH افزایش می یابند. این مسیر می تواند با بهبود عملکرد ورزش های شدید همراه شود (۱۱، ۱۰). از جمله ورزش های شدید مهم و المپیکی می توان به بوکس آماتور اشاره کرد. بوکس آماتور دارای ۳ راند ۳ دقیقه ای و یک دقیقه استراحت بین هر راند است و در مسابقات جهانی و المپیک بین ۵ تا ۷ مسابقه برای هر ورزشکار برگزار می شود. در بوکس آماتور شدت حملات دست بالا بوده که در طی یک مسابقه معمولی ورزشکاران بوکس تازه کار ۱۳۰ ضربه دست پرتاب می کنند، ۲۳ حرکت دفاعی، ۲۲۴ حرکت با مفصل لگن در هر ۶ دقیقه انجام می دهند و در ۱/۲ دقیقه به اوج عملکرد خود می رسند. ورزشکاران نخبه بوکس در دقیقه اول راند یک از ۸۵٪ اکسیژن مصرفی بیشینه و در ۲ دقیقه آخر راند سه از ۹۹٪ اکسیژن مصرفی بیشینه خود استفاده می کنند؛ بنابراین بوکس یک ورزش با شدت بالا است که غلظت لاکتات از ۹-۱۸ میلی لیتر در خون فراتر می رود. با توجه به ویژگی ورزش بوکس و نقش مکمل کلسیم لاکتات در فعالیت های شدید به نظر می رسد این مکمل می تواند عملکرد

ورزشکاران بوکس را همراه با بهبود ظرفیت تامپونی پیشرفت دهد. در مطالعه‌های پیشین، مصرف مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم به‌عنوان مقدار زیاد و ۱۲۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به‌عنوان مقدار کم قبل از تمرینات تناوبی شدید مورد بررسی قرار گرفته است (۱۲). این در حالی است که مصرف کمتر این مکمل در پیشینه تحقیقاتی گزارش شده است (۵،۱۲)؛ بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر حاد مصرف ۸۰ میلی‌گرم مکمل کلسیم لاکتات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بر عملکرد و ظرفیت تامپونی ورزشکاران بوکس آماتور نخبه بود.

## روش‌شناسی

**آزمودنی‌ها:** از درون جامعه آماری بوکسورها، با استفاده از نرم‌افزار **G\*POWER** با اندازه اثر (ES=۰/۸۵) و توان آماری (P=۰/۹۷)، هشت نفر برای این تحقیق تعیین شد. بر همین اساس هشت ورزشکار بوکس آماتور مرد در دسته‌های وزنی (+۸۱، -۶۹، -۶۴، -۷۵) با میانگین قد  $180 \pm 4/33$  سانتی‌متر و میانگین سن  $24/12 \pm 3/68$  سال و سابقه تمرینی حداقل ۸ سال یا سابقه رقابت در تیم ملی جمهوری اسلامی ایران به‌عنوان آزمودنی در این مطالعه، دوه‌دو در دسته‌های وزنی یکسان به‌صورت دو سو کور و متقاطع با یکدیگر در یک مسابقه شبیه‌سازی شده مبارزه کردند. این مبارزه در سه راند سه دقیقه‌ای با یک دقیقه استراحت بین هر راند دقیقاً مشابه مبارزه اصلی در زمان خارج از فصل مسابقات انجام شد. شرایط ورود آزمودنی‌ها عدم مصرف هرگونه مکمل و نیز مکمل‌های لبنیاتی، چهار هفته قبل از شروع فرایند میدانی تحقیق، نداشتن آسیب، داشتن هشت سال سابقه رقابت و یا رقابت و عضو تیم ملی جمهوری اسلامی ایران بود. به همه آزمودنی برای ۴۸ ساعت قبل از فرایند میدانی تحقیق برنامه غذایی یکسان داده شد و از آزمودنی‌ها خواسته شد تا رژیم غذایی خود را مطابق با برنامه داده‌شده حفظ کنند. قبل از شروع فرایند تحقیق آزمودنی‌ها با نحوه اجرای پروتکل و اثر مکمل کلسیم لاکتات آشنا شدند و نیز اعلام رضایت برای شرکت در مطالعه به‌صورت کتبی را تحویل دادند. آزمودنی‌ها برای خارج از شدن از مطالعه در هر مرحله از تحقیق حق انتخاب داشتند. طرح تحقیق و اجرای آن براساس قوانین و آیین‌نامه‌های کمیته اخلاق دانشگاه شهید بهشتی تهران مورد ارزیابی و تأیید قرار گرفت.

**طرح تحقیق و مصرف مکمل:** آزمودنی‌ها در دسته‌های وزنی مختلف دوه‌دو در مسابقه  $3 \times 3$  بوکس به‌صورت متقاطع و در طرحی دو سوکور همراه با مصرف مکمل کلسیم لاکتات از برند بالک<sup>۱</sup> بدون شکر، گلوتن، سویا، مخمر، لبنیات و مواد افزودنی و یا دارونما به رقابت پرداختند. این مکمل به میزان ۸۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلو وزن بدن (۱۳، ۱۴) به‌صورت کپسول با ظاهر یکسان با دارونما همراه با ۷۵۰ میلی‌لیتر آب به آزمودنی‌ها داده شد. وزن هر کپسول پر شده از کلسیم لاکتات ۰/۵ میلی‌گرم بود که با وزنه حساس آزمایشگاهی (مدل KTB، ایران) اندازه‌گیری شد. شدت کار با دستگاه ضربان سنج (A300، فنلاند) اندازه‌گیری و میانگین ضربان قلب در هر راند ثبت گردید. علاوه بر این، رقابت بوکس فیلم‌برداری و سپس به‌وسیله دو داور ملی تعداد ضربه‌های

مؤثر محاسبه شد. برای ایجاد انگیزه در به حداکثر رساندن تلاش ورزشکاران در مبارزه، برای هر رقابت پاداش مشخص قرار داده شد.

**نمونه گیری خون:** نمونه‌های خون وریدی از ناحیه ورید بازویی قبل از مصرف مکمل کلسیم لاکتات، ۹۰ دقیقه پس از مصرف مکمل کلسیم لاکتات در زمان شروع مسابقه شبیه‌سازی شده و پس از راند آخر به مقدار ۲/۵ سی سی از ورید بازویی گرفته شد. یک سی سی از خون گرفته شده فوراً برای سنجش ظرفیت تامپونی، با استفاده از دستگاه VBG به (techno medica, GASTAT 700 series, japan) آزمایشگاه رسانده شد و ۱/۵ سی سی از خون بلافاصله با دستگاه سانتیوفیوژ (universal 320R ساخت ایران) به روش ۸ دقیقه با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و ۳۰۰۰ دور دقیقه برای جداسازی پلاسما خون برای سنجش لاکتات خون استفاده شد و پس از چند ساعت نگهداری در یخچال ۸۰ - درجه نمونه‌ها به روش رنگ سنجی به صورت اتوماسیون روی دستگاه Cobasintegra400+<sup>o</sup> با استفاده از کیت لاکتات (آمریکا، Roche) سنجیده شد. نمونه‌های خون با سرنگ آغشته شده به هپارین به مقدار ۲/۵ سی سی از ورید بازویی گرفته شد و آزمودنی‌ها در هنگام خون‌گیری از مشت کردن دست منع شدند.

**تحلیل آماری:** در ابتدا توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلیک بررسی و تأیید شد ( $P > 0.05$ ). سپس از آزمون تی مستقل برای مقایسه دوبه‌دو زمان اندازه‌گیری در دو گروه مکمل و بدون مکمل و نیز از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری در سطح معناداری  $P \leq 0.05$  به وسیله نرم‌افزار آماری پریم نسخه ۶ استفاده شد.

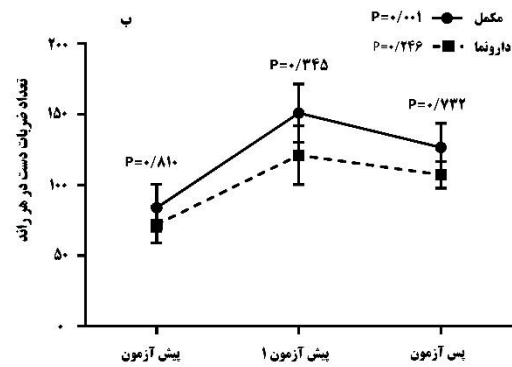
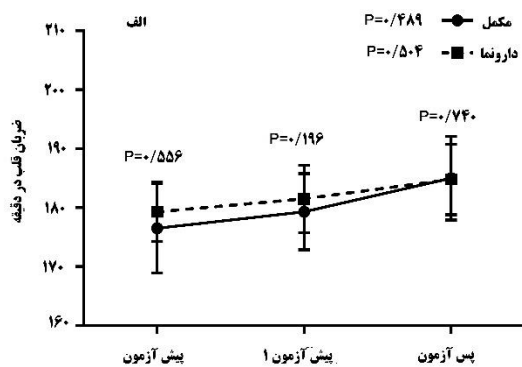
### یافته‌های تحقیق

تفاوت معناداری در هیچ‌یک از متغیرهای تحقیق قبل از مصرف مکمل و دارونما مشاهده نشد. نتایج تحقیق تفاوت معناداری را تنها برای عملکرد (تعداد ضربه‌های دست) در سه نوبت اندازه‌گیری (پیش‌آزمون و پیش‌آزمون ۹۰ دقیقه و پس‌آزمون) با مصرف مکمل کلسیم لاکتات نشان داد ( $P < 0.05$ ). همچنین مقدار لاکتات و  $HCO_3^-$  در سه زمان ارزیابی در گروه مکمل کلسیم لاکتات و دارونما به ترتیب افزایش و کاهش معناداری را نشان داد ( $P \leq 0.05$ ). در مورد سایر متغیرهای تحقیق شامل PH،  $PCO_2$  و ضربان قلب تفاوت معناداری در زمان‌های اندازه‌گیری برای دو گروه مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). (جدول ۱؛ نمودار ۱ و ۲). تعامل زمان\*گروه نیز برای هیچ‌یک از متغیرهای تحقیق به صورت معنادار گزارش نشد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱. مقایسه تغییر متغیرهای تحقیق در سه زمان اندازه گیری (۱۵) و بین دو گروه مکمل و دارونما (†)

سطح معناداری &	سطح معناداری †	پس آزمون	سطح معناداری	پیش آزمون ۹۰	سطح معناداری	پیش آزمون	
۰/۰۰۱*	۰/۴۰۸	۱۰/۱۸±۱/۳۹	۰/۸۳۵	۱/۳۸±۰/۴۶	۰/۹۳۸	۱/۴۰±۰/۴۴	مکمل
۰/۰۰۱*		۱۰/۲۸±۲/۰۸		۱/۶۲±۰/۳۸		۱/۷۲±۰/۴۴	دارونما
۰/۴۱۵	۰/۹۳۷	۷/۲۳±۰/۱۱	۰/۲۰۳	۷/۲۵±۰/۰۹	۰/۹۷۴	۷/۳۰±۰/۰۲	مکمل
۰/۲۱۰		۷/۱۸±۰/۱۲		۷/۲۵±۰/۰۷		۷/۲۸±۰/۰۳	دارونما
۰/۰۰۴*	۰/۲۴۴	۱۲/۵۴±۱/۳۱	۰/۲۴۹	۲۲/۶۰±۰/۸۹	۰/۲۴۹	۲۲/۶۶±۰/۸۸	مکمل
۰/۰۰۱*		۱۲/۷۰±۰/۲۹		۲۲/۱۵±۱/۴۴		۲۲/۱۰±۲/۱۱	دارونما
۰/۱۰۹	۰/۰۷۹	۴۲/۶۲±۳/۴۶	۰/۴۵۱	۳۹/۵۶±۶/۱۳	۰/۱۶۰	۴۵/۶۲±۵/۲۱	مکمل
۰/۲۱۹		۴۵/۵۸±۹/۸۸		۴۰/۲۸±۵/۲۶		۴۵/۵۴±۲/۰۷	دارونما

\* تغییرات معنادار در سطح  $P \leq 0.05$



نمودار ۱. مقایسه تغییر میانگین ضربان قلب در دقیقه (الف) و تعداد ضربه‌های دست در سه زمان اندازه گیری و بین دو گروه مکمل و دارونما

## بحث

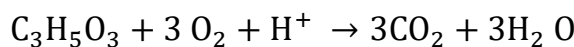
هدف از انجام این پژوهش تعیین اثر مصرف حاد مکمل کلسیم لاکتات بر ظرفیت بافری و عملکرد ورزشکاران مرد بوکس آماتور نخبه بود. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد مصرف ۸۰ میلی گرم مکمل کلسیم لاکتات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن با وجود عدم تغییر معنادار ظرفیت تامپونی خارج سلولی منجر به بهبود عملکرد ورزشکاران بوکس در تعداد ضربه‌های مؤثر دست می‌شود. این بدان معناست که مکمل کلسیم لاکتات می‌تواند شدت بالاتری از ورزش را با وجود سطح یکسان لاکتات و اسیدیته خون القا کند. در تقابل با فرضیه تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد تغییرات PH،  $HCO_3^-$ ،  $PCO_2$  و لاکتات وابسته به مقدار پایین کلسیم لاکتات نیست. مقدار تغییر PH،  $HCO_3^-$ ،  $PCO_2$  و لاکتات در پیش آزمون، ۹۰ دقیقه پس از مصرف مکمل کلسیم (حدود ۱ درصد کاهش برای PH، بدون تغییر برای  $HCO_3^-$  و ۱۲ درصد کاهش برای  $PCO_2$ ) لاکتات و پس از رقابت شبیه‌سازی شده بوکس (حدود ۱ درصد کاهش برای PH، ۴۵ درصد کاهش برای  $HCO_3^-$  و ۷ درصد کاهش برای  $PCO_2$  نسبت به پیش آزمون) در هر دو گروه مکمل و دارونما مشابه بود. ورزش بوکس بر اساس غلظت

لاکتات خون و ضربان قلب و با توجه به راندهای ۳ دقیقه‌ای و استراحت کوتاه یک دقیقه‌ای بین هر راند یک ورزش با شدت بالا محسوب می‌شود و غلظت لاکتات خون را بین ۱۸-۹ میلی مول بالا می‌برد. با افزایش لاکتات خون و اسیدی شدن محیط خارج سلولی و عضله سهم لاکتات بی‌هوازی از راندهای دیگر به دلیل کاهش آنزیم‌های گلیکولیتیک کم می‌شود (۱۶). هنگامی که در ۳ راند بی‌هوازی این فرایند ادامه می‌یابد باعث کاهش فراهم آوردن انرژی بی‌هوازی در ورزشکاران بوکس آماتور می‌شود. تولید لاکتات می‌تواند به دلیل مصرف  $H^+$  در دی اکسایش  $NAD^+$  در انتهای گلیکولیز بی‌هوازی باشد، علاوه بر این یکی از منابع اصلی  $H^+$  در طی ورزش هیدرولیز ATP است که با افزایش تلاش افزایش می‌یابد. از آنجاکه بوکس یک ورزش وابسته به سیستم بی‌هوازی است با افزایش  $H^+$  و تداخل در چرخه گلیکولیتیک با کاهش فراهمی انرژی بی‌هوازی، ورزشکاران به خستگی می‌رسند. مکمل کلسیم لاکتات به علت داشتن  $Ca^{++}$  با دو بار مثبت می‌تواند ۲ مولکول لاکتات را حمل کند و جریا  $H^+$  خارج سلولی را از عضله به داخل خون زیاد کند و باعث کاهش غلظت اسیدلاکتیک عضلانی شود (۹) که در نهایت عملکرد ورزشکار را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

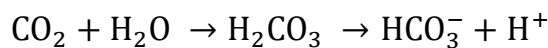
مطالعه حاضر نشان داد در هر سه زمان ارزیابی مکمل کلسیم لاکتات بر لاکتات خون وریدی بین دو گروه مکمل و کنترل تأثیری ندارد. با این وجود مسابقه شبیه‌سازی شده بوکس به‌تنهایی منجر به افزایش مقادیر لاکتات بین زمان قبل و بعد بازی شد. میلر و همکاران در سال (۲۰۰۵) نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند که پس از مصرف مکمل کلسیم لاکتات و در زمان استراحت قبل از انجام پروتکل تمرینی لاکتات افزایش یافت و به ۴/۲ میلی مول رسید (۱۷). در مطالعه‌ای که پاینلی و همکاران در سال ۲۰۱۴ انجام دادند سطح لاکتات پلاسما با گذشت ۶۰ دقیقه بعد از مصرف مکمل کلسیم لاکتات با دوز ۳۰۰ میلی گرم قبل از انجام پروتکل تمرینی بیشتر از دارونما بود (۱۳). با دوز ۳۰۰ میلی گرم کلسیم لاکتات ۶۰ دقیقه قبل از انجام پروتکل و با تزریق سدیم لاکتات بعد از ۱۵ دقیقه تغییر در سطح پایه لاکتات خون رخ داد و این در حالی است که در هیچ‌یک از این مطالعه‌ها لاکتات پس از تمرین تغییری نداشت و تغییر لاکتات فقط در سطح پایه بود. موریس و همکاران نیز در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۱ نتایج متفاوتی را گزارش کردند (۱۰) به نظر می‌رسد این نتایج به دلیل اختلاف دوز مکمل کلسیم لاکتات مصرف‌شده در مطالعه‌های مختلف باشد. در مطالعه موریس و همکاران کلسیم لاکتات با دوز ۲۰، ۱۲۰، ۲۲۰ و در مطالعه یویرا و همکاران با مصرف مزمن ۵ روزه مکمل در هر روز ۱۲۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن استفاده شد (۱۴). این در حالی است که دوزهای مصرف پایین کلسیم لاکتات نتایج مشابهی با دوزها بالاتر را نشان داده است و در نتیجه دوزهای پایین توصیه‌شده است (۱۳). در مطالعه حاضر مکمل کلسیم لاکتات با دوز ۸۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به‌صورت حاد ۹۰ دقیقه قبل از انجام رقابت تأثیری بر روی سطح پایه غلظت لاکتات پس از مصرف کپسول‌های کلسیم لاکتات نداشت. با توجه به اینکه آزمودنی‌ها در این مطالعه از ورزشکاران نخبه بوکس آماتور ایران بودند به نظر می‌رسد سازگاری‌های تامپونی و انتقال لاکتات به‌وسیله انتقال‌دهنده‌ها از عضله به خون در این ورزشکاران بیش از افراد تازه‌کار یا تمرین نکرده است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که مکمل کلسیم لاکتات تأثیری بر مقادیر لاکتات در

ورزشکاران نخبه بوکس آماتور ندارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد مصرف مکمل کلسیم لاکتات و دارونما منجر به کاهش مقدار  $\text{PH}$  و  $\text{HCO}_3^-$  و افزایش  $\text{PCO}_2$  خون می‌شوند که در مورد  $\text{HCO}_3^-$  این تغییر معنادار بود. این تغییرات نشان‌دهنده به‌کارگیری  $\text{HCO}_3^-$  برای بافر کردن اسید تولیدی و دفع  $\text{CO}_2$  به‌وسیله بازدم است. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های موریس (۲۰۱۱) و الیویرا (۲۰۱۷) همسو است. موریس و همکاران در مطالعه‌ای که بر روی ۳ دوز ۲۲۰، ۱۲۰، ۲۰ میلی‌گرم انجام دادند تغییری در  $\text{PH}$  قبل و بعد از فعالیت مشاهده نکردند اگرچه افزایش میزان بیکربنات خون به مقدار سه میلی‌مول مشاهده شد. همین‌طور الیویرا و همکاران در سال (۲۰۱۷) با استفاده از مکمل کلسیم لاکتات به‌صورت مزمن هیچ تغییری در مقادیر  $\text{PH}$  قبل و بعد فعالیت مشاهده نکردند (۱۰). با این وجود، پاینلی و همکاران در سال (۲۰۱۴) به این نتیجه رسیدند که با دوز ۱۵۰ میلی‌گرم کلسیم لاکتات  $\text{PH}$  خون قبل از فعالیت جسمانی و پس از ۹۰ دقیق از مصرف مکمل افزایش می‌یابد. در مطالعه پاینلی و همکاران افزایش مقادیر  $\text{HCO}_3^-$  نیز گزارش شده بود که به نظر می‌رسد افزایش سطح  $\text{PH}$  به همین علت باشد زیرا پیوند  $\text{HCO}_3^-$  با  $\text{H}^+$  تشکیل آب و  $\text{CO}_2$  می‌دهد و  $\text{HCO}_3^-$  از طریق بافر کردن  $\text{H}^+$  خارج سلولی به‌صورت غیرمستقیم باعث افزایش  $\text{PH}$  می‌شود (۱۳). در مطالعه حاضر مکمل کلسیم لاکتات بر تغییرات  $\text{PCO}_2$  اثر معناداری را نشان نداد با این وجود کاهش  $\text{PCO}_2$  قبل از رقابت و پس‌از آن نسبت سطح اولیه مشاهده شد که می‌تواند به دلیل معادله زیر باشد



همان‌طور که مشاهده می‌کنیم اکسایش لاکتات باعث تولید  $\text{CO}_2$  می‌شود.



دی‌اکسید کربن می‌تواند به‌وسیله آنزیم کربنیک انیدراز به اسیدکربنیک تبدیل شود که اسیدی ناپایدار است، اسیدکربنیک سریعاً به  $\text{HCO}_3^-$  و  $\text{H}^+$  تبدیل می‌شود؛ بنابراین غلظت  $\text{CO}_2$  بعد از تمرینات شدید زیاد می‌شود به همین علت باعث نفوذ بیکربنات به داخل اریتروسیت و خروج کلراید  $\text{CL}$  به پلاسما می‌شود و همچنین باعث تنفس عمیق و سریع ریوی می‌شود تا  $\text{CO}_2$  را از طریق بازدم دفع کند. در نتیجه مقدار  $\text{HCO}_3^-$  و  $\text{PCO}_2$  در ارتباط با یکدیگر و نیز تغییرات  $\text{PH}$  و لاکتات تغییر می‌یابند. در مطالعه ون مونت فورت و همکاران در سال (۲۰۰۴) نیز افزایش بیکربنات مشاهده شد (۹) که گمان می‌رود به علت افزایش  $\text{HCO}_3^-$  و ظرفیت بافری با توجه به واکنش  $\text{HCO}_3^-$  در پیوند با  $\text{H}^+$  باشد زیرا این پیوند منجر به تولید دی‌اکسید کربن در اثر خنثی شدن اسیدکربنیک که اسیدی ناپایدار است می‌شود و موجب افزایش تبادل تنفسی به هنگام فعالیت ورزشی شدید و تکراری می‌شود. عدم تغییر  $\text{PH}$  و  $\text{HCO}_3^-$  در مطالعه حاضر را در بخشی می‌توان به مصرف مقدار پایین‌تر مکمل کلسیم لاکتات (۸۰ میلی‌گرم) و نخبگی آزمودنی‌های تحقیق حاضر نسبت داد. از آنجاکه ورزشکاران به‌صورت روزانه تمرینات شبه‌صورت به‌صورت منظم در برنامه تمرینی خود انجام می‌دهند با تمرینات شدید و تقاضای حاصل از آن از جمله تقویت ظرفیت تامپونی نیز سازگار شده و بنابراین تغییرهای قابل‌ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهند. دیگر نتیجه تحقیق حاضر عدم تغییر معنادار میانگین ضربان به‌وسیله مصرف مکمل کلسیم

لاکتات و دارونما قبل از رقابت بوکس بود. تغییرات ضربان قلب حین ورزش و دوره بازیافت ناشی از فعالیت دستگاه سمپاتیک و پاراسمپاتیک بوده که به طور مستقیم با شدت ورزش ارتباط دارد. شدت بالا و استراحت کوتاه بین هر راند بوکس باعث می شود تا سیستم پاراسمپاتیک نتواند ضربان قلب را به سرعت کاهش دهد. البته این به آمادگی هوازی و بی هوازی ورزشکاران بوکس آماتور نیز بستگی دارد. هرچه آمادگی قلبی - عروقی در این ورزشکاران بیشتر باشد  $H^+$  تولیدی از اسیدلاکتیک نیز با سرعت بیشتری بافر می شود. به نظر می رسد مکمل کلسیم لاکتات تنها با بالا بردن ظرفیت به صورت غیرمستقیم ناشی از کاهش یون  $H^+$  می تواند بر پایین آمدن ضربان قلب در هر راند تأثیر داشته باشد. در مطالعه ای که دیویس و همکاران در سال (۲۰۱۴) انجام دادند میانگین ضربان قلب در هر راند بوکس ۱۸۳ ضربه در دقیقه گزارش شد (۱۸). در مطالعه حاضر میانگین ضربان قلب در راند سه ۱۸۵ برای گروه مکمل و ۱۸۴ ضربه در دقیقه برای گروه دارونما نشان دهنده دهنده شدت بالای رقابت با این وجود، به نظر می رسد حفظ عملکرد ورزشکار به ویژه در راند سه (میانگین ۱۵ ضربه در دقیقه) اهمیت بیشتری را دارا باشد.

در مطالعه حاضر عملکرد ورزشکاران بوکس آماتور به وسیله تعداد ضربه های دست به صورت مؤثر ارزیابی شد. به علت سرنوشت ساز بودن راند سه، افزایش تعداد ضربات دست می تواند نتیجه مسابقه را تغییر دهد زیرا هر دو مبارز به علت کاهش آنزیم های گلیکولیتیک، افزایش مقادیر  $H^+$  و لاکتات، کاهش مقادیر  $HCO_3^-$  و  $PH$  به خستگی می رسند و برتری برای مبارزی است که ظرفیت بافری بالاتری داشته باشد زیرا با زیاد شدن  $H^+$  چرخه انقباض نیز دچار تداخل می شود که با کاهش سطح عملکرد ورزشکاران بوکس همراه است. ظرفیت بافری بالا همچنین می تواند به مبارز کمک کند تا فعالیت را در راند سه با شدت مشابه راند یک و دو ادامه دهد. در مطالعه حاضر ورزشکاران گروه مکمل کلسیم لاکتات در راند یک ۱۱ ضربه، راند دو ۲۹ ضربه و در راند سه ۱۹ مؤثره مؤثر دست بیشتر از گروه دارونما به سمت حریف اجرا کردند. این افزایش عملکرد همراه با عدم تغییرات چشمگیر در مقدار لاکتات  $PH$ ،  $HCO_3^-$  و  $PCO_2$  نشان دهنده تأثیر مفید مکمل کلسیم لاکتات باشد. در مطالعه ای غیرهمسو با پژوهش حاضر الیویرا و همکاران (۲۰۱۷) و همچنین پانلی و همکاران (۲۰۱۴) تغییری بر روی عملکرد مشاهده نکردند و مکمل کلسیم لاکتات در مطالعه پانلی و همکاران بر اوج و میانگین توان خروجی تأثیر نداشت و هر دو بر اثر خستگی کاهش یافت (۱۳،۱۴). باین حال مطالعات هم سو که موریس و همکاران (۲۰۱۱) و ون مونت فورت و همکاران (۲۰۰۴) انجام دادند افزایش مقادیر  $HCO_3^-$  همراه با بهبود عملکرد گزارش شد. از جمله محدودیت های تحقیق حاضر عدم بررسی تغییرات عصب سمپاتیک و پاراسمپاتیک و نیز اکسیژن مصرفی آزمودنی ها در حین رقابت و دوره بازیافت بود که می تواند ظرفیت تامپونی و متغیرهای عملکرد ورزشکاران را متأثر کند. تحقیقات آینده با بررسی مصرف مکمل کلسیم لاکتات و متغیرهای ظرفیت تامپونی و نیز ارزیابی فعالیت عصب سمپاتیک و پاراسمپاتیک و مصرف اکسیژن می تواند اطلاعات دقیق تری را از موضوع حاضر ارائه دهد.

## نتیجه گیری

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد مصرف ۸۰ میلی‌گرم مکمل کلسیم لاکتات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن با وجود عدم تغییر معنادار ظرفیت تامپونی منجر به بهبود عملکرد ورزشکاران بوکس آماتور نخبه می‌شود. این بدان معناست که ورزشکار شدت بالای فعالیت ورزشی را با وجود سطح مشابه لاکتات و اسیدیته خون تحمل می‌کند. با این وجود، تحقیقات بیشتر برای مشخص شدن جنبه‌های دقیق‌تر اثر مکمل کلسیم لاکتات بروی اجرای ورزشکاران مورد نیاز است.

## منابع

1. Fitts, R.H., Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 1994. 74(1): p. 49-94.
2. Unger, M. and E.P. Debold, Acidosis decreases the Ca<sup>2+</sup> sensitivity of thin filaments by preventing the first actomyosin interaction. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 2019. 317(4): p. C714-C718.
3. Artioli, G.G., et al., Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2010. 42(6): p. 1162-1173.
4. Gough, L.A., et al., Post-exercise supplementation of sodium bicarbonate improves acid base balance recovery and subsequent high-intensity boxing specific performance. *Frontiers in Nutrition*, 2019. 6: p. 155.
5. Russ, A.E., A.G. Schifino, and C.-H. Leong, Effect of lactate supplementation on VO<sub>2</sub>peak and onset of blood lactate accumulation: A double-blind, placebo-controlled trial. *Acta Gymnica*, 2019. 49(2): p. 51-57.
6. Azevedo Jr, J.L., et al., Lactate, fructose and glucose oxidation profiles in sports drinks and the effect on exercise performance. *PLoS One*, 2007. 2(9): p. e927.
7. Northgraves, M.J., et al., Effect of lactate supplementation and sodium bicarbonate on 40-km cycling time trial performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2014. 28(1): p. 273-280.
8. Peveler, W.W. and T.G. Palmer, Effect of magnesium lactate dihydrate and calcium lactate monohydrate on 20-km cycling time trial performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2012. 26(4): p. 1149-1153.
9. Van Montfoort, M.C., et al., Effects of ingestion of bicarbonate, citrate, lactate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2004. 36(7): p. 1239-1243.
10. Morris, D.M., et al., Effects of lactate consumption on blood bicarbonate levels and chloride on sprint running performance during high-intensity exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2011. 21(4): p. 311-317.
11. Jacobs, R.A., et al., Lactate oxidation in human skeletal muscle mitochondria. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 2013. 304(7): p. E686-E694.
12. de Salles Painelli, V., et al., The effects of two different doses of calcium lactate on blood pH, bicarbonate, and repeated high-intensity exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2014. 24(3): p. 286-295.
13. Painelli, V.d.S., et al., The effects of two different doses of calcium lactate on blood pH, bicarbonate, and repeated high-intensity exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2014. 24(3): p. 286-295.
14. Oliveira, L., et al., Chronic lactate supplementation does not improve blood buffering capacity and repeated high-intensity exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2017. 27(11): p. 1231-1239.
15. Hall, H.J.G., *Physiology Review E-Book*. Elsevier Health Sciences, 2015. may.(۳۱)
16. Ghosh, A.K., Heart rate, oxygen consumption and blood lactate responses during specific training in amateur boxing. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 2010. 18(1): p. 1-12.
17. Miller, B.F., et al., Hematological and acid-base changes in men during prolonged exercise with and without sodium-lactate infusion. *Journal of Applied Physiology*, 2005. 98(3): p. 856-865.
18. Davis, P., R.M. Leithäuser, and R. Beneke, The energetics of semicontact 3x 2-min amateur boxing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2014. 9(2): p. 233-239.

نحوه درج مقاله: امیرمیلان امینی، محمد فشی، رعنا فیاض میلانی (۱۳۹۹). تأثیر مصرف حاد مکمل کلسیم لاکتات بر عملکرد و ظرفیت بافری خارج سلولی ورزشکاران بوکس آماتور نخبه. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۸(۲۰): ۲۵-۳۳. دی او آی ۱۰.۲۹۲۵۲/jsmt.۱۸.۲۰.۲۵

**How to cite this article:** Amini, Amirmilan., Mohamad Fashi., Rana Fayaz Milani. (2020). Acute effect of calcium lactate supplementation intake on the performance and buffering capacity of elite amateur boxing athletes. 18(20):25-33. (In Persian). DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25.