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

امیرمیلان امینی[۱]، محمد فشی*[۲]، رعنا فیاض میلانی[۲]

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

۲. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی 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 ۴/۳۳±۱۸۰ سانتی‌متر و وزن ۳/۶۸ ±۲۴/۱۲ کیلوگرم، دسته‌های وزنی (۸۱+، ۶۹-،۶۴-،۷۵-)) در طرحی متقاطع و دوسوکور در ۳ راند ۳ دقیقه‌ای با یکدیگر به مبارزه پرداختند. مکمل لاکتات به‌صورت کپسول‌های ژلاتینی (۰/۵ گرم، ۸۰ میلی‌گرم 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 دوبه‌دو زمان اندازه‌گیری در دو گروه مکمل و دارونما و نیز آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری در سطح معناداری $P\leq0.05$ 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≤۰/۰۵). تفاوت معناداری بین گروه مکمل کلسیم لاکتات و دارونما در مقدار لاکتات، PH، HCO_3، PCO_2، ضربان قلب و عملکرد در سه زمان ارزیابی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). مکمل کلسیم لاکتات منجر به بهبود عملکرد بدون تغییرات چشمگیر در سیستم تامپونی گردید. به‌بیان‌دیگر 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[1]., Mohamad Fashi[2*]., Rana Fayaz Milani[2]

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±4.33 cm, 24.12±3.68 years, 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-

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.6.9]

[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.6.9]

[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25]

مقدمه

اسیدوز عضلانی از دیرباز به‌عنوان عاملی برای خستگی در ورزش در نظر گرفته می‌شود (۱). نشان داده‌شده است که تجمع بیش‌ازحد یون هیدروژن، فعالیت آنزیم‌های کلیدی گلیکولیتیک را مهار، بازیافت فسفوکراتین را به تأخیر و فعالیت ماشین انقباضی را به‌وسیله رقابت با یون کلسیم برای اتصال به تروپونین متأثر می‌کند (۲). بر این اساس نقش راهکارهای بهبود ظرفیت تامپونی برای تنظیم یون هیدروژن در فعالیت‌های ورزشی بسیار دارای اهمیت است. از بین راهکارهای تغذیه‌ای بهبود ظرفیت تامپونی، استفاده از مکمل سدیم بی‌کربنات (ظرفیت تامپونی خارج سلولی) و بتا- آلانین (ظرفیت تامپونی درون‌سلولی) بسیار موردبررسی قرارگرفته است (۳،۴). به‌تازگی مکمل کلسیم لاکتات به‌عنوان راهکاری نوین معرفی‌شده است که می‌تواند ظرفیت تامپونی خارج سلولی را افزایش داده و بنابراین عملکرد ورزشی را در فعالیت‌های شدید بهبود می‌بخشد (۵). در مطالعه‌های پیشین، مصرف خوراکی لاکتات به‌صورت پلی لاکتات، سدیم لاکتات یا کلسیم لاکتات به‌عنوان ماده ابتدایی انرژی باهدف حفظ سطح گلوکز خون حین ورزش‌های استقامتی موردتوجه بوده است به‌گونه‌ای که ۲۵ درصد بهبود عملکرد استقامتی پس از مصرف مکمل لاکتات گزارش گردیده است (۶). بااین‌وجود، مطالعه‌های دیگر بهبود چندانی را در عملکرد ورزشی با مکمل لاکتات گزارش نکرده‌اند (۷،۸). به‌هرحال، اثر مکمل لاکتات بر عملکرد ورزش‌های شدید آن‌چنان موردتوجه قرار نگرفته است. در مطالعه مانت فورت (۲۰۰۴) مصرف ۴۰۰ میلی‌گرم سدیم لاکتات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن با تغییرهای قابل‌ملاحظه در مقدار PH، بیکربنات خون و عملکرد دویدن تا خستگی همراه شد بااین‌وجود این مطالعه مقدار قبل از مصرف مکمل را گزارش نکرده بود (۹). از طرفی، موریس (۲۰۱۱)، ۱۷ درصد بهبود در ظرفیت دوچرخه‌سواری با مصرف ۱۲۰ میلی‌گرم 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 به‌وسیله چندین بافت ازجمله عضله اسکلتی گرفته می‌شود. لاکتات همچنین به‌وسیله کبد نیز گرفته‌شده و به گلوکز تبدیل می‌شود؛ بنابراین، هر دو بافت شبکه وسیعی برای مصرف یون هیدروژن بوده و بنابراین به‌صورت غیرمستقیم بیکربنات و PH افزایش می‌یابند. این مسیر می‌تواند با بهبود عملکرد ورزش‌های شدید همراه شود (۱۰،۱۱). ازجمله ورزش‌های شدید مهم و المپیکی می‌توان به بوکس آماتور اشاره کرد. بوکس آماتور دارای ۳ راند ۳ دقیقه‌ای و یک دقیقه استراحت بین هر راند است و در مسابقات جهانی و المپیک بین ۵ تا ۷ مسابقه برای هر ورزشکار برگزار می‌شود. در بوکس آماتور شدت حملات دست بالا بوده که در طی یک مسابقه معمولی ورزشکاران بوکس تازه‌کار ۱۳۰ ضربه دست پرتاب می‌کنند، ۲۳ حرکت دفاعی، ۲۲۴ حرکت با مفصل لگن در هر ۶ دقیقه انجام می‌دهند و در ۱/۲ دقیقه به اوج عملکرد خود می‌رسند. 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 می‌کنند؛ بنابراین بوکس یک ورزش با شدت بالا است که غلظت لاکتات از ۹- ۱۸ میلی‌لیتر در خون فراتر می‌رود. با توجه به ویژگی ورزش بوکس و نقش مکمل کلسیم لاکتات در فعالیت‌های شدید به نظر می‌رسد این مکمل می‌تواند 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 موردبررسی قرارگرفته است (۱۲). این در حالی است که مصرف کمتر این مکمل در پیشینه تحقیقاتی گزارش‌شده 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 ۴/۳۳±۱۸۰ سانتی‌متر و میانگین سن ۳/۶۸ ±۲۴/۱۲ سال و سابقه تمرینی حداقل ۸ سال یا سابقه رقابت در تیم ملی جمهوری اسلامی ایران به عنوان آزمودنی در این مطالعه، دوبه‌دو در دسته‌های وزنی یکسان به‌صورت دو سو کور و متقاطع با یکدیگر در یک مسابقه شبیه‌سازی‌شده 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 دوبه‌دو در مسابقه ۳×۳ بوکس به‌صورت متقاطع و در طرحی دو سوکور همراه با مصرف مکمل کلسیم لاکتات از برند بالک[1] 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 پرشده 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

1. Bulk Supplement

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.6.9]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25]

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

نمونه‌گیری 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 شبیه‌سازی‌شده و پس از راند آخر به مقدار ۲/۵ سی‌سی از ورید بازویی گرفته شد. یک سی‌سی از خون‌گرفته شده فوراً برای سنجش ظرفیت تامپونی، با استفاده از دستگاه VBG به (techno medica, GASTAT 700 series, japan) آزمایشگاه رسانده شد و ۱/۵ سی‌سی از خون بلافاصله با دستگاه سانتریوفیوژ (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 به‌صورت اتوماسیون روی دستگاه Cobasintegra400+° با استفاده از کیت لاکتات (آمریکا، Roche) سنجیده شد. نمونه‌های خون با سرنگ آغشته شده به هپارین به مقدار ۲/۵ سی‌سی 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 شاپیروویلک بررسی و تأیید شد (P>۰/۰۵). 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≤0.05 به‌وسیله نرم‌افزار آماری پریزم نسخه ۶ استفاده شد.

یافته‌های تحقیق

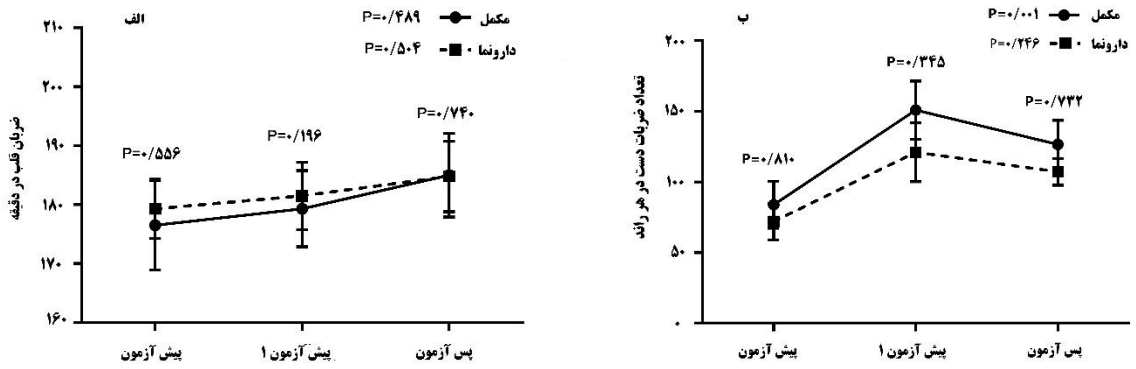
تفاوت معناداری در هیچ‌یک از متغیرهای تحقیق قبل از مصرف مکمل و دارونما مشاهده نشد. نتایج تحقیق تفاوت معناداری را تنها برای عملکرد (تعداد ضربه‌های دست) در سه نوبت اندازه‌گیری (پیش‌آزمون و پیش‌آزمون ۹۰ دقیقه و پس‌آزمون) با مصرف مکمل کلسیم لاکتات نشان داد (P<۰/۰۵). همچنین مقدار لاکتات و HCO_3^- در سه زمان ارزیابی در گروه مکمل کلسیم لاکتات و دارونما به ترتیب افزایش و کاهش معناداری را نشان داد (P≤۰/۰۵). در مورد سایر متغیرهای تحقیق شامل PH، PCO_2 و ضربان قلب تفاوت معناداری در زمان‌های اندازه‌گیری برای دو گروه مشاهده نشد (P>۰/۰۵). (جدول ۱؛ نمودار ۱ و ۲). تعامل زمان*گروه نیز برای هیچ‌یک از متغیرهای تحقیق به‌صورت معنادار گزارش نشد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.6.9]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25]

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

		پیش‌آزمون	†سطح معناداری	پیش‌آزمون ۹۰	سطح معناداری	پس‌آزمون	سطح معناداری †	سطح معناداری &
لاکتات (Mmol/L)	مکمل	۱/۴۰±۰/۴۴	۰/۹۳۸	۱/۳۸±۰/۴۶	۰/۸۳۵	۱۰/۱۸±۱/۳۹	۰/۴۰۸	۰/۰۰۱ *
	دارونما	۱/۷۲±۰/۴۴		۱/۶۲±۰/۳۸		۱۰/۲۸±۲/۰۸		۰/۰۰۱ *
PH ($\log H^+$)	مکمل	۷/۳۰±۰/۰۲	۰/۹۷۴	۷/۲۵±۰/۰۹	۰/۲۰۳	۷/۲۳±۰/۱۱	۰/۹۳۷	۰/۴۱۵
	دارونما	۷/۲۸±۰/۰۳		۷/۲۵±۰/۰۷		۷/۱۸±۰/۱۲		۰/۲۱۰
HCO_3^- (mEq/L)	مکمل	۲۲/۶۶±۰/۸۸	۰/۲۴۹	۲۲/۶۰±۰/۸۹	۰/۲۴۹	۱۲/۵۴±۱/۳۱	۰/۲۴۴	۰/۰۰۴ *
	دارونما	۲۲/۱۰±۲/۱۱		۲۲/۱۵±۱/۴۴		۱۲/۷۰±۰/۲۹		۰/۰۰۱ *
PCO_2 (mmHg)	مکمل	۴۵/۶۲±۵/۲۱	۰/۱۶۰	۳۹/۵۶±۶/۱۳	۰/۴۵۱	۴۲/۶۲±۳/۴۶	۰/۰۷۹	۰/۱۰۹
	دارونما	۴۵/۵۴±۲/۰۷		۴۰/۲۸±۵/۲۶		۴۵/۵۸±۹/۸۸		۰/۲۱۹

* تغییرات معنادار در سطح P≤۰/۰۵



نمودار ۱. مقایسه تغییر میانگین ضربان قلب در دقیقه (الف) و تعداد ضربه‌های دست در سه زمان اندازه‌گیری 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 میلی‌گرم مکمل کلسیم لاکتات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن باوجود عدم‌تغییر 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 باوجود 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 پیش‌آزمون، 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 شبیه‌سازی‌شده بوکس (حدود ۱ درصد کاهش برای PH، ۴۵ درصد کاهش برای HCO_3^- و ۷ درصد کاهش برای PCO_2 نسبت به پیش‌آزمون) در هر دو گروه مکمل و دارونما مشابه بود. ورزش بوکس بر اساس غلظت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.6.9]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25]

لاکتات خون و ضربان قلب و با توجه به راندهای ۳ دقیقه‌ای و استراحت کوتاه یک‌دقیقه‌ای 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 راندی به راند دیگر به دلیل کاهش آنزیم‌های گلیکولتیک کم می‌شود (۱۶). هنگامی‌که در ۳ راند پی‌درپی 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. ازآنجاکه 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 درنهایت 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. بااین‌وجود مسابقه شبیه‌سازی‌شده 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 باگذشت ۶۰ دقیقه بعد از مصرف مکمل کلسیم لاکتات با دوز ۳۰۰ میلی‌گرم قبل از انجام پروتکل تمرینی بیشتر از دارونما بود (۱۳). با دوز ۳۰۰ میلی‌گرم 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 الیویرا و همکاران با مصرف مزمن ۵ روزه مکمل در هر روز ۱۲۵ میلی‌گرم 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 درنتیجه دوزهای پایین توصیه‌شده است (۱۳). در مطالعه حاضر مکمل کلسیم لاکتات با دوز ۸۰ میلی‌گرم 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. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت که مکمل کلسیم لاکتات تأثیری بر مقادیر لاکتات در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.6.9]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25]

ورزشکاران نخبه بوکس آماتور ندارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد مصرف مکمل کلسیم لاکتات و دارونما منجر به کاهش مقدار PH و HCO_3^- و افزایش PCO_2 خون می‌شوند که در مورد HCO_3^- این تغییر معنادار بود. این تغییرات نشان‌دهنده به‌کارگیری HCO_3^- برای بافر کردن اسید تولیدی و دفع CO2 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 ۲۰،۱۲۰،۲۲۰ میلی‌گرم انجام دادند تغییری در PH قبل و بعد از فعالیت مشاهده نکردند اگرچه افزایش میزان بیکربنات خون به مقدار سه میلی مول مشاهده شد. همین‌طور الیویرا و همکاران در سال (۲۰۱۷) با استفاده از مکمل کلسیم لاکتات به‌صورت مزمن هیچ تغییری در مقادی PH قبل و بعد فعالیت مشاهده نکردند (۱۰). بااین‌وجود، پاینلی و همکاران در سال (۲۰۱۴) به این نتیجه رسیدند که با دوز ۱۵۰ میلی‌گرم کلسیم لاکتات PH خون قبل از فعالیت جسمانی و پس از ۹۰ دقیق از مصرف مکمل افزایش می‌یابد. در مطالعه پاینلی و همکاران افزایش مقادیر HCO_3^- نیز گزارش‌شده بود که به نظر می‌رسد افزایش سطح PH به همین علت باشد زیرا پیوند HCO_3^- با H^+ تشکیل آب و CO_2 می‌دهد و HCO_3^- از طریق بافر کردن H^+ خارج سلولی به‌صورت غیرمستقیم باعث افزایش PH می‌شود (۱۳). در مطالعه حاضر مکمل کلسیم لاکتات بر تغییرات PCO_2 اثر معناداری را نشان نداد بااین‌وجود کاهش PCO_2 قبل از رقابت و پس‌ازآن نسبت سطح اولیه مشاهده شد که می‌تواند به دلیل معادله زیر باشد

$$C_3H_5O_3 + 3\,O_2 + H^+ \rightarrow 3CO_2 + 3H_2\,O$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنیم اکسایش لاکتات باعث تولید CO_2 می‌شود.

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$$

دی‌اکسید کربن می‌تواند به‌وسیله آنزیم کربنیک انیدراز به اسیدکربنیک تبدیل شود که اسیدی ناپایدار است، اسیدکربنیک سریعاً به HCO_3^- . و H^+ تبدیل می‌شود؛ بنابراین غلظت CO_2 بعد از تمرینات شدید زیاد می‌شود به همین علت باعث نفوذ بیکربنات به داخل اریتروسیت و خروج کلراید CL به پلاسما می‌شود و همچنین باعث تنفس عمیق و سریع ریوی می‌شود تا CO_2 را از طریق بازدم دفع کند. درنتیجه مقدار HCO_3^- و PCO_2 در ارتباط با یکدیگر و نیز تغییرات 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 HCO_3^- و ظرفیت بافری با توجه به واکنش HCO_3^- در پیوند با 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 PH و 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. ازآنجاکه ورزشکاران به‌صورت روزانه تمرینات شبه‌صورت به‌صورت منظم در برنامه تمرینی خود انجام می‌دهند با تمرینات شدید و تقاضای حاصل از آن ازجمله تقویت ظرفیت تامپونی نیز سازگار شده و بنابراین تغییرهای قابل‌ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهند. دیگر نتیجه تحقیق حاضر عدم‌تغییر معنادار میانگین ضربان به‌وسیله مصرف مکمل کلسیم

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.6.9]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25]

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 به‌طور مستقیم با شدت ورزش ارتباط دارد. شدت بالا و استراحت کوتاه بین هر راند بوکس باعث می‌شود تا سیستم پاراسمپاتیک نتواند ضربان قلب را به‌سرعت کاهش دهد. البته این به آمادگی هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران بوکس آماتور نیز بستگی دارد. هرچه آمادگی قلبی – عروقی در این ورزشکاران بیشتر باشد H^+ تولیدی از اسیدلاکتیک نیز با سرعت بیشتری بافر می‌شود. به نظر می‌رسد مکمل کلسیم لاکتات تنها با بالا بردن ظرفیت به‌صورت غیرمستقیم ناشی از کاهش یون H^+ می‌تواند بر پایین آمدن ضربان قلب در هر راند تأثیر داشته باشد. در مطالعه‌ای 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 نشان‌دهنده دهنده شدت بالای رقابت بااین‌وجود، به نظر می‌رسد حفظ عملکرد ورزشکار به‌ویژه در راند سه (میانگین ۱۵ ضربه در دقیقه) اهمیت بیشتری را دارا باشد.

در مطالعه حاضر عملکرد ورزشکاران بوکس آماتور به‌وسیله تعداد ضربه‌های دست به‌صورت مؤثر ارزیابی شد. به علت سرنوشت‌ساز بودن راند سه، افزایش تعداد ضربات دست می‌تواند نتیجه مسابقه را تغییر دهد زیرا هر دو مبارز به علت کاهش آنزیم‌های گلیکولیتیک، افزایش مقادیر H^+ و لاکتات، کاهش مقادیر HCO_3^- و PH به خستگی می‌رسند و برتری برای مبارزی است که ظرفیت بافری بالاتری داشته باشد زیرا با زیادشدن H^+ چرخه انقباض نیز دچار تداخل می‌شود که با کاهش سطح عملکرد ورزشکاران بوکس همراه است. ظرفیت بافری بالا همچنین می‌تواند 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 نشان‌دهنده تأثیر مفید مکمل کلسیم لاکتات باشد. در مطالعه‌ای 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). بااین‌حال 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. ازجمله محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم بررسی تغییرات عصب سمپاتیک و پاراسمپاتیک و نیز اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها در حین رقابت و دوره بازیافت بود که می‌تواند 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 می‌تواند اطلاعات دقیق تری را از موضوع حاضر ارائه دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.6.9]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25]

نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد مصرف ۸۰ میلی‌گرم مکمل کلسیم لاکتات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن باوجود عدم‌تغییر معنادار ظرفیت تامپونی منجر به بهبود عملکرد ورزشکاران بوکس آماتور نخبه می‌شود. این بدان معناست که ورزشکار شدت بالای فعالیت ورزشی را باوجود سطح مشابه لاکتات و اسیدیته خون تحمل می‌کند. بااین‌وجود، تحقیقات بیشتر برای مشخص شدن جنبه‌های دقیق‌تر اثر مکمل کلسیم لاکتات بروی اجرای ورزشکاران موردنیاز 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 Ca2+ 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 V̇O2peak 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 Ssport 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 :(۱)۲۲ .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 3× 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):۳۳-۲۵. 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.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.6.9]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.25]