المپیک
فصلنامه
سال بیستم- شماره ۳ (پیاپی ۵۹) پاییز ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۶
تاریخ تصویب: ۹۱/۳/۱

تأثیر مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم بر تغییرات لاکتات خون و عملکرد تناوبی شناگران زن نخبه

❖ **دکتر فهمیه اسفرجانی**: استادیار دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه اصفهان*
❖❖ **دکتر فرزانه تقیان**: استادیار دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوراسگان
❖❖❖ **فاطمه چمی**: کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان
❖❖❖❖ **زینب رضائی**: کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه اصفهان

چکیده:

هدف از انجام این تحقیق عبارت است از بررسی اثر مصرف بی‌کربنات سدیم بر تغییرات سطوح لاکتات خون و عملکرد تناوبی شناگران زن نخبه. ده شناگر زن باشگاه فولاد مبارکهٔ سپاهان (سن: ۱/۷±۱۵/۳ سال، وزن: ۳/۱±۵۱/۳ کیلوگرم، قد: ۳/۱±۱۵۵/٤سانتی‌متر، درصد چربی: ۱/۷±۲۰/۳٪ و BMI: ٥/٤± ۲۱/۳ کیلوگرم بر مترمربع) به‌طور هدف‌مند برای انجام تحقیق انتخاب شدند و با فاصلهٔ زمانی هفت روز در دو آزمون جداگانه (مصرف دارونما و بی‌کربنات سدیم) شرکت کردند. دارونما و مکمل بی‌کربنات به میزان ۰/۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، در مدت ۹۰ دقیقه و طی هفت مرحله (از دو ساعت تا نیم ساعت پیش از آزمون، هر پانزده دقیقه یکبار) مصرف شد. سپس، آزمودنی‌ها شنای صد متر کرال سینه را انجام دادند و زمان اجرای هر یک ثبت شد. در ادامه شناگران به مدت پانزده دقیقه در بازگشت به حالت اولیهٔ غیرفعال شرکت کردند. در پایان این دوره، اجرای شنای صد متر تکرار شد. لاکتات خون در زمان استراحت و در دقایق سه، شش و پانزده بازگشت به حالت اولیه و سه دقیقه پس از اجرای دوم اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۵، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. براساس نتایج، مصرف مکمل بیکربنات سدیم، نسبت به دارونما، به کاهش معنادار میزان لاکتات خون در دقایق سه، شش و پانزده بازگشت به حالت اولیه و دقیقهٔ سوم بعد از اجرای دوم انجامید. اگرچه زمان اجرای اول و دوم شنای صد متر در گروه مکمل، کمتر از گروه دارونما بود اما این تفاوت معنادار نبود (α=۰/۰۹). به نظر می‌رسد مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم بر کاهش سطوح لاکتات خون و بهبود اجرای سرعتی تناوبی شناگران زن نخبه مؤثر است.

کلید واژه: بازتوانی بی‌کربنات سدیم، دارونما، شنای صد متر، لاکتات.

***Email: f.esfarjani@yahoo.com**

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

فعالیت‌های سرعتی مانند دو و میدانی، دوچرخه‌سواری و شنا همگی وابستگی زیادی به گلیکولیز دارند. در این میان رشتهٔ شنا، به دلیل شرایط خاص شناور بودن در آب، تفاوت عمده‌ای با سایر رشته‌ها دارد. از مهم‌ترین رقابت‌های سرعتی شناگران، شنای صد متر و دویست متر است، که دستگاه گلیکولیزی را بسیار درگیر می‌کند (۸). فرایند تولید انرژی از طریق گلیکولیز پس از تمرینات شدید به تولید لاکتات می‌انجامد که میزان جذب و خروج آن از عضلات به حجم خونی که در واحد زمان از شبکهٔ عروق عضلات می‌گذرد بستگی دارد (۲). اگر سطح تولید لاکتات به حدی باشد که از توانایی اکسایش میتوکندری‌ها فراتر رود، غلظت لاکتات افزایش می‌یابد. با افزایش لاکتات، pH عضله از میزان ۷/۱ استراحتی، به حدود ۶/۶ تا ۶/۴ کاهش می‌یابد. اگرچه به دلیل ظرفیت بافری بدن، تغییرات pH عضله اندک است، همین تغییرات جزیی بر تولید انرژی و انقباض‌های عضلانی تأثیر منفی می‌گذارد (۱۲، ۲۱). افزایش تولید H^+، در میان دیگر واکنش‌ها، مانع آزاد شدن کلسیم از شبکهٔ سارکوپلاسمی و مانع اتصال اکتین و میوزین می‌شود. به علاوه، در شرایط اسیدیتهٔ بالا، تعدادی از آنزیم‌های حساس به pH، از جمله فسفو فروکتوکیناز، مهار می‌شوند و به کاهش تولید ATP می‌انجامند (۲۷).

انواع خستگی (عصبی، روانی، فیزیولوژیایی، بیومکانیکی و جز آن) از مهم‌ترین عوامل محدودکنندهٔ فعالیت ورزشی شناخته شده‌اند. در این میان، تجمع لاکتات از دلایل اصلی بروز خستگی در بین ورزش‌های سرعتی و تناوبی است. بنابراین، برداشت لاکتات و به تعویق انداختن خستگی در انجام موفقیت‌آمیز عملکرد ورزشی شدید، با فواصل استراحتی کوتاه مؤثر است (۳، ۹، ۱۰).

پدرو و همکارانش (۲۲) در بررسی سیستم‌های انرژی درگیر در شنای دویست متر کرال سینه گزارش کردند مؤثرترین عامل در افت اجراهای تناوبی شناگران سرعتی، افزایش خستگی و ناکارآمدی سیستم گلیکولیز است، به‌طوری که پس از اجرای سه تا چهار شنای سرعتی پی‌درپی با فواصل استراحتی کوتاه، آثار خستگی با افزایش زمان اجرا و هزینهٔ انرژی نمایان می‌شود. به گزارش آن‌ها کاهش تجمع لاکتات به همراه بهبود شرایط روانی و تکنیکی شناگران، در جلوگیری از افت اجراهای مکرر و سرعتی مؤثر است.

بی‌کربنات‌هایی که به طور طبیعی در بدن وجود دارند، اولین راه دفاعی در برابر افزایش اسیدیته‌اند (۲۷). اما این منابع طبیعی بدن کوچک‌اند و هنگامی که تولید H^+ از ظرفیت بافری بدن تجاوز کند، خستگی و افت عملکرد حاصل می‌شود (۱۱). اگرچه غشای سلولی نسبت به HCO_3^- نفوذناپذیر است ولی مصرف بیکربنات به صورت غیرمستقیم بر pH درون‌سلولی مؤثر است، به‌طوری که با مصرف HCO_3^- میزان pH خارج سلولی افزایش می‌یابد. این امر باعث افزایش انتشار H^+ و لاکتات از عضلات فعال به فضای خارج سلولی می‌شود که ناشی از افزایش MCT ناقل Lac/ H^+ است. این عمل موجب به تأخیر افتادن خستگی عضلانی، کند شدن سرعت کاهش pH و افزایش ظرفیت انقباضی بافت عضلانی فعال به واسطهٔ افزایش تولید

www.SID.ir

انرژی گلیکولیز عضلانی می‌شود (۱۷). این تغییرات سوخت‌وسازی، سوخت‌وساز عضلانی را به سوی تولید انرژی بی‌هوازی سوق می‌دهد و به ویژه به هنگام تمرین با شدت بالا سودمند است (۲۷).

پرایس و همکارانش (۲۳) افزایش معناداری در اوج توان دوندگان پس از مصرف بی‌کربنات سدیم گزارش کردند. در مقابل، پروسکینو و همکارانش (۲۵)، در بررسی شناهای تناوبی دویست متر کرال سینه با سی دقیقه استراحت بین دو اجرا در شناگران مرد نخبه، تفاوت چشمگیری را پس از مصرف ۰/۳ $g.kg^{-1}.bm$ مکمل بی‌کربنات سدیم، نسبت به گروه کنترل مشاهده نکردند. بیشاپ و کلادیوس (۵) نیز در چابکی و پرش بازیکنان هاکی، به دنبال مصرف بی‌کربنات سدیم بهبودی مشاهده نکردند. همچنین، به نظر می‌رسد مصرف بی‌کربنات سدیم در اجرای فعالیت‌های سرعتی مؤثر باشد که سبب بروز اختلاف در شیب یون هیدروژن سارکولما می‌شود (۲۷).

برعکس، کاهش HCO_3^- خارج سلولی ظرفیت گلیکولیزی عضلانی را محدود می‌کند و مدت زمان بازگشت نیروی بیشینه پس از خستگی ناشی از تمرین شدید را افزایش می‌دهد (۱۵).

اگرچه به سختی می‌توان سهم سه مسیر انرژی را هنگام شنا سنجید، براساس تحقیقات احتمالاً ۱۰ ثانیه پس از شروع شنای سرعتی، به منبع انرژی دوم، یعنی گلیکولیز نیاز است و سهم این سیستم منبع انرژی به سرعت افزایش می‌یابد، به طوری که بر اساس پاره‌ای از تحقیقات، انجام شنای سرعتی سبب افزایش ۱۳ درصدی لاکتات می‌شود و مصرف بیکربنات، آن را به میزان ۵ تا ۹ در صد کاهش می‌دهد (۱۳، ۱۶).

اگرچه دربارهٔ تأثیر مصرف بی‌کربنات سدیم بر تغییرات لاکتات و عملکرد ورزشکاران تناقض وجود دارد، به نظر می‌رسد القای آلکالوز متابولیکی با کاهش لاکتات عضلانی و به تعویق انداختن خستگی، زمان رسیدن به واماندگی را افزایش و عملکرد را بهبود می‌بخشد. این مسئله در ورزش‌های شدید و متوالی، مانند شنای سرعتی که به ویژه در فصل مسابقات با دوره‌های استراحت کوتاه‌مدت انجام می‌گیرد اهمیت دارد (۱، ۱۹، ۲۰). در مقابل، تحقیقاتی هم گزارش کرده‌اند مصرف بی‌کربنات سدیم با افزایش ظرفیت بافری بدن، میزان تحمل اسید لاکتیک را افزایش می‌دهد، در نتیجه سبب افزایش تجمع لاکتات و بهبود عملکرد سرعتی نسبت به مصرف دارونما می‌شود (۲۸).

نظر به اینکه اکثر تحقیقات گذشته، به بررسی تأثیر مصرف مکمل بر عملکرد تناوبی و سطوح لاکتات دوندگان، والیبالیست‌ها و یا اجراهای سرعتی از طریق آزمون وینگیت پرداخته‌اند و پیشنهاد شده که در سایر رشته‌های سرعتی- توانی، مانند شنا و وزنه‌برداری نیز تحقیقات مشابهی صورت گیرد و با توجه به کمبود تحقیق دربارهٔ شناگران زن، این تحقیق به این سؤال پاسخ می‌دهد که آیا مصرف ۰/۳ $g.kg^{-1}.bm$ مکمل بی‌کربنات سدیم بر تغییرات سطوح لاکتات خون پس از شنای سرعتی و اجراهای تناوبی شناگران زن مؤثر است.

روش شناسی

این تحقیق طی دو جلسهٔ جداگانه به فاصلهٔ هفت روز از یکدیگر انجام شد. به این ترتیب که ده نفر

www.SID.ir
Archive of SID

از شناگران زن باشگاه فولاد مبارکهٔ سپاهان (سن: ۱/۷±۱۵/۳سال، وزن: ۳/۱±۵۱/۳ کیلوگرم، قد: ۳/۱±۱۵۵/۴سانتی‌متر، درصد چربی ۱/۷±۲۰/۳٪ و BMI: ۵/۴±۲۱/۳ کیلوگرم بر مترمربع) که سابقهٔ حداقل سه سال شنای حرفه‌ای و کسب عناوین برتر در مسابقات قهرمانی کشور را داشتند به صورت در دسترس و هدف‌مند انتخاب شدند. برای به حداقل رساندن عوامل مخل در تفسیر نتایج حاصل از پژوهش، هر دو جلسهٔ آزمون در ساعت مشخصی از روز (۶-۸ عصر) انجام شد و توصیه گردید آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از شروع هر جلسهٔ آزمون از مصرف کافئین خودداری کنند. همچنین، کنترل شد که رژیم غذایی آزمودنی‌ها ۲۴ ساعت قبل از شروع هر آزمون یکسان باشد. برای اندازه‌گیری دقیق وزن بدن، آزمودنی‌ها تنها با لباس شنا وزن شدند.

با توجه به پیشنهاد محققان مبنی بر عدم بروز مشکلات گوارشی، پس از مصرف آنی ۰/۳ تا ۰/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بی‌کربنات سدیم (۲۷)، در این تحقیق میزان مصرف دارونما و مکمل بی‌کربنات به مقدار ۰/۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تعیین شد و در هفت مرحله و در مدت ۹۰ دقیقه (از دو ساعت تا نیم ساعت پیش از شروع آزمون) به این ترتیب مصرف شد: دو ساعت پیش از آزمون، یک ساعت و ۴۵ دقیقه پیش از آزمون، یک ساعت و نیم پیش از آزمون، یک ساعت و ۱۵ دقیقه پیش از آزمون، یک ساعت پیش از آزمون، ۴۵ دقیقه پیش از آزمون و نیم ساعت پیش از آزمون. هر یک از قرص‌های مکمل‌های بی‌کربنات سدیم ۰/۶ گرم وزن داشتند و از کپسول‌های ژلاتینی شامل پلیمرهای گلوکز به عنوان دارونما استفاده شد (۲۷، ۲۹). به علاوه، برای به حداقل رسانیدن ناراحتی‌های گوارشی، مقدار $g.kg^{-1}.bm$ ۲۰ آب، طی ۹۰ دقیقه مصرف شد (۱۵، ۲۹). در ادامه، آزمودنی‌ها در برنامهٔ معمول گرم کردن شرکت کردند و پس از گذشت نیم ساعت از آخرین مرحلهٔ مصرف مکمل یا دارونما، اولین شنای صد متر کرال سینه را انجام دادند. در ادامه، به مدت پانزده دقیقه در بازگشت به حالت اولیهٔ غیرفعال (نشستن در کنار استخر) شرکت کردند. سپس، برای ارزیابی تأثیر مصرف مکمل بر اجرای سرعتی تناوبی، بعد از اتمام مدت بازگشت به حالت اولیه، اجرای شنای صد متر دوباره تکرار شد و زمان اجرای هر یک از آزمودنی‌ها از طریق کرنومتر کاسیو ثبت شد. به منظور بررسی تغییرات لاکتات خون، خون‌گیری از انگشت وسط آزمودنی‌ها با لاکتومتر لاکتات اسکات انجام و میزان لاکتات در زمان‌های قبل از اجرای اول صد متر، سه دقیقه، شش دقیقه و پانزده دقیقه بعد از اجرای اول و سه دقیقه بعد از اجرای دوم ثبت شد.

روش آماری

به منظور مقایسهٔ تغییرات سطوح لاکتات در دو گروه مکمل و دارونما در دقایق مختلف اندازه‌گیری و مقایسهٔ اجراهای اول و دوم آزمودنی‌ها، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون t مستقل استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۵ در سطح $P<0/05$ انجام شد.

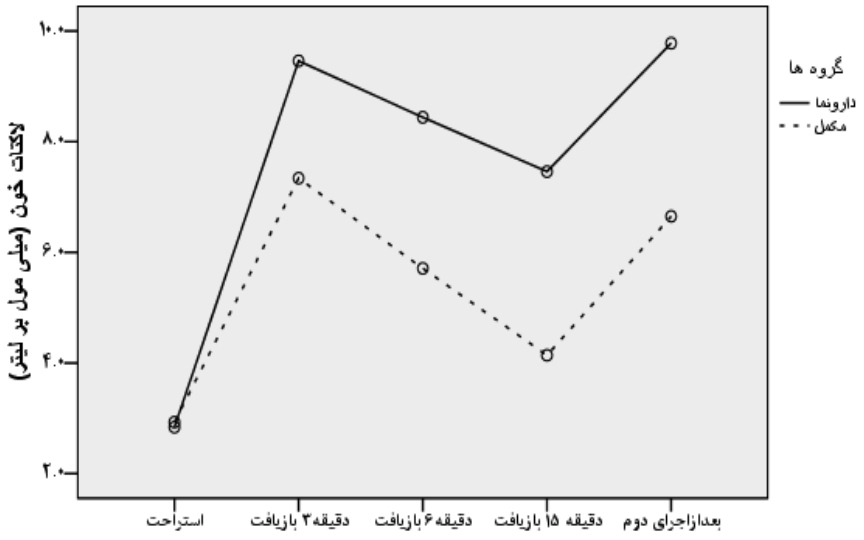
یافته‌ها

نتایج نشان داد مصرف بی‌کربنات سدیم نسبت

www.SID.ir
Archive of SID

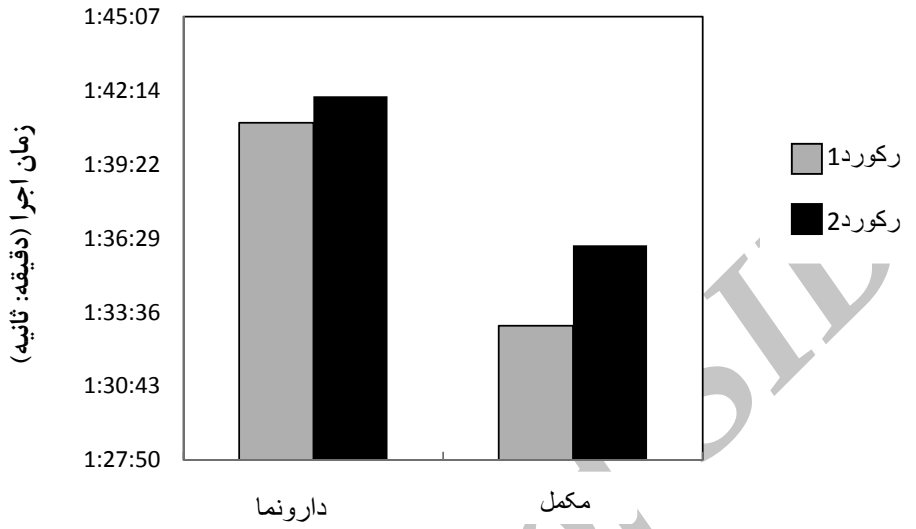
جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد میزان لاکتات و زمان اجرای شنای صد متر در هر دو گروه

	متغیر / گروه‌ها	دارونما	مکمل
لاکتات (میلی‌مول بر لیتر)	استراحت	۲/۸±۱/۲	۲/۹±۱/۱
	دقیقهٔ سه بازگشت به حالت اولیه	*۹/۵±۱/۷	۷/۳±۱/۶
	دقیقهٔ شش بازگشت به حالت اولیه	*۸/۴±۱/۷	۵/۷±۱/۵
	دقیقهٔ پانزده بازگشت به حالت اولیه	*۷/۵±۱/۶	۴/۱±۱/۵
	سه دقیقه پس از اجرای دوم	*۹/۸±۱/۹	۶/۷±۱/۴
زمان اجرا (ثانیه: دقیقه)	زمان اجرای اول شنای صد متر	۱:۴۰:۵۹	۱:۳۲:۶۴
	زمان اجرای دوم شنای صد متر	۱:۴۲:۱	۱:۳۵:۷۲



شکل۱. میانگین تغییرات لاکتات خون در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری در دو گروه

www.SID.ir



شکل۲. میانگین زمان اجرای شنای صد متر در دو گروه

به دارونما، میزان لاکتات خون در دقایق سه، شش و پانزده بازگشت به حالت اولیه و سه دقیقه پس از اجرای دوم را به صورت معناداری کاهش می‌دهد. پس از مصرف مکمل نسبت به دارونما، اختلاف معناداری در زمان اجرای شنای صد متر کرال سینه مشاهده نشد. این نتایج به تفکیک در جدول ۱ آمده است. شکل ۱ تغییرات لاکتات خون در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. شکل ۲ نیز تغییرات زمان اجرا در دو گروه را در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف تحقیق حاضر عبارت است از تعیین اثر مصرف بی‌کربنات سدیم بر تغییرات سطوح لاکتات خون و اجرای تناوبی شناگران زن. در این تحقیق، سطوح لاکتات خون استراحت آزمودنی‌ها در هر دو روز آزمون تفاوت معناداری نداشت که نشان‌دهندهٔ یکسان بودن شرایط آزمودنی‌ها در جلسات آزمون است. اما، پس از مصرف دارونما و یا مکمل اختلاف معنادار در سطوح لاکتات خون در دقایق مختلف اندازه‌گیری مشاهده شد. بر اساس نتایج تحقیق، میانگین لاکتات خون آزمودنی‌ها در دقیقهٔ سه بازگشت به حالت اولیه، کاهش معناداری پس از مصرف مکمل در مقایسه با دارونما نشان داد، که با نتیجهٔ تحقیق زاجاک و همکارانش (۲۹) همخوانی داشت. آن‌ها تأثیر مصرف ۰/۳ g.kg-۱.bm بی‌کربنات سدیم را دو ساعت پیش از شنای ۴×۵۰ کرال سینه بررسی کردند.

در مقابل، با نتایج تحقیق آرتیولی و همکارانش (۴) مبنی بر عدم تفاوت معنادار در میزان لاکتات خون، پس از مصرف همین میزان دارونما و یا

www.SID.ir

بی‌کربنات سدیم دو ساعت پیش از انجام آزمون جودوی ۴۰ ثانیه‌ای همخوانی نداشت. از دلایل این اختلاف ممکن است نوع فعالیت‌های بررسی شده باشد، به‌طوری که در تحقیق آرتیولی و همکارانش دستگاه فسفاژن بیشترین سهم را در تولید انرژی به منظور اجرای تکنیک‌های جودو داشت و در این شرایط تولید و تجمع لاکتات و برداشت آن چندان چشمگیر نیست، در حالی که در شنای صد متر مهم‌ترین دستگاه تولید انرژی سیستم گلیکولیز است.

به طور کلی، سازوکارهای مسئول به تأخیر انداختن کاهش pH درون سلولی عبارت‌اند از افزایش فعالیت انتقال‌دهنده‌های هم‌زمان H^+ و لاکتات عضلهٔ اسکلتی، افزایش تبادل Na^+ و H^+، افزایش تفاوت یون‌های قوی (SID)[1] که بر ورود یون کلسیم به داخل عضلهٔ اسکلتی اثرگذار است. منظور از SID تفاوت بین غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های قوی در پلاسماست.

$$[SID] = \{[Na^+]+[K^+]+[Ca^{۲+}]+[Mg^{۲+}]\} - \{[Cl^-]+[Lactate^-]\}$$

از آنجا که فعالیت انتقال‌دهنده‌های هم‌زمان H^+ و لاکتات تحت تأثیر حالت اسیدی- بازی مایع خارج سلولی نیست، به نظر می‌رسد دو عامل دیگر در به تأخیر افتادن کاهش pH درون سلولی مؤثرند، به این ترتیب که با مصرف بی‌کربنات سدیم، میزان Na^+ پلاسما افزایش می‌یابد، در نتیجه انتقال H^+ از عضلهٔ اسکلتی به واسطهٔ تبادل Na^+ و H^+ افزایش می‌یابد (۴، ۲۷). همچنین، به دنبال افزایش Na^+ عضلانی پس از مصرف بی‌کربنات سدیم، افزایش SID به کاهش غلظت H^+ می‌انجامد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که با مصرف بی‌کربنات سدیم، H^+ بیشتری در مقایسه با لاکتات از عضله به داخل خون انتشار می‌یابد، که ناشی از افزایش تبادل Na^+ و H^+ و یا افزایش SID است (۱۷، ۱۸).

در تحقیق حاضر، پس از مصرف مکمل، کاهش معنادار میزان لاکتات در دقایق شش و پانزده بازگشت به حالت اولیه و سه دقیقه پس از اجرای دوم، نسبت به مصرف دارونما مشاهده شد. لیند و همکارانش (۱۵)، در بررسی مصرف ۰/۳ g.kg-۱.bm بی‌کربنات سدیم، نود دقیقه قبل از شنای دویست متر آزاد، کاهش معنادار لاکتات وافزایش pH را گزارش کردند.

رایمر و همکارانش (۲۶) در والیبالیست‌ها و پرایس و همکارانش (۲۳) در دوچرخه‌سواری‌های متناوب نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر همسوست. به دنبال انتشار لاکتات از عضلهٔ اسکلتی به داخل پلاسما، لاکتات و یون‌های هیدروژن، به‌ویژه از طریق MCT به داخل گلبول‌های قرمز منتقل و از این طریق در بدن حمل می‌شوند (۳۰). مقداری از لاکتات موجود در پلاسما را نیز تارهای اکسیداتیو جذب و با اکسیژن ترکیب می‌کنند. قسمتی از لاکتات باقی‌مانده هم در کبد جهت فرایند گلیکونئوژنز استفاده می‌شود (۱۳). همچنین، به نظر می‌رسد مصرف بی‌کربنات سدیم عامل تامپونی قوی، با تأثیر بر اسید لاکتیک ناشی از فعالیت شدید، سبب تشکیل لاکتات سدیم و اسید کربنیک می‌شود. اسیدکربنیک در دستگاه تنفسی به آب و دی‌اکسیدکربن تجزیه می‌شود. $H_۲O$

1. strong ion difference

Archive of SID
www.SID.ir

وارد خون می‌شود و ط CO_2 از طریق بازدم خارج می‌شود. به این ترتیب بی‌کربنات سدیم در کاهش لاکتات و افزایش سطوح pH مؤثر است (۷).

در مقابل، پرایس و همکارانش (۲۴) در بررسی تأثیر مصرف ۰/۳ گرم بی‌کربنات سدیم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن از یک ساعت پیش از شروع بیست بار دویدن متناوب ۲۴ ثانیه‌ای روی نوارگردان گزارش کردند در پایان آزمون هیچ تفاوت معناداری در سطوح لاکتات خون آزمودنی‌ها در مقایسه با مصرف دارونما مشاهده نشد، که از نظر زمان مصرف مکمل با تحقیق حاضر تفاوت داشت.

همچنین، رجاس وگاس و همکارانش (۲۸) گزارش کردند مصرف بی‌کربنات سدیم دو ساعت پیش از دو سرعتی تا حد واماندگی، سبب تغییر میزان لاکتات نسبت به مصرف دارونما نمی‌شود که تفاوت در شدت و نوع فعالیت از دلایل عدم همخوانی با نتایج تحقیق حاضر است.

بر اساس یافته‌های تحقیق، بهبود اجرای اول شنای صد متر (به میزان ۶/۳٪) و اجرای دوم شنای صد متر (به میزان ۵٪) پس از مصرف مکمل نسبت به دارونما مشاهده شد، اما این اختلاف در سطح $P<0/05$ معنادار نبود ($\alpha=0/09$).

از دلایل عدم معناداری، کوچک بودن جامعهٔ آماری است. تحقیقات زیادی، از جمله تحقیق پرایس و همکارانش (۲۴) و زاجاک و همکارانش (۲۹) بهبود معنادار عملکرد سرعتی و اینتروال را پس از مصرف بی‌کربنات سدیم نسبت به مصرف دارونما گزارش کرده‌اند، در حالی که در تحقیق جیسون و همکارانش (۱۱) بر روی چهارده شناگر حرفه‌ای نیز اگرچه به دنبال مصرف ۰/۳ $g.kg^{-1}.bm$ بی‌کربنات سدیم (دو ساعت و نیم پیش از شروع آزمون) اجرای شنای سرعتی تناوبی ۸×۲۵ بهبود یافت، این اختلاف بین گروه مکمل و دارونما معنادار نبود، که با تحقیق حاضر همسوست.

در واقع، تغییرات سوخت‌وسازی به دنبال مصرف بیکربنات سدیم، سوخت‌وساز عضلانی را به سمت تولید انرژی بی‌هوازی سوق می‌دهد، و به‌ویژه به هنگام تمرین با شدت بالا سودمند است (۲۷). در این تحقیق، کاهش معنادار لاکتات به دنبال مصرف بی‌کربنات سدیم نسبت به دارونما در دقایق مختلف اندازه‌گیری، به ویژه در دقیقهٔ پانزده بازگشت به حالت اولیه (نزدیک به مقادیر استراحتی لاکتات) مشاهده شد.

از آنجا که تجمع لاکتات مهم‌ترین عامل افت عملکرد و بروز خستگی در فعالیت‌های سرعتی و متوالی است (۲۱)، به نظر می‌رسد مصرف بی‌کربنات سدیم با تسریع روند بازگشت به حالت اولیه، کاهش خستگی و پیشرفت شرایط روانی ورزشکاران در بهبود اجرای بعدی مؤثر باشد. ولی، از آنجا که سایر متغیرهای فیزیولوژیایی از جمله دمای بدن و دمای پوستی، ضربان قلب، منبع انرژی، حالات روانی و جزآن به ویژه در اجراهای تناوبی مؤثرند، در نتیجه، روشی که سبب تسریع برگشت به حالت اولیهٔ همهٔ این عوامل شود در بهبود عملکرد تأثیر چشمگیری خواهد داشت (۱۴).

بر اساس یافته‌های تحقیق، هر چند کاهش لاکتات پس از مصرف مکمل سبب بهبود معنادار اجرای بعدی در مقایسه با گروه کنترل نشد، در سطح حرفه‌ای و قهرمانی، که ورزشکاران از سازگاری‌های فیزیولوژیایی و عملکردی برخوردارند، بهبود اجرا در

www.SID.ir

حد ناچیز نیز در قهرمانی ورزشکاران گامی مؤثر است. بنابرایـن، نخبه بودن آزمودنی‌های ایـن تحقیق نیز از دلایل عدم اختلاف معنادار در اجراهای تناوبی گروه مکمل نسبت به دارونماست، به طوری که در بررسی دوزهای مصرفی مکمل‌ها، گزارش شد افزایش میزان مصرف بی‌کربنـات سـدیم از ۰/۳ g.kg-۱.bm به حـدود ۰/۴ g.kg-۱.bm سـبب بـروز تفاوت‌های چشمگیری در اجراهای سرعتی تناوبی در ورزشکاران مبتدی می‌شـود، در حالی که در ورزشکاران تمرین کرده این اختلاف معنادار نیست (۶).

بـا این حال، جیسـون و همکارانـش (۱۱) نیز با وجود نتایجی مشابه با تحقیق حاضر و عدم دستیابی به اختلاف معنادار در اجراهای سـرعتی تناوبی، پس از مصرف مکمل نسبت به دارونما، مصرف بی‌کربنات را در بهبود اجرای بی‌هوازی مؤثر گزارش کردند.

همچنیـن، مـادر و هـک (۱۶) در تحقیق خود گزارش کردند در انجام شـنای صد متر کرال سـینه ۵۴/۱٪ سیسـتم هوازی، ۲۶/۱٪ سیستم گلیکولیزی و ۱۸/۸٪ سیستم فسفاژن درگیرند، در نتیجه، علی‌رغم تأثیر مصرف بی‌کربنـات بر کاهش لاکتات و بهبود دسـتگاه گلیکولیزی، سـهم سیسـتم هـوازی را در اجرای شنای صد متر کرال سینه نباید نادیده گرفت. شاید عدم تأثیر مصرف بی‌کربنات بر سیستم هوازی، از دیگر دلایل عدم تفاوت چشـمگیر در اجرای دو گروه، پس از مصرف مکمل نسبت به دارونما باشد.

بنابرایـن، بـا توجه بـه نتایج حاصـل، مصرف ۰/۳ g.kg-۱.bm بی‌کربنـات سـدیم نسـبت بـه دارونما، دو سـاعت پیش از شـروع شـنای صد متر کرال سینه با تسریع روند برداشت لاکتات طی پانزده دقیقه بازگشت به حالت اولیهٔ غیرفعال پس از اجرای فعالیت سرعتی، زمینه را برای کاهش لاکتات و انجام بهتر اجراهای تناوبی و بی‌هوازی مهیا می‌کند. به‌نظر می‌رسد بررسـی تأثیر مصرف بی‌کربنات با دوزهای مختلف و یا بررسـی مصرف این مکمل روی سـایر انواع شـنا (به جز شنای کرال سـینه) برای رسیدن به بهترین نتایج در بیـن فعالیت‌های مکرر نتایج مفیدی در بر داشته باشد.

www.SID.ir
Archive of SID

منابع

۱. شیخ الاسلامی وطنی، داریوش؛ گائینی، عباسعلی ،۱۳۸۴، تأثیر مصرف کوتاه‌مدت مکمل کراتین بر عملکرد شناگران غیرحرفه‌ای، المپیک، (۲۹): ۱۹-۲۷.

۲. کاشف، مجید ، ۱۳۸۰، اثرات دو نوع بازیافت فعال و غیرفعال بر آنزیم‌ها و گازهای خونی در ورزشکاران جوان، المپیک، (۱۹): ۲۹-۳۸.

۳. گائینی، عباسعلی؛ ظفری، اردشیر،۱۳۸۴، مقایسهٔ دو برنامه بازگشت به حالت اولیه (فعال و غیرفعال) بر تغییرات لاکتات خون ناشی از یک فعالیت شدید درمانده‌ساز، المپیک، (۳۲): ۲۱-۲۹.

4. **Artioli, G.G.; Gualano, B.; Coelho, D.F.; Benatti, F.B.; Gailey, A.W.; Lancha, A.H. (2007). "Does sodium-bicarbonate ingestion improve simulated judo performance?" International Journal of Sports Physiology and Performance, 17:206-217.**

5. **Bishop, D.; Claudius, B. (2005). "Effects of inducd metabolic alkalosis on prolonged in termittent-sprint performance". Medicine Science in Sports and Exercise, 37:759-766.**

6. **Carr, A.J.; Hopkins, W.G.; Gore, J. (2011). "Effects of Acute Alkalosis and Acidosis on Performance". Sports Med, 41:801-814.**

7. **Connes, P.C.; Corinne, C.; Jacques, M.; Didier, B.; Jean, F.; Ois, C. (2004). "Injections of recombinant human erythropoietin increases lactate influx into erythrocytes". Journal of Applied Physiology, 97:326-332.**

8. **Fabrízio, D.; Masi, R.; Estelio, H.; Martin, D.; Ana, C.; Lopes, B.; Jefferson, S.N.; Victor, M.R. (2007). "Is blood lactate removal during water immersed cycling faster than during cycling on land?" Journal of Sports Science and Medicine, 6: 188-192.**

9. **Fell, J. (2005). Exercise-induced fatigue and recovery in the aging athlete in: physical education. Griffith university, Australia.**

10. **Guessous, I.; Favrat, B.; Cornuz, J.; Verdon, F. (2006). "Fatigue: review and systematic approach to potential causes". Rev Med Suisse, 2:2725-2731.**

11. **Jason, C.; Siegler, D.O. (2010). "Sodium bicarbonate ingestion and repeated swim sprint performance". Journal of Strength & Conditioning Research, 24:3105-3111.**

12. **Koltyn, K.F. (2007). "Influence of underwater exercise on anxiety and body temperature". Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2:249-253.**

13. **Kay, B. (2008). "Bicarbonate as an ergogenic aids? a physical, chemical, mechanistic view point". Brezilian journal of biomotricity, 16:205-219.**

14. **Lambert, G.; Ball, D.; Manghan, R.G. (1993). "Influence of Sodium bicaerbonat ingestion on plasma ammonia accumulation during incremental exercise in men". Eur J Appi Physio, 66:49.**

15. **Lindh, A.M.; Ingham, S.A.; Bailey, D.M.; Folland, J.P. (2008). "Sodium bicarbonate improves swimming performance". Int J Sports Med, 29:519-523.**

16. **Mader, A.; Heck, H. (1994). "Biomechanics and Medicine in Swimming". sport medicine. 8:124-162.**

17. **Matson, L.C.; Tran, Z.V. (1993). "Effect of sodium bicarbonate ingestion anerobic performance". Int jounal sport medicine, 3:2-28.**

18. **Matsuura, R.; Arimitsu, T.; Kimura, T.; Yunoki, T.; Yano, T. (2007). "Effect of oral administration of sodium**

www.SID.ir

bicarbonate on surface EMG activity during repeated cycling sprints". Eur J Appl Physiol, 101:409-417.

19. Messonnier, L.; Kristensen, M.; Juel, C.; Denis, C. (2007). "Importance of pH regulation and lactate /H-transport capacity for work production during supramaximal exercise humans", Journal of Applied Physiology, 102:1936-1944.

20. Neric, F.B. (2005). The effects of transcutaneous electrical stimulation and submaximal swimming on blood lactate removal following a maximal effort 200 yard frontcrawl in United States - California. California State University.

21. Neric, F.B.; Brown, L.E. (2006). "Submaximal swimming produces best lactate removal in recovery". Medicine and Science in Sports and Exercise, 38:154-159.

22. Pedro, F.; Paola, Z.; Sousa, A.; Ricardo, J. (2011). "An energy balance of the 200 m front crawl race". Eur J Appl Physiol, 111:767-777.

23. Price, M.; Moss, P.; Rance, S. (2003). "Effects of sodium bicarbonate ingestion on prolonged intermittent exercise". Journal of medicine science of sport and exercise, 35:1 1303-1308.

24. Price, M.J.; Simons, C. (2010). "The effect of sodium bicarbonate ingestion on high-intensity intermittent running and subsequent performance". J Strength Cond Res, 24:1834-1842.

25. Raymer, G.H.; Forbes, S.C.; Kowalchuk, J.M.; Thompson, R.T.; Marsh, G.D. (2007). "Rrior exercise delays the onset of acidosis during incremental exercise", Journal of Appiedl Physiology, 102:1799-1805.

26. Requena, B.; Zabala, M.; Padial, P.; Feriche, B. (2005). "Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids?" Journal of Strength and Conditioning Research, 19:213-224.

27. Rojas, Vegas H.K.; Wahrmannm, B.V.; Bloch, W.; Hollmann, W. (2006). "Bicarbonate reduces serum prolactin increase induced by exercise to exhaustion". Med sci sports Exerc, 38:675-780.

28. Zajac, A.; Cholewa, J.; Poprzecki, S.; Waśkiewicz, Z.; Langfort, J. (2009). "Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes". Journal of Sports Science and Medicine, 8:45-50.

29. Zinner, C.; Wahl, P.; Achtzehn, S.; Sperlich, B.; Mester, J. (2011). "Effects of bicarbonate ingestion and high intensity exercise on lactate and H+-ion distribution in different blood compartments". Eur J Appl Physiol., 111:1641-1648.

Archive of SID

www.SID.ir