دانشگاه شهید بهشتی
فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
بهار و تابستان ۹۹، دوره ۱۳، شماره ۱، صفحه های:۶۹-۵۷

تأثیر مکمل‌دهی حاد بی‌کربنات سدیم بر عملکرد بی‌هوازی دوچرخه‌سواران مرد نخبه و غیرنخبه

سعید نیکوخصلت، جواد وکیلی*، آرمین محمدی گجوتی

دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

*نویسندهٔ مسئول: جواد وکیلی، تلفن: ۰۹۱۴۳۹۱۳۱۴۱ ، رایانامه: vakili@tabrizu.ac.ir

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۲۸ ویرایش مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۰۳ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۱۳

چکیده

هدف: بی‌کربنات سدیم، با دارابودن خاصیت تامپونی، از جمله مکمل‌های مجاز و مؤثر برای کاهش خستگی است. از این‌رو، هدف اصلی تحقیق حاضر عبارت است از بررسی تأثیر مصرف حاد مکمل بی‌کربنات سدیم بر عملکرد بی‌هوازی مردان دوچرخه‌سوار نخبه و غیرنخبه.

روش‌ها: در طرح تحقیقی متقاطع و یک‌سویه کور، ۱۲ دوچرخه‌سوار تایم‌تریل و سرعتی نخبه (۳ سال سابقهٔ رقابت‌های ملی و بین‌المللی) و ۱۶ دوچرخه‌سوار غیرنخبه (بدون سابقهٔ رقابت‌های رسمی) در محدودهٔ سنی ۱۷- ۲۹ سال به‌صورت هدف‌مند انتخاب شدند و در دو گروه قرار گرفتند. هر دو گروه به فاصلهٔ یک هفته، ۶۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون، ۱۰۰ میلی‌گرم دارونما (نمک طعام) یا ۳۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن به‌صورت محلول در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مصرف کردند. سپس، با استفاده از آزمون بی‌هوازی وینگیت، شاخص‌های توان اوج، توان متوسط، شاخص خستگی و ضربان قلب بازیافت آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و نتایج حاصل با استفاده از تحلیل واریانس (۲×۲) بررسی شد ($P<۰/۰۵$).

نتایج: پاسخ متغیرهای وابسته به مکمل‌دهی بی‌کربنات سدیم در دو گروه تفاوت معناداری نداشت ($P >۰/۰۵$)، با این حال، در هر دو گروه مصرف حاد مکمل بی‌کربنات سدیم موجب افزایش معنادار توان اوج ($P<۰/۰۰۱$) و توان متوسط ($P=۰/۰۰۱$) و کاهش مقادیر شاخص خستگی ($P<۰/۰۰۱$) و ضربان قلب بازیافت دقیقهٔ پنجم ($P<۰/۰۰۱$) شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به بهبود ظرفیت بی‌هوازی مردان دوچرخه‌سوار نخبه و غیرنخبه متعاقب مصرف حاد مکمل بی‌کربنات سدیم، می‌توان اثربخشی بی‌کربنات سدیم را بدون توجه به سطح آمادگی یا ظرفیت تامپونی عضلات ورزشکاران محتمل دانست.

واژه‌های کلیدی: بی‌کربنات سدیم، توان، دوچرخه‌سوار، شاخص خستگی.

مقدمه

اجرای ورزشکاران در رقابت‌های ورزشی مستقیماً به عملکرد مطلوب عضلانی بستگی دارد [۱]. در برخی فعالیت‌های شدید، منابع انرژی عمدتاً از طریق گلیکولیز بی‌هوازی تأمین می‌شود [۲] که به‌دنبال آن متابولیت‌های حاصل از گلیکولیز در بدن افزایش می‌یابد و به خستگی عضلانی منجر می‌شود [۳].

خستگی ناتوانی در حفظ برونده توانی معین یا مورد انتظار تعریف شده است و از عواملی است که با کاهش عملکرد ورزشی، از ادامهٔ فعالیت نیز جلوگیری می‌کند [۴]. البته، خستگی و عوامل ایجادکنندهٔ آن در فعالیت‌های بی‌هوازی و نیمه‌استقامتی مانند مسابقات دوچرخه‌سواری تعقیبی تیمی یا انفرادی با عوامل ایجادکنندهٔ آن در فعالیت‌های درازمدت و وامانده‌ساز مانند ماراتون تفاوت دارد.

در بیشتر یافته‌ها، در بیان علل خستگی و محل بروز آن بر مواردی مانند دستگاه‌های انرژی (ATP-PC، گلیکولیز و اکسایش هوازی)، تجمع فرآورده‌های جانبی سوخت‌وسازی (ADP، Pi، H^+ و پتاسیم خارج سلولی)، دستگاه عصبی و اختلال در سازوکار انقباضی تار عضلانی تأکید شده است. اگرچه هنوز به‌طور قطعی معلوم نشده، اما عنوان شده است که در فعالیت‌های بیشینه‌ای مانند دوچرخه‌سواری، دوهای سرعت و شنا، افزایش اسید لاکتیک به‌خودی‌خود دلیلی بر بروز خستگی نیست، بلکه اسید لاکتیک تولیدشده تجزیه و به لاکتات تبدیل می‌شود. این امر موجب تجمع یون‌های هیدروژن و کاهش pH (اسیدوز) در سلول‌های عضلانی می‌شود [۵].

افزایش غلظت یون هیدروژن مرحلهٔ اتصال القایی را از طریق کاهش آزادسازی یون‌های کلسیم از شبکهٔ سارکوپلاسمی مجاری T مختل می‌کند و به‌دنبال آن عملکرد عضله مختل می‌شود. جلوگیری از تجمع اسید لاکتیک، متعاقب فعالیت تناوبی شدید، مستلزم دفع اسید لاکتیک انباشته‌شده از دو محیط خون و عضله است. مسئولیت اجرایی بخشی از این عمل، به‌عهدهٔ دستگاه تامپونی بدن است [۶]. مهم‌ترین تامپون‌های بدن عبارت است از تامپون بی‌کربنات، پروتئین‌های پلاسما و فسفات. تامپون‌های اصلی بدن در محیط برون‌سلولی بی‌کربنات و اسید کربنیک است. اهمیت خاص این تامپون قابلیت آن در دفع CO_2 از ریه‌هاست [۴].

بی‌کربنات سدیم ($NaHco_3$) نیز تامپون قوی اسید لاکتیک و از جمله مکمل‌هایی است که مصرف آن در بین ورزشکاران، به‌ویژه در رشته‌هایی که روی دستگاه اسیدی- بازی فشار وارد می‌شود، به‌منظور حفظ انقباض عضلانی و به‌تأخیرانداختن خستگی رایج شده است [۷]. دو عامل مهم در تأثیرگذاری هر چه بیشتر مصرف بی‌کربنات سدیم بر عملکرد، انجام فعالیت در بازهٔ زمانی ۱ تا ۷ دقیقه‌ای و انجام فعالیت به‌صورت تناوبی است [۸]. اهمیت ورزش تناوبی در آن است که جریان خون موجود در عضلهٔ اسکلتی به‌شدت در حال انقباض، بدون دورهٔ بازیافت به‌حداقل می‌رسد. در دورهٔ بازیافت پس از فعالیت ورزشی شدید است که عضله خون زیادی را دریافت می‌کند و اجازه می‌دهد بی‌کربنات در دسترس قرار گیرد و اسید انباشته‌شده در عضله و فضای میان‌بافتی را خنثی می‌کند [۹].

با توجه به اینکه بیشتر ورزشکاران حرفه‌ای به سقف فیزیولوژیایی خود می‌رسند، ظرفیت تامپونی بیشتری از ورزشکاران غیرنخبه دارند [۱۰]. از این‌رو، به‌نظر می‌رسد ورزشکاران حرفه‌ای، با مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم، به‌دلیل داشتن ظرفیت تامپونی زیاد، در مقایسه با افراد غیرنخبه، سود کمتری می‌برند.

جویس و همکاران [۱۱] با مطالعهٔ ۸ شناگر نخبهٔ مردی که ۳۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۹۰- ۱۴۶ دقیقه قبل از فعالیت مصرف کردند و طی پروتکل

شنای ۲۰۰ متر یک‌بار پس از مصرف مکمل و بار دیگر ۲۴ ساعت پس از مصرف مکمل به فعالیت پرداختند، نشان دادند که هیچ‌گونه افزایش عملکردی‌ای متعاقب مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم در مقایسه با مصرف دارونما در شناگران نخبه پدید نیامد.

در تحقیقات نشان داده شده است در فعالیت‌های ورزشی بیش از ۳۰ ثانیه‌ای یا فعالیت‌های کوتاهی که به‌طور مکرر انجام می‌شود، اثربخشی این مکمل افزایش می‌یابد [۷، ۹، ۱۲]. همچنین، در برخی تحقیقات، افزایش توان بی‌هوازی و مدت زمان اجرا نیز پس از مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم گزارش شده است [۱۲، ۱۳]. با وجود این، در برخی پژوهش‌ها، هیچ تأثیر مثبتی بر این شاخص‌ها گزارش نشده است [۱۴].

کولینز و همکاران [۱۳] با مطالعهٔ تأثیر مکمل بی‌کربنات سدیم بر ۷ دوچرخه‌سوار زن، بین گروه مکمل با مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن، و گروه دارونما با مصرف ۲۰۷ میلی‌گرم نمک طعام به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن در شاخص‌های pH خون و رکورد ۱ دقیقه دوچرخه‌سواری با ۹۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه و با شدت ۳۸±۲۷۷ وات هیچ‌گونه تفاوت معناداری مشاهده نکردند.

بر اساس تحقیق فراتحلیلی کار و همکاران [۶]، و ولینسکی و دریسکل [۱۶]، می‌توان ابراز داشت که مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم توان ورزشکاران رشته‌های ورزشی کوتاه‌مدت شدید را افزایش می‌دهد. این تأثیرات ناشی از افزایش سطوح بی‌کربنات سرم و خارج سلول است که ظرفیت بافری اسید را بالا می‌برد و از تجمع متابولیت‌های حاصل از فعالیت ورزشی شدید جلوگیری می‌کند [۶، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷].

عملکرد اصلی بی‌کربنات سدیم خنثی‌کردن یون‌های هیدروژن برای تشکیل دی‌اکسید کربن و آب و بازگرداندن محیط درون‌سلولی به pH معین حدود ۷/۳۵ است و بدین طریق سبب افزایش ظرفیت تامپونی خون می‌شود [۱]. با این حال، آثار آن بر عملکرد بی‌هوازی، pH و لاکتات خون در رشته‌های نیمه‌استقامتی و در رشتهٔ دوچرخه‌سواری به‌طور قطع روشن نشده است [۱۶، ۱۷].

با توجه به آنچه گفتیم، اگر مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم فرایند تامپون اسید لاکتیک تولیدشده و pH خون را افزایش دهد و از این طریق خستگی را به‌تأخیر بیندازد می‌توان انتظار داشت دوچرخه‌سواران با مصرف این مکمل عملکرد مطلوب‌تری از خود نشان دهند و رکوردهای بهتری داشته باشند. همچنین، با در نظر گرفتن اینکه دوچرخه‌سواران نخبه ظرفیت تامپونی بیشتری از دوچرخه‌سواران غیرنخبه دارند می‌توان انتظار داشت از مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم سود کمتری ببرند؛ و البته با توجه به اینکه در داخل کشور، در تحقیقات بسیار کمی اثر مصرف این مکمل بر عملکرد ورزشی دوچرخه‌سواران نخبه بررسی شده است، همچنین تحقیقی یافت نشد که در آن تأثیر مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم در دو گروه نخبه و غیرنخبه مقایسه شده باشد، از این رو، در پژوهش حاضر تلاش شده است به این پرسش پاسخ داده شود که آیا مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم قبل از فعالیت بر توان بی‌هوازی تأثیر دارد؟ همچنین، آیا در میزان اثربخشی مکمل بی‌کربنات در دو گروه دوچرخه‌سوار نخبه و غیرنخبه تفاوتی وجود دارد؟

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش

این پژوهش از نظر شیوهٔ جمع‌آوری داده‌ها از نوع نیمه‌تجربی و از نوع طرح‌های متقاطع بود. آزمودنی‌ها در هر دو گروه در دو جلسهٔ متفاوت با فاصلهٔ یک هفته، هر دو نوع مکمل بی‌کربنات سدیم و دارونما را قبل از اجرای آزمون ها مصرف

کردند. جامعهٔ آماری این طرح عبارت بود از مردان دوچرخه‌سوار نخبهٔ تایم‌تریل و سرعتی، همچنین مردان دوچرخه‌سوار غیرنخبهٔ شهر تبریز.

ابتدا، ۳۲ ورزشکار حائز شرایط تحقیق به‌صورت هدف‌مند از بین دوچرخه‌سواران نخبه (۱۶ نفر) و غیرنخبه (۱۶ نفر) انتخاب شدند. دوچرخه‌سوار نخبه به ورزشکاری اطلاق می‌شود که سابقهٔ رقابت‌های ملی و بین‌المللی در رده‌های سنی جوانان و بزرگسالان دارد و عضو تیم دوچرخه‌سواری شهرداری تبریز در مسابقات لیگ داخلی است و به‌طور مرتب، هر هفته حداقل سه جلسه تمرینات منظمی طی ۶ ماه گذشته داشته است و در بازهٔ زمانی ۶ ماه قبل از انجام تحقیق، مکمل کراتین مصرف نکرده است. کراتین خاصیت بافری دارد. همچنین، میزان بازسازی فسفوکراتین را افزایش می‌دهد.

دوچرخه‌سوار غیرنخبه نیز به ورزشکاری اطلاق می‌شود که به‌صورت تفریحی دوچرخه‌سواری می‌کند و در هیچ مسابقهٔ رسمی‌ای حضور نداشته است؛ همچنین، تا ۶ ماه قبل از اجرای تحقیق، مکمل کراتین نیز مصرف نکرده باشد.

لازم به ذکر است که در گروه دوچرخه‌سواران نخبه، ۴ نفر، به‌دلیل حضور در اردوی تیم ملی در هفتهٔ دوم حضور نداشتند؛ لذا، داده‌های هفتهٔ اول آن‌ها حذف شد و تحقیق با تعداد ۱۲ نفر انجام شد. تمامی آزمودنی‌ها، نخست برگهٔ رضایتنامهٔ حضور در طرح را تکمیل کردند. یک هفته قبل از اجرای قرارداد تمرینی در یک جلسه موضوع طرح معرفی، و اهداف و شیوهٔ انجام طرح به آزمودنی‌ها بیان شد.

پروتکل پژوهش

در این تحقیق، بی‌کربنات سدیم در مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن مکمل و نمک طعام در مقدار ۲۰۷ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن دارونما استفاده شد [۱۴]. به‌منظور تهیهٔ دارونما و مکمل، نخست مقدار دقیق این مواد برای هر آزمودنی در ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم تهیه شد و هر کدام در ظرف‌های جداگانه‌ای ریخته شد که همگی حاوی ۲۰۰ میلی‌لیتر آب بود. در جلسات مصرف دارونما یا مکمل، از آزمودنی‌ها خواسته شد یک ساعت قبل از اجرای آزمون محلول‌های مربوط را مصرف کنند.

لازم به ذکر است، به‌منظور بهره‌مندی هر چه بیشتر از تأثیرات مکمل، از همهٔ آزمودنی‌ها خواسته شد تا یک ساعت بعد از مصرف مکمل یا دارونما، و به‌عبارتی تا لحظهٔ اجرای آزمون، از نوشیدن سایر مایعات خودداری کنند. همچنین، به‌منظور یکسان‌سازی پروتکل اجرایی در دو هفتهٔ متوالی از آزمودنی‌ها خواسته شد حداقل ۲ ساعت قبل از اجرای آزمون صبحانه خورده باشند.

به‌دلیل تأثیر دما و ساعت اجرای آزمون، تلاش شد تمامی اندازه‌گیری‌ها در محیطی یکسان (آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه)، همچنین در ساعات یکسان (صبح ساعت ۱۰- ۱۲) صورت گیرد. به‌علاوه، در جلسهٔ توجیهی و یک هفته قبل از شروع پروتکل، از آزمودنی‌ها خواسته شد برگهٔ یادآمد غذایی ۲۴ ساعته را تکمیل و از ۲۴ ساعت قبل شروع آزمون، رژیم غذایی معمول خود را دنبال کنند و از مصرف غذاهای ناآشنا یا هر گونه مکمل دیگری خودداری کنند.

در ابتدای هر جلسه با استفاده از ضربان‌سنج پلار، ضربان قلب استراحتی هر آزمودنی اندازه‌گیری شد. سپس، در فاصلهٔ ۶۰ دقیقه قبل از اجرای قرارداد تمرینی، آزمودنی‌ها مکمل بی‌کربنات سدیم یا دارونما را در طرح تحقیقی متقاطعی مصرف کردند و برای اجرای آزمون بی‌هوازی وینگیت آماده شدند.

به‌منظور انجام‌دادن آزمون بی‌هوازی وینگیت، بار متناسب با وزن (۷۵ گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و ارتفاع صندلی متناسب با قد هر آزمودنی در دوچرخ کارسنج مونارک تنظیم

شد. لازم به ذکر است که در هر دو جلسهٔ اندازه‌گیری، بار اعمال‌شده و ارتفاع صندلی به یک میزان تنظیم شد.

ضربان قلب هر آزمودنی در سه مرحله‌ـ بلافاصله پس از اجرای قرارداد تمرینی، ۳ دقیقه بعد از فعالیت و ۵ دقیقه بعد از فعالیت‌ـ اندازه‌گیری شد. همچنین، توان بیشینه، توان متوسط و شاخص خستگی مربوط به هر آزمودنی نیز در هر دو حالت مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم یا دارونما اندازه‌گیری شد.

روش‌های آزمایشگاهی

در جلسهٔ اول آزمون، ۱۴ آزمودنی در گروه دارونما (۸ دوچرخه‌سوار غیرنخبه و ۶ دوچرخه‌سوار نخبه) و ۱۴ آزمودنی در گروه مکمل قرار گرفتند و به اجرای آزمون پرداختند و شاخص‌های مورد نظر اندازه‌گیری شد. سپس، به فاصلهٔ یک هفته از جلسهٔ اول، با تعویض نوع مکمل مصرفی، آزمودنی‌ها مجدداً به اجرای آزمون پرداختند و شاخص‌های مورد نظر نیز اندازه‌گیری شد.

آزمودنی‌ها، نخست بدون اعمال بار، به‌مدت ۶ دقیقه مشغول گرم‌کردن شدند. سپس، به‌مدت ۳دقیقه به حالت بازیافت رکاب زدند و متعاقب آن به‌مدت ۱۰ ثانیه شتاب‌گیری کردند تا به سرعت ۸۰ دور در دقیقه برسند. در این لحظه، بار اعمال شد و آزمودنی‌ها در آزمون ۳۰ ثانیه‌ای وینگیت با نهایت توان رکاب زدند. با اتمام ۳۰ ثانیه، به‌مدت ۳ دقیقه و بدون بار با رکاب‌زدن‌های نرم و ملایم روی چرخ کارسنج و سپس به‌مدت ۲ دقیقه به‌حالت راه‌رفتن روی زمین، حرکات سردکردن را انجام دادند [۸، ۱۹].

با اجرای آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای، توان اوج هر آزمودنی که همان بالاترین مقدار توان حاصل هنگام ۵ ثانیهٔ اول فعالیت است طبق فرمول زیر محاسبه شد.

زمان بر حسب دقیقه (۵ ثانیه = ۰/۰۸۳۳ ثانیه) / نیرو × مسافت (تعداد دور رکاب × مسافت هر دور) = توان اوج

همچنین، آزمودنی‌ها توان متوسط را که همان میانگین توان در طول ۳۰ ثانیه است، متعاقب اجرای آزمون، به‌صورت مجزا و در قالب جلسات مصرف مکمل و دارونما در سیستم ثبت کردند.

شاخص خستگی که سرعت خسته‌شدن آزمودنی یا مقاومت در برابر خستگی را نشان می‌دهد از طریق فرمول زیر محاسبه شد.

۱۰۰ × (اوج توان)/ (کمترین توان - اوج توان)= شاخص خستگی

به‌منظور ثبت سه مرحلهٔ اندازه‌گیری ضربان قلب بازیافت، از ضربان‌سنج پلار استفاده شد.

تحلیل آماری

در این تحقیق، از آزمون کولموگروف‌ـ اسمیرنوف به‌منظور بررسی نرمال‌بودن داده‌ها استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و بررسی تغییرات شاخص‌های مورد نظر، از آزمون‌های تحلیل واریانس ۲×۲ با اندازه‌های مکرر، و سطح معناداری $\alpha <$ ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج

شاخص‌های پیکرسنجی و مشخصات فردی هر دو گروه از دوچرخه‌سواران نخبه و غیرنخبه، به‌همراه ضربان قلب استراحتی آن‌ها، در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی و پیکرسنجی دوچرخه‌سواران نخبه و غیرنخبه

متغیر	گروه نخبه n=۱۲	گروه غیرنخبه n=۱۶
سن (سال)	۲۲/۳۳ ± ۴/۰۴۹	۲۵/۳۸ ± ۱/۴۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۵/۷۵ ± ۶/۴۱	۱۷۴/۴۶ ± ۴/۸۹
وزن (کیلوگرم)	۶۶/۸۳ ± ۸/۷۵	۷۲/۱۲ ± ۴/۷۳
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر مجذور قد)	۲۱/۶۰ ± ۲/۲۳	۲۳/۷۰ ± ۱/۴۸
چربی بدن (درصد)	۸/۸۸ ± ۱/۰۲	۱۶/۰۵ ± ۱/۷۴
ضربان قلب استراحتی (ضربه در دقیقه)	۶۵ ± ۵	۷۳ ± ۷

نتایج نشان داد مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم، در مقایسه با مصرف دارونما، تأثیر معناداری بر بهبود شاخص‌های توان اوج، توان متوسط و شاخص خستگی در هر دو گروه نخبه و غیرنخبه داشت، به‌طوری که باعث افزایش توان اوج ($P<۰/۰۰۱$ و $F_{۱و۲۶}=۱۷/۶$)، توان متوسط ($P=۰/۰۰۱$ و $F_{۱و۲۶}=۱۵/۱$)، همچنین کاهش شاخص خستگی ($P<۰/۰۰۱$ و $F_{۱و۲۶}=۱۶/۸۳$) در هر دو گروه از آزمودنی‌ها شد. با این حال، بررسی تجزیه‌وتحلیل‌های بین گروهی نشان داد که مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم هیچ تعامل معناداری با سطح آمادگی دوچرخه‌سواران در هیچ یک از شاخص‌ها نداشت.

به‌علاوه، با تجزیه‌وتحلیل داده‌های مربوط به ضربان قلب بازیافت که در سه مرحله- بلافاصله پس از اجرای آزمون و در دقایق سوم و پنجم پس از فعالیت- اندازه‌گیری شد، مشاهده شد در دو اندازه‌گیری ابتدایی، یعنی بلافاصله پس از انجام فعالیت و دقیقهٔ سوم، هیچ تفاوت معناداری متعاقب مصرف مکمل مشاهده نشد. با این حال، ضربان قلب بازیافت دقیقهٔ پنجم پس از فعالیت، در هر دو گروه از آزمودنی‌ها در جلسهٔ مصرف مکمل تفاوت معناداری با جلسهٔ مصرف دارونما داشت ($P<۰/۰۰۱$ و $F_{۱و۲۶}=۵/۳۶$). بنابراین، بر اساس نتایج حاصل، می‌توان ابراز داشت که مکمل بی‌کربنات سدیم هیچ تأثیری بر ضربان قلب بلافاصله پس از اجرای آزمون و ضربان قلب دقیقهٔ سوم نداشته است، ولی باعث کاهش معنادار ضربان دقیقهٔ پنجم هم در گروه نخبه و هم در گروه غیرنخبه شد، در حالی که با مقایسهٔ تأثیر مصرف مکمل در دو گروه نخبه و غیرنخبه می‌توان چنین بیان کرد که هیچ رابطه‌ای بین مصرف مکمل و سطح آمادگی دوچرخه‌سواران در شاخص‌های ضربان قلب بازیافت وجود ندارد ($P=۰/۰۶۰$ و $F_{۱و۲۶}=۳/۸۸$).

جدول ۲. توان اوج، توان متوسط، شاخص خستگی و ضربان قلب بازیافت دوچرخه‌سواران نخبه و غیرنخبه

متغیر	گروه‌ها	مصرف دارونما	مصرف مکمل
توان اوج (وات)	نخبه	۱۱۴/۶۶ ± ۷۰۱/۴۴	* ۱۱۴/۷۸ ± ۷۳۳/۷۰
	غیرنخبه	۶۳/۶۳ ± ۵۵۴/۸۸	۶۰۶/۵۹ ± ۳۹/۸۷
توان متوسط (وات)	نخبه	۶۱/۴۲ ± ۴۹۰/۰۵	* ۸۱/۲۱ ± ۵۶۹/۲۶
	غیرنخبه	۳۹/۹۳ ± ۴۱۶/۷۶	۴۰۴/۷۹ ± ۲۹/۴۱
شاخص خستگی (درصد)	نخبه	۱۱/۶۶ ± ۴۸/۶۵	* ۱۰/۴۲ ± ۴۲/۰۲
	غیرنخبه	۷/۷۵ ± ۴۹/۲۱	۴۴/۵۸ ± ۸/۰۲
ضربان قلب بلافاصله پس از اجرای آزمون (ضربه/ دقیقه)	نخبه	۱۲ ± ۱۷۴	۱۰ ± ۱۶۹
	غیرنخبه	۹ ± ۱۷۳	۱۳ ± ۱۶۵
ضربان قلب ۳ دقیقه بعد از فعالیت (ضربه/ دقیقه)	نخبه	۱۶ ± ۱۲۲	۱۳ ± ۱۱۶
	غیرنخبه	۱۳ ± ۱۲۸	۱۰ ± ۱۲۴
ضربان قلب۵ دقیقه بعد از فعالیت (ضربه/ دقیقه)	نخبه	۱۳ ± ۱۰۰	* ۱۴ ± ۹۲
	غیرنخبه	۱۰ ± ۱۱۵	۱۱ ± ۱۰۹

*** افزایش معنادار نسبت به دارونما**

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، هیچ‌گونه تفاوت معناداری بین گروه نخبه و غیرنخبه در توان اوج متعاقب مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم مشاهده نشد، ولی توان اوج هر دو گروه از آزمودنی‌ها

با مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم افزایش معناداری نشان داد که با نتایج تحقیقات سیل و همکاران [۱۰]، داودیان و همکاران [۱۹]، بیشاپ و همکاران [۱۸]، مبنی بر اثربخشی مکمل بی‌کربنات سدیم بر توان اوج همخوانی داشت.

این در حالی است که نتایج تحقیق حاضر با نتایج جویس و همکاران [۱۱]، شریفی و همکاران [۲۰]، و زابالا و همکاران [۲۱] مبنی بر عدم‌اثرگذاری مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم بر افزایش توان اوج همخوانی نداشت. زابالا و همکاران [۲۱] در طرح تحقیقی متقاطع با مکمل‌سازی بی‌کربنات سدیم، ۹۰ دقیقه قبل از اجرای فعالیت، و بررسی تأثیر مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم بر ۹ مرد دوچرخه‌سوار نخبه به این نتیجه رسیدند که با وجود تأثیر معنادار مکمل بی‌کربنات سدیم بر حفظ و حتی افزایش ظرفیت تامپونی بدن، بر بهبود توان اوج آزمودنی‌ها تأثیر معناداری نداشته است.

از طرفی، جویس و همکاران [۱۱]، با مکمل‌سازی بی‌کربنات سدیم ۹۰- ۱۲۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون روی ۸ شناگر نخبهٔ مرد، به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم هیچ تأثیری بر افزایش توان اوج آزمودنی‌ها نداشت. یکی از دلایل احتمالی عدم‌تأثیر مکمل بی‌کربنات سدیم ممکن است ناشی از زمان مصرف مکمل باشد.

با توجه به تحقیقات گذشته، بهترین زمان مصرف مکمل بی‌کربنات ۶۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون عنوان شده است [۹، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۵، ۲۶، ۲۷]. آزمودنی‌های تحقیق زابالا و همکاران [۲۱] ۹۰ دقیقه و آزمودنی‌های تحقیق جویس و همکاران [۱۱] ۹۰- ۱۲۰ دقیقه قبل از اجرای قرارداد تمرینی مکمل مصرف کردند. از این‌رو، در تحقیق زابالا و همکاران [۲۱]، بعد از گذشت مدت زمان ۶۰ دقیقه، تأثیرگذاری مکمل کمتر شد و توان اوج را بهتر نکرد. سازوکار احتمالی این عدم‌تأثیرگذاری مکمل بی‌کربنات سدیم ممکن است ناشی از نوع قرارداد تمرین باشد. در این مورد از آزمون پرش عمودی استفاده شد که دستگاه فسفاژن را بیشتر درگیر می‌کند، لذا نتوانست از قدرت لاکتات‌زدایی بی‌کربنات سدیم بهره‌مند شود (هرچه فعالیت دستگاه گلیکولیزی را بیشتر درگیر کند، به‌همین نسبت تولید اسید لاکتیک در بدن بیشتر می‌شود) [۲۴].

آزمودنی‌های تحقیق حاضر ۶۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون مکمل مصرف کردند و شاهد افزایش ۸/۵ درصدی در توان اوج آزمودنی‌های غیرنخبه و افزایش ۴/۹ درصدی در توان اوج آزمودنی‌های نخبه بودیم. سازوکار اثر مکمل بی‌کربنات سدیم بر بهبود توان اوج احتمالاً ناشی از به‌تأخیرانداختن کاهش pH درون‌سلولی است که آن هم باعث به‌تأخیرانداختن خستگی می‌شود. به‌طور کلی، سازوکارهای مسئول به‌تأخیرانداختن کاهش pH درون‌سلولی عبارت است از افزایش فعالیت انتقال‌دهنده‌های هم‌زمان H^+ و لاکتات عضلهٔ اسکلتی، افزایش تبادل Na^+ و H^+ و افزایش تفاوت یون‌های قوی SID[1] (تفاوت بین غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های قوی در پلاسما) که بر ورود یون کلسیم به داخل عضلهٔ اسکلتی اثرگذار است.

از آنجا که فعالیت انتقال‌دهنده‌های هم‌زمان H^+ و لاکتات تحت تأثیر حالت اسیدی- بازی مایع خارج سلولی نیست، به‌نظر می‌رسد دو عامل دیگر در به‌تأخیرانداختن کاهش pH درون‌سلولی مؤثر است؛ به این ترتیب که با مصرف بی‌کربنات سدیم، میزان Na^+ پلاسما افزایش می‌یابد، در نتیجه انتقال H^+ افزایش می‌یابد [۱۲، ۱۳، ۲۵، ۲۹]. همچنین، به‌دنبال افزایش Na^+ عضلانی پس از مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم، افزایش SID به کاهش غلظت H^+ می‌انجامد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت با مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم H^+ بیشتری از عضله به داخل خون انتشار یابد که ناشی از افزایش تبادل Na^+ و H^+ یا افزایش SID است [۲۱، ۲۶، ۳۰].

در رابطه با شاخص بی‌هوازی توان متوسط در تحقیق حاضر هیچ‌گونه تفاوت معناداری بین گروه نخبه و غیرنخبه در توان متوسط متعاقب مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم مشاهده نشد، ولی توان متوسط هر دو گروه از آزمودنی‌ها با مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم افزایش معناداری نشان داد که با نتایج سیل و همکاران [۱۰]، سیگلر و هیرچر [۲۷]، و داودیان و همکاران [۱۹] مبنی بر افزایش معنادار توان متوسط متعاقب مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم همخوانی داشت؛ در حالی که با نتایج مطالعات استپنز و همکاران [۲۴] و کای [۲۸] همخوانی نداشت. آن‌ها عنوان کردند مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم هیچ تأثیری بر افزایش توان متوسط ندارد.

آزمودنی‌های تحقیق استپنز و همکاران [۲۴] ۶ مرد دوچرخه‌سوار ورزیده‌ای بودند که ۳۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن آزمودنی‌ها را ۱۲۰ دقیقه قبل از اجرای قرارداد تمرینی مصرف کردند. قرارداد تمرینی عبارت بود از ۳۰ دقیقه فعالیت دوچرخه‌سواری با ۷۷ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه و در ادامه ۳۰ دقیقه تایم‌تریل. یافته‌های حاصل از این تحقیق هیچ تفاوت معناداری را در توان متوسط آزمودنی‌ها متعاقب مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم نشان نداد. از دلایل احتمالی این امر می‌توان به ویژگی قرارداد تمرینی اشاره کرد، چرا که در تحقیقات زیادی این چنین گزارش شده است که هر چه فعالیت ورزشی متناوب و کوتاه‌مدت باشد، دستگاه گلیکولیزی را بیشتر تحریک می‌کند و به پاسخ‌های دستگاه بافری بدن می‌انجامد [۲۵].

در تحقیق استپنز و همکاران [۲۴] دستگاه هوازی بیشترین سهم را در تولید انرژی داشت که در این شرایط نیازی به فعالیت سیستم بافری بدن دیده نمی‌شود، در حالی که در تحقیق حاضر با اجرای آزمون بی‌هوازی وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای مشاهده شد که با مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم توان متوسط آزمودنی‌های گروه نخبه به میزان ۶/۸ درصد و توان متوسط آزمودنی‌های گروه غیرنخبه به میزان ۶/۳ درصد بهبود یافت. در این مورد نیز می‌توان سازوکار احتمالی بهبود توان متوسط هر دو گروه از آزمودنی‌های نخبه و غیرنخبه را ناشی از تأثیر بی‌کربنات سدیم بر بهبود دستگاه بافری بی‌کربنات دانست که منجر به دفع سریع H^+ تولیدشده می‌شود و تعادل اسیدی- بازی بدن را حفظ می‌کند [۳۲].

به‌دنبال 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 می‌شود [۲۸]. همچنین، به‌نظر می‌رسد مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم عامل تامپونی قوی‌ای است که با تأثیر بر اسید لاکتیک ناشی از فعالیت شدید، سبب تشکیل لاکتات سدیم و اسید کربنیک می‌شود. در دستگاه تنفسی، این اسید کربنیک تولیدشده به آب و دی‌اکسید کربن تجزیه می‌شود. آب تولیدشده وارد خون می‌شود و دی‌اکسید کربن از طریق بازدم خارج می‌شود. به این ترتیب، مکمل بی‌کربنات سدیم موجب کاهش لاکتات، افزایش سطوح pH و بهبود توان متوسط می‌شود [۲۹].

شاخص خستگی سرعت خسته‌شدن آزمودنی یا مقاومت در برابر خستگی را نشان می‌دهد که در تحقیق حاضر هیچ‌گونه تفاوت معناداری بین گروه نخبه و غیرنخبه در شاخص خستگی متعاقب مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم مشاهده نشد، ولی شاخص خستگی هر دو گروه از آزمودنی‌ها با مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم کاهش معناداری نشان داد که با نتایج حاصل از تحقیق بیشاپ و همکاران [۱۸] و داودیان و همکاران [۱۹] مبنی بر تأثیر معنادار مکمل بی‌کربنات سدیم بر کاهش شاخص خستگی همخوانی داشت. در حالی که با مطالعات زابالا و همکاران [۱۷] و اسچابورت و همکاران [۳۰] همخوانی نداشت. آن‌ها به این نتیجه رسیده بودند که مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم هیچ تأثیری بر کاهش شاخص خستگی ندارد. زابالا و همکاران [۱۷] با

مطالعهٔ متقاطع ۱۰مرد دوچرخه‌سوار رشتهٔ BMX، که به آزمودنی‌های خود ۹۰ دقیقه قبل از اجرای قرارداد تمرین (۳ اجرای وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای با استراحت ۱۵ دقیقه‌ای بین فواصل) مکمل بی‌کربنات سدیم داده بودند به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم تأثیر معناداری بر بهبود شاخص خستگی ندارد. همچنین، در بیشتر مطالعات، بر خلاف مطالعهٔ زابالا و همکاران [۱۷]، مصرف بی‌کربنات سدیم تنها به‌دنبال یک وهله آزمون بررسی شده است [۳۲].

اسچابورت و همکاران [۳۰] نیز با مطالعهٔ ۸ دوچرخه‌سوار استقامتی‌کار در قالب گروه‌های مختلف با مقادیر مصرف ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم مکمل بی‌کربنات سدیم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن، ۶۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون و طی مسافت ۴۰ کیلومتری، به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم هیچ تأثیر معناداری بر بهبود شاخص‌های بی‌هوازی دوچرخه‌سواران نداشته است. از دلایل احتمالی عدم‌معناداری این تحقیق می‌توان به نامربوط‌بودن آزمون و کوچک‌بودن جامعهٔ آماری اشاره کرد. البته، به‌نظر می‌رسد مهم‌ترین عامل عدم‌معناداری این تحقیق مربوط به مقادیر مصرف مکمل باشد، چرا که در تحقیقات پیشین مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم مکمل به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن مناسب‌ترین مقدار مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم بوده است [۲۲، ۲۳]. در حالی که در تحقیق حاضر با مکمل‌گیری بی‌کربنات سدیم ۶۰ دقیقه قبل از اجرای قرارداد تمرینی مشاهده کردیم که با مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم شاخص خستگی آزمودنی‌های گروه نخبه به میزان ۱۴/۴ درصد و شاخص خستگی آزمودنی‌های گروه غیرنخبه به میزان ۹/۵ درصد بهبود یافت.

از سازوکارهای احتمالی تأثیر مثبت مکمل بی‌کربنات سدیم بر بهبود شاخص خستگی می‌توان به تأثیر این مکمل بر انتشار هر چه بیشتر H^+ از عضله به داخل خون اشاره کرد، که ناشی از افزایش تبادل Na^+ و H^+ یا افزایش SID است [۲۱، ۳۰]. از آنجا که تجمع لاکتات مهم‌ترین عامل افت عملکرد و بروز خستگی در فعالیت‌های سرعتی و متوالی است [۳۶]، به‌نظر می‌رسد مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم با تسریع روند بازگشت به حالت اولیه، کاهش خستگی و پیشرفت شرایط روانی ورزشکاران، در بهبود اجرا مؤثر باشد [۳۱].

در ادامه، با بررسی داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ضربان قلب بازیافت آزمودنی‌ها و مقایسهٔ دو جلسهٔ مصرف مکمل و دارونما مشاهده شد که هیچ‌گونه تفاوت معناداری بین گروه نخبه و غیرنخبه در شاخص خستگی متعاقب مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم مشاهده نشد. همچنین، ضربان قلب آزمودنی‌ها بلافاصله پس از اجرای آزمون و در دقیقهٔ سوم پس از اجرای آزمون، در جلسهٔ مصرف مکمل تفاوت معناداری با جلسهٔ مصرف دارونما نداشت، در حالی که ضربان قلب بازیافت دقیقهٔ پنجم هر دو گروه از آزمودنی‌ها با مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم کاهش معناداری نشان داد. با وجود تحقیقات مختلف دربارهٔ تأثیر مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم بر بازسازی ذخایر آزمودنی‌ها متعاقب اجرای آزمون‌های بی‌هوازی، در هیچ تحقیقی ضربان قلب بازیافتی آزمودنی‌ها بررسی نشده است [۱۷، ۱۹، ۲۴، ۳۲].

نتایج حاصل از تحقیق روی ۱۲ دوچرخه‌سوار نخبهٔ مرد و ۱۶ دوچرخه‌سوار غیرنخبهٔ مرد نشان داد تأثیر مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم به سطح آمادگی ورزشکاران ارتباطی ندارد و باعث بهبود برخی شاخص‌های بی‌هوازی در هر دو گروه دوچرخه‌سواران نخبه غیرنخبه می‌شود. چنانچه مشاهده شد، با مصرف این مکمل توان اوج، توان متوسط و شاخص خستگی هر دو گروه از آزمودنی‌ها تفاوت معناداری با جلسهٔ مصرف دارونما داشته است.

در بحث ضربان قلب بازیافت، با وجود اینکه در اندازه‌گیری‌های ضربان قلب بلافاصله پس از اجرای آزمون و در دقیقهٔ سوم پس از اجرای آزمون، هیچ‌گونه تفاوت معناداری با مصرف مکمل مشاهده نشد، در تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ضربان قلب در دقیقهٔ پنجم پس از اجرای آزمون مشاهده شد که تفاوت معناداری بین جلسهٔ مصرف مکمل و دارونما وجود دارد. به بیان دیگر، مکمل بی‌کربنات سدیم باعث بهبود ضربان قلب بازیافت شده است.

یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم‌کنترل دقیق تغذیه و مکمل‌های خوراکی و عدم‌اندازه‌گیری‌های لاکتات خون آزمودنی‌هاست. بنابراین، با بررسی هم‌زمان اجرای فعالیت و مقادیر لاکتات عضله و خون می‌توان به نتایج دقیق‌تری دست یافت. با این حال، در تحقیق حاضر همچنان بر اثربخشی مکمل بی‌کربنات سدیم بر بهبود عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران تأکید می‌شود و رابطه‌ای مبنی بر میزان اثربخشی مکمل‌دهی حاد بی‌کربنات سدیم و میزان آمادگی هوازی دوچرخه‌سواران به‌دست نیامد.

پی‌نوشت‌ها

[1] Strong ion difference

منابع

[1] Jones AM, Vanhatalo A, Burnley M, Morton RH, Poole DC. Critical power: implications for determination of VO2max and exercise tolerance. Med Sci Sports Exerc. 2010; 42(10): 1876-90.

[2] Mueller SM, Gehrig SM, Frese S, Wagner CA, Boutellier U, Toigo M. Multiday acute sodium bicarbonate intake improves endurance capacity and reduces acidosis in men. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2013; 10(1): 16.

[3] Maclaren D, Morton J. Biochemistry for port and Exercise Metabolism. Translate by Gaeini A. Samt Publication: Tehran, Iran. 2012.

[4] Maughan RJ, Gleeson M, Greenhaff PL. Biochemistry of exercise and training: Oxford University Press, USA. 1997.

[5] Kenney WL, Wilmore J, Costill D. Physiology of Sport and Exercise. 6th edition: Human Kinetics. 2015.

[6] Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance. Sports Medicine. 2011; 41(10): 801-14.

[7] Douroudos II, Fatouros IG, Gourgoulis V, Jamurtas AZ, Tsitsios T, Hatzinikolaou A, et al. Dose-related effects of prolonged $NaHCO_3$ ingestion during high-intensity exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2006; 38(10): 1746-53.

[8] Higgins MF, James RS, Price MJ. The effects of sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) ingestion on high intensity cycling capacity. Journal of Sports Sciences. 2013; 31(9): 972-81.

[9] Peart DJ, Siegler JC, Vince RV. Practical recommendations for coaches and athletes: a meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2012; 26(7): 1975-83.

[10] Sale C, Saunders B, Hudson S, Wise JA, Harris RC, Sunderland CD. Effect of β-alanine plus sodium bicarbonate on high-intensity cycling capacity. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2011; 43(10): 1972-8.

[11] Joyce S, Minahan C, Anderson M, Osborne M. Acute and chronic loading of sodium bicarbonate in highly trained swimmers. European Journal of Applied Physiology. 2012; 112(2): 461-9.

[12] Artioli GG, Gualano B, Coelho DF, Benatti FB, Gailey AW, Lancha Jr AH. Does sodium-bicarbonate ingestion improve simulated judo

performance? International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2007; 17(2): 206-17.

[13] Kozak-Collins K, Burke ER, Schoene RB. Sodium bicarbonate ingestion does not improve performance in women cyclists. Medicine & Science in Sports & Exercise. 1994.

[14] Kahle LE, Kelly PV, Eliot KA, Weiss EP. Acute sodium bicarbonate loading has negligible effects on resting and exercise blood pressure but causes gastrointestinal distress. Nutrition Research. 2013; 33(6): 479-86.

[15] Bishop D, Claudius B. Effects of induced metabolic alkalosis on prolonged intermittent-sprint performance. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2005; 37(5): 759-67.

[16] Wolinsky I, Driskell JA. Nutritional Ergogenic Aids: CRC Press; 2004.

[17] Zabala M, Peinado AB, Calderón FJ, Sampedro J, Castillo MJ, Benito PJ. Bicarbonate ingestion has no ergogenic effect on consecutive all out sprint tests in BMX elite cyclists. European Journal of Applied Physiology. 2011; 111(12): 3127-34.

[18] Bishop D, Edge J, Davis C, Goodman C. Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2004; 36(5): 807-13.

[19] Davoodian N, Gharakhanlou R, Banitalebi E, Barmaki S, Khazani A. Comparison of the effects of creatine monohydrate, sodium bicarbonate and their combined administration on anerobic performance and blood lactate level in wrestlers. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2012; 7(2): 57-66.

[20] Sharifi G, Taghian F, Babai A, Mohamadi F. Effect of sodium bicarbonate ingestion upon anaerobic power in male note-athlete. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2014; 5(4): 18-23.

[21] Zabala M, Requena B, Sánchez-Muñoz C, González-Badillo JJ, García I, Ööpik V, et al. Effects of sodium bicarbonate ingestion on performance and perceptual responses in a laboratory-simulated BMX cycling qualification series. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008; 22(5): 1645-53.

[22] McNaughton LR. Bicarbonate ingestion: effects of dosage on 60 s cycle ergometry. Journal of Sports Sciences. 1992; 10(5): 415-23.

[23] Siegler JC, Marshall PW, Bray J, Towlson C. Sodium bicarbonate supplementation and ingestion timing: does it matter? The Journal of Strength & Conditioning Research. 2012; 26(7): 1953-8.

[24] Stephens TJ, McKenna MJ, Canny BJ, Snow RJ, McConell GK. Effect of sodium bicarbonate on muscle metabolism during intense endurance cycling. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2002; 34(4): 614-21.

[25] Rojas SV, Strüder HK, Wahrmann BV, Bloch W, Hollmann W. Bicarbonate reduces serum prolactin increase induced by exercise to exhaustion. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2006; 38(4): 675-80.

[26] Matsuura R, Arimitsu T, Kimura T, Yunoki T, Yano T. Effect of oral administration of sodium bicarbonate on surface EMG activity during repeated cycling sprints. European Journal of Applied Physiology. 2007; 101(4): 409-17.

[27] Siegler JC, Hirscher K. Sodium bicarbonate ingestion and boxing performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010; 24(1): 103-8.

[28] Kay B. Misconceptions: Bicarbonate as anergogenic aid? A physical, chemical,

mechanistic viewpoint. Brazilian Journal of Biomotricity. 2008; 2(4): 205-219.

[29] Connes P, Caillaud C, Mercier J, Bouix D, Casties JF. Injections of recombinant human erythropoietin increases lactate influx into erythrocytes. Journal of Applied Physiology. 2004; 97(1): 326-32.

[30] Schabort EJ, Wilson G, Noakes TD. Dose-related elevations in venous pH with citrate ingestion do not alter 40-km cycling time-trial performance. European Journal of Applied Physiology. 2000; 83(4-5): 320-7.

[31] Lindh A, Peyrebrune M, Ingham S, Bailey D, Folland J. Sodium bicarbonate improves swimming performance. International Journal of Sports Medicine. 2008; 29(06): 519-23.

[32] Mero AA, Keskinen KL, Malvela MT, Sallinen JM. Combined creatine and sodium bicarbonate supplementation enhances interval swimming. Journal of Strength and Conditioning Research. 2004; 18(2): 306-10.

Shahid Beheshti University

Sport and Exercise Physiology

Spring and Summer 2020; Vol.13; No.1

Effect of acute sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance in elite and amateur male cyclists

Saeid Nikookheslat, Javad Vakili*, Armin Mohammadi Gajouti

Faculty of Physical Education and Exercise Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

*Corresponding author: Javad Vakili, Tel: +98-9143913141, E-mail: Vakili@tabrizu.ac.ir

Received: 18/05/2015 Revised: 25/07/2018 Accepted:04/08/2018

Abstract

Purpose: Sodium bicarbonate with buffering effect is one of the additives and effective supplement to reduce fatigue. Therefore, the main objective of the present study is to investigate the acute effect of sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance in elite and non-elite male cyclists.

Methods: In a single-blind crossover study 12 semi endurance elite cyclists (with 3 year national and international competitions experience) and 16 non-elite cyclists (no history of official competition) in the range of 17–29 years old selected purposefully and were placed in two group. Both group within one week, 60 minutes before the test, consumed 100 mg placebo (NaCl) or 300 mg sodium bicarbonate per kg of body weight of dissolved in 200 ml of water. The Wingate anaerobic test, measure participants peak power, average power, power drop and recovery heart rate indexes and the results were analyzed by using analysis variance (2×2) (P <0.05).

Results: Dependent variables response to sodium bicarbonate supplementation had no significant difference between two groups (P>0.05). However, in both group the acute supplementation of sodium bicarbonate result in a significant increase in peak power (P<0.001) and average power (P=0.001) and result in a significant decrease in power drop (P<0.001) and fifth minute recovery heart rate (P<0.001).

Conclusion: According to improvement of anaerobic capacity of elite and non-elite male cyclists following acute supplementation of sodium bicarbonate, its effectiveness is possible regardless fitness level or muscle buffering capacity.

Keywords: Cyclist, Power, Sodium bicarbonate.