



## بررسی اثر مصرف مکمل سدیم بیکرینات قبل و به دنبال فعالیت وامانده ساز بر کارکردهای اجرایی ورزشکاران جوان

حجت دهقانزاده<sup>۱</sup>، حسین صمدی<sup>۲\*</sup>، طاهر افشارنژاد<sup>۳</sup>

تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۲۰

### چکیده

**هدف:** اخیراً بررسی نقش مکمل‌هایی که علاوه بر ارتقاء عملکرد جسمانی، در بهبود کارکردهای اجرایی نیز اثرگذار باشند، توجه پژوهشگران علوم ورزشی را به خود جلب کرده است. هدف پژوهش حاضر، بررسی اثربخشی مکمل سدیم بیکرینات بر کارکردهای اجرایی افراد ورزشکار قبل و به دنبال فعالیت بی‌هوای وامانده ساز بود.

**روش کار:** ۳۰ نفر از مردان ورزشکار به صورت تصادفی در ۲ گروه ۱۵ نفره (گروه مصرف مکمل قبل از آزمون وامانده ساز و گروه مصرف مکمل به دنبال آزمون وامانده ساز) قرار گرفتند. آزمون تعدیل شده کانکائی به عنوان پروتکل تمرینی در نظر گرفته شد. آزمون‌های عملکرد پیوسته و ان‌بک ۲ برای سنجش توجه و حافظه کاری قبل از اجرای آزمون کانکائی و در چهار مرحله بعد اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش تحلیل واریانس مرکب و با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۲۶ انجام شد.

**یافته‌ها:** یافته‌ها نشان داد گروهی که قبل از انجام آزمون کانکائی مکمل سدیم بیکرینات مصرف کرده بودند، به طور معناداری در آزمون‌های توجه و حافظه کاری در مراحل مختلف عملکرد بهتری داشت ( $P < 0.05$ ).  
**نتیجه‌گیری:** مصرف حاد مکمل سدیم بیکرینات هم قبل از فعالیت وامانده ساز و هم به عنوان مکمل ریکاوری، توجه و حافظه کاری پس از فعالیت وامانده ساز را به بهبود می‌بخشد.

**واژگان کلیدی:** سدیم بی‌کربنات، فعالیت وامانده ساز، ورزشکاران جوان، کارکردهای اجرایی.

۱. کارشناس ارشد تربیت‌بدنی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، ۲. استادیار رفتار حرکتی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، بخش تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، ۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، بخش تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

\* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: [samadih@yazd.ac.ir](mailto:samadih@yazd.ac.ir)

## مقدمه

نگه دارد، از موضوعات بسیار بااهمیت برای ورزشکاران محسوب می‌شود (۲، ۷). توجه پایدار و حافظه‌کاری از اساسی‌ترین مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی است که ضمن اهمیت آن در موقعیت‌های ورزشی، در موقعیت‌های تحصیلی، شغلی و اجتماعی نیز نقش مهمی دارند (۲۱). توجه پایدار به حفظ توجه در طول زمان اطلاق می‌شود که پایه‌ای‌ترین و ساده‌ترین سطح توجه است که سایر انواع توجه به آن نیاز دارند. به همین دلیل، نقص احتمالی در آن می‌تواند مبین نقص در سایر انواع توجه باشد (۲۶). حافظه‌کاری به ساختارها و فرایندهایی که وظیفه ذخیره موقت و دست‌کاری اطلاعات برای انجام تعداد زیادی از فعالیت‌های شناختی بر عهده دارند، اشاره می‌کند (۳). اهمیت حافظه‌کاری در بسیاری از فعالیت‌های تحصیلی مانند درک مطلب، خواندن، درک ریاضی و محاسبات، رونویسی از مطلب خاصی و جهت‌یابی نیز به اثبات رسیده است (۳۱).

با توجه به اهمیت ویژه کارکردهای اجرایی در موفقیت ورزشکاران، پژوهشگران به دنبال یافتن راه‌کارهایی برای بهبود این کارکردها بوده‌اند

یکی از راهکارهایی که در سال‌های گذشته توجه پژوهشگران زیادی را به خود جلب نموده، استفاده از مکمل‌های غذایی است. به عبارتی نقش مکمل‌هایی که علاوه بر ارتقاء عملکرد جسمانی، در بهبود کارکردهای

جوانان در طول شبانه‌روز، گاهی در موقعیت‌هایی قرار می‌گیرند که باید از بین گزینه‌های مختلف دست به انتخاب بزنند. این مسئله در مورد ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی که شرایط مسابقه دائماً در حال تغییر است، بیشتر اهمیت می‌یابد. این نوع کنترل، به ساختاری شناختی به نام کارکردهای اجرایی مربوط است. کارکردهای اجرایی را می‌توان به‌عنوان مجموعه‌ای شناختی که هدایت سایر فعالیت‌های شناختی را بر عهده دارد، تعریف کرد (۱۹). در واقع کارکردهای اجرایی، ساختارهای بااهمیتی هستند که به انسان‌ها کمک می‌کنند موقعیت‌های غیرمنتظره را تشخیص داده و به‌سرعت نقشه‌ها و برنامه‌هایی را طراحی کنند (۱۷). بنابراین، لازمه انجام بهینه فعالیت‌های مختلف، عملکرد مناسب کارکردهای اجرایی است (۲۹). ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی همواره در طول مسابقات و تمرینات ملزم به پردازش حجم زیادی از اطلاعات خارجی، حفظ توجه و تمرکز و انجام اقدامات مناسب در مدت‌زمان محدود برای انجام هرچه بهتر تکالیف مختلف هستند و حتی ثانیه‌ای غفلت می‌تواند ورزشکار را از دستیابی به هدف بازدارد. به‌طور ویژه، در شرایط مسابقه که فشارهای جسمانی افزایش می‌یابد و ممکن است ورزشکار از نظر جسمانی به حد واماندگی برسد، توجه به راهکارهایی که کارکردهای اجرایی فرد را در شرایط بهینه

غیرنخبه به این نتیجه دست یافتند که هر دو گروه مصرف حاد مکمل بیکربنات سدیم موجب افزایش معنادار توان اوج، توان متوسط و کاهش مقادیر شاخص خستگی و ضربان قلب بازیافت دقیقه پنجم شد (۲۰). اگرچه در برخی پژوهش‌ها تاثیر سدیم بیکربنات بر عملکرد ورزشی مورد بررسی قرار گرفته است، اما پژوهش‌های بسیار اندکی به بررسی این مکمل بر مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی به-عنوان یکی از عوامل مؤثر بر موفقیت ورزشکاران پرداخته‌اند. برای مثال چیکی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی اثر مصرف ۵ میلی‌گرم سدیم بیکربنات ۹۰ دقیقه قبل از هر جلسه تمرین به مدت ۲۱ روز، به این نتیجه رسیدند که مکمل دهی سدیم بیکربنات با تأثیر بر ترشح لاکتات، ضمن بهبود عملکرد در آزمون فعالیت بی‌هوای، به‌طور غیرمستقیم کارکردهای اجرایی را بهبود می-بخشد (۷).

با مطالعه پیشینه پژوهش مشاهده می‌شود که بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده صرفاً تاثیر مکمل سدیم بیکربنات بر عملکرد جسمانی مورد بررسی قرار داده‌اند و اندک پژوهش‌هایی که فعالیت شناختی را مدنظر داشته‌اند، اثر مکمل را بیشتر به‌عنوان مکمل افزایش کارایی پیش از فعالیت بررسی کرده‌اند و به مقایسه اثر آن به‌عنوان یک مکمل ریکاوری

اجرایی نیز اثرگذار باشند، از جدیدترین و مهم‌ترین موضوعات پژوهشی علوم ورزشی است (28). یکی از پرکاربردترین این مکمل‌ها برای بهبود عملکرد، سدیم بیکربنات است. سدیم بیکربنات مکمل مجاز و مؤثری است که با هدف کاهش خستگی و افزایش برون‌ده توانی در تمرینات با شدت بالا و کوتاه‌مدت استفاده می‌شود. نقش اصلی بیکربنات سدیم خنثی کردن یون‌های هیدروژن برای تشکیل آب و دی‌اکسیدکربن و بازگرداندن PH محیط درون سلولی به حدود ۷/۳۵ می‌باشد و از این طریق باعث افزایش ظرفیت تامپونی خون می‌شود. اسحاقیان و همکاران (۱۳۹۹) طی پژوهشی با هدف بررسی تاثیر مکمل سدیم بیکربنات بر عملکرد بی‌هوای و پاسخ لاکتات مردان به این نتیجه رسیدند که مصرف ۰/۵ گرم سدیم بی‌کربنات به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت بی‌هوای، منجر به کاهش پاسخ لاکتات به فعالیت ورزشی و افزایش توان بی‌هوای میانگین می‌شود. با این حال مصرف سدیم بی‌کربنات در مقایسه با پلاسبو، اثر معناداری بر توان بی‌هوای اوج ایجاد نکرد (13). نیکوخصلت و همکاران (۱۳۹۹) نیز در پژوهشی با عنوان تأثیر مکمل دهی حاد بیکربنات سدیم بر عملکرد بی‌هوای دوچرخه‌سواران مرد نخبه و

نپرداخته‌اند. هدف پژوهش حاضر با در نظر گرفتن پرکاربردترین شیوه مصرف حاد سدیم بیکربنات هم به‌عنوان مکمل قبل از تمرین و هم به‌عنوان مکمل ریکآوری، پیدا کردن بهترین زمان مصرف برای بهبود توجه پایدار و حافظه کاری ورزشکاران جوان بود.

### روش پژوهش

روش پژوهش از نوع نیمه‌تجربی و با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با چینش تصادفی شرکت‌کنندگان بود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه ورزشکاران پسر رده سنی جوانان شهر یزد بودند. پس از انتخاب تصادفی افراد واجد شرایط بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه‌ها، ۳۰ آزمودنی به‌صورت تصادفی در دو گروه مصرف مکمل سدیم بیکربنات قبل از فعالیت و امانده‌ساز (۱۵ نفر) و مصرف مکمل سدیم بیکربنات بعد از فعالیت و امانده‌ساز (۱۵ نفر) تقسیم شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل داشتن سلامت عمومی، عدم مصرف دارو و یا مکمل اثرگذار بر وضعیت شناختی و جسمانی در سه ماه گذشته، عدم مصرف دخانیات و الکل، ورزشکار بودن (داشتن برنامه منظم ورزشی (۳ جلسه در هفته) بود. پس از انتخاب افراد واجد شرایط، در جلسه توجیهی از آزمودنی‌ها خواسته شد از ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمون‌ها، نکات ذکر شده در مورد خواب مطلوب، تغذیه مناسب و عدم انجام فعالیت

بدنی شدید را رعایت کنند. به‌علاوه، از آزمودنی‌ها خواسته شد برگه 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 هرگونه مکمل دیگری خودداری کنند. لازم به ذکر است به‌منظور بهره‌مندی هر چه بیشتر از تأثیرات مکمل، از همه آزمودنی‌ها خواسته شد تا یک ساعت قبل از مصرف مکمل یا دارونما و به عبارتی تا لحظه اجرای آزمون، از نوشیدن سایر مایعات خودداری کنند.

به‌منظور تهیه دارونما و مکمل، نخست مقدار دقیق ۰/۳ گرم سدیم بیکربنات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن برای گروه مکمل و ۰/۰۴۵ گرم نمک خوراکی به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن برای گروه دارونما با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم تهیه شد. مقدار به‌دست‌آمده برای هر ورزشکار در ۶۰۰ میلی‌لیتر آب حل شد. سپس محلول به‌دست‌آمده به سه قسمت تقسیم شد (هرکدام ۲۰۰ میلی‌لیتر). نحوه مصرف مکمل به این صورت بود که هر ۱۰ دقیقه یک‌بار ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول مصرف شد (زمان مصرف کامل محلول ۳۰ دقیقه طول کشید) (۲۲).

قبل از شروع مراحل پژوهش در ابتدا آزمون‌های توجه پایدار (CPT) و آزمون حافظه‌کاری (N-BACK2) برای همه آزمودنی‌ها انجام شد (EF1). در این مرحله

آزمون به این صورت بود که آزمون با سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت شروع و هر ۶۰ ثانیه یک کیلومتر در ساعت، بر سرعت افزوده شد. هر بار افزایش در سرعت یک مرحله در نظر گرفته شد. در پنج مرحله اولیه افزایش سرعت، آزمودنی‌ها تا سرعت ۷ کیلومتر بر ساعت راه رفتند و از سرعت ۸ کیلومتر بر ساعت شروع به دویدن کردند. دویدن تا زمانی ادامه داشت که شخص دیگر قادر به دویدن نبود. قابل ذکر است که آزمودنی‌ها در تمامی مراحل اجرای آزمون با تشویق کلامی حمایت می‌شدند. اعتبار این آزمون برای تعیین آستانه بی‌هوازی ورزشکاران جوان توسط اسمعیل‌زاده و سیاه‌کوهیان (۱۳۹۷) بررسی و ۰/۸۳ گزارش شده است (۱۴).

**نرم‌افزار آزمون عملکرد پیوسته:** این آزمون برای اندازه‌گیری توجه پایدار مورداستفاده قرار می‌گیرد و نیازمند حفظ توجه، حین یک تکلیف مداوم و بازداری پاسخ‌های تکانشی است. این آزمون در سال ۱۹۶۵ توسط رازولد تهیه شد. در این نرم‌افزار ۱۵۰ عدد یا تصویر به‌عنوان محرک وجود دارد و از این تعداد ۳۰ محرک (۲۰ درصد) به‌عنوان محرک هدف و ۸۰٪ باقی‌مانده به‌عنوان محرک غیرهدف در نظر گرفته می‌شوند. مدت‌زمان ارائه هر محرک ۲۰۰ هزارم ثانیه و فاصله بین ۲ محرک یک ثانیه

گروه اول (مصرف مکمل قبل از فعالیت وامانده‌ساز)، مکمل سدیم بیکربنات و گروه دوم (مصرف مکمل سدیم بیکربنات بعد از فعالیت وامانده‌ساز) محلول دارونما مصرف کردند. پس از گذشت ۶۰ دقیقه مجدداً آزمون CPT و N-BACK2 انجام شد (EF2). سپس آزمون وامانده‌ساز اول (کانکائی) اجرا شد (CO1). پس از گذشت ۳ دقیقه از CO1، آزمون CPT و N-BACK2 انجام شد (EF3). پس از پشت سر گذاشتن این مراحل، گروه دوم، مکمل سدیم بیکربنات و گروه اول دارونما مصرف کردند. مشابه مراحل قبلی، پس از گذشت ۶۰ دقیقه آزمون CPT و N-BACK2 انجام شد (EF4). سپس آزمون وامانده‌ساز دوم (کانکائی) اجرا شد (CO2). پس از گذشت ۳ دقیقه از CO2، آزمون CPT و N-BACK2 انجام شد (EF5). شکل ۱ طرح پژوهش را بر اساس گروه‌های مطالعه نشان می‌دهد.

### ابزارهای پژوهش

**آزمون تعدیل‌شده کانکائی:** برای اجرای این آزمون ابتدا از آزمودنی‌ها خواسته شد مدت ۱۰ الی ۲۵ دقیقه به‌صورت انجام حرکات کششی و نرمش به گرم کردن بپردازند. سپس آزمودنی‌ها پروتکل ورزشی فزاینده کانکائی را بر روی نوارگردان کالیبره شده با شیب ۱/۵٪ اجرا کردند. روند اجرای

می‌باشد. در این آزمون دو نوع خطای حذف و خطای ارتکاب و تعداد پاسخ‌های صحیح و زمان عکس‌العمل آزمودنی به محرک محاسبه می‌شود. اعتبار این ابزار در یک بازآزمایی ۲۰ روزه ۰/۹۳ گزارش شده است و روایی آن در کشور توسط زینالی و همکاران (۱۳۹۵) تأیید شده است (۳۰).

**نرم‌افزار آزمون ان-بک ۲:** برای سنجش حافظه کاری از آزمون ان-بک ۲ استفاده شد. این آزمون اولین بار در سال ۱۹۵۸ توسط کوچنر طراحی شده و نسخه رایانه‌ای آن در سال ۲۰۰۸ توسط جاگی و همکاران مورد استفاده قرار گرفت. آزمون N-Back با استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزار اختصاصی آزمون انجام می‌شود. در نسخه کامپیوتری آزمون، دنباله‌ای از محرک‌های بینایی، گام‌به‌گام و به صورت تصادفی بر روی صفحه ظاهر می‌شود. آزمودنی باید بررسی کند که آیا محرک ارائه‌شده فعلی با محرک n گام قبل از آن مشابه است یا خیر. در این آزمون، چنانچه محرک ارائه‌شده با محرک دو تا ماقبل خود مشابه باشد، آزمودنی کلید مشخص‌شده را فشار می‌دهد. روایی این آزمون به‌عنوان شاخص سنجش عملکرد حافظه کاری قابل‌قبول است (۱).

**پرسش‌نامه حساسیت گوارشی:** این پرسش‌نامه ۱۵ سؤالی برای اندازه‌گیری نگرانی ویژه گوارشی استفاده می‌گردد که جواب سؤالات از ۱ (کاملاً موافقم) تا ۶ (کاملاً مخالفم) بوده و امتیازدهی آن به صورت معکوس با امتیاز ۰ تا ۵ می‌باشد. امتیاز کل به‌دست‌آمده می‌تواند از ۰ (بدون نگرانی) تا ۷۵ (نگرانی گوارشی شدید) باشد. پرسش‌نامه حساسیت ویژه گوارشی، توسط لابس و همکاران تهیه گردیده است. روایی این پرسش‌نامه به‌وسیله سازندگان آن بر اساس روش گروه‌های کانونی در سطح مناسبی گزارش شده است. همچنین پایایی آن با روش آلفای کرونباخ برابر با ۰/۹۳ محاسبه شده است. روایی و پایایی نسخه فارسی این پرسش‌نامه توسط پورتوکل، حاجی‌علیزاده و سماوی (۱۳۹۷) بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است (۲۳).

**تجزیه و تحلیل آماری:** بررسی توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک صورت گرفت و تمامی متغیرها در دو گروه دارای توزیع نرمال بودند. جهت تحلیل داده‌ها از روش تحلیل واریانس مرکب استفاده شد. همچنین برای تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد. سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## گروه (۱) مصرف مکمل پیش از فعالیت وامانده ساز:



## گروه (۱) مصرف مکمل پس از فعالیت وامانده ساز:

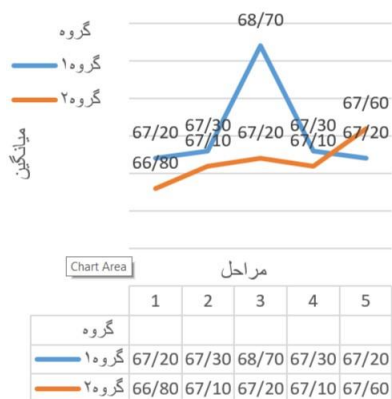


شکل ۱. طرح پژوهش بر اساس گروه‌های مورد مطالعه

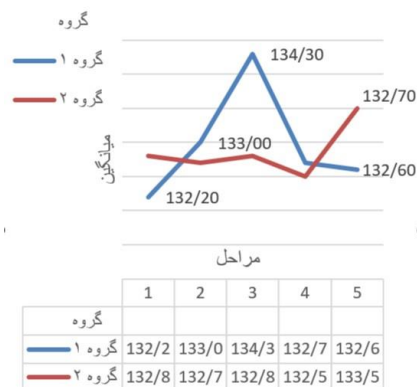
## یافته‌ها

( $P=0/024$ )، اما در سایر مراحل بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد. شکل ۲ نمودار عملکرد دو گروه را در آزمون حافظه کاری در مراحل مختلف نشان می‌دهد. در مورد مؤلفه تعداد پاسخ آزمون توجه پیوسته نتایج نشان داد بین مراحل توجه پیوسته (درون گروهی) گروه اول و گروه دوم تفاوت معناداری وجود دارد ( $F=5/682$  و  $P=0/004$ ). باین حال، تفاوت بین گروهی معنادار نبود ( $F=0/112$  و  $P=0/002$ ). همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد دو گروه در مرحله سوم ( $P=0/002$ ) و پنجم ( $P=0/019$ ) تفاوت معنادار دارند، اما در سایر مراحل بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد. شکل ۳ نمودار عملکرد دو گروه را در آزمون توجه پیوسته در مراحل مختلف آزمون را نشان می‌دهد.

نتایج پرسش‌نامه حساسیت گوارشی نشان داد هیچ‌یک از آزمودنی‌ها پس از مصرف مکمل سدیم بی‌کربنات یا دارونما (نمک خوراکی) حساسیت گوارشی بالا و مشکلات گوارشی را گزارش نکردند. در مورد مؤلفه تعداد پاسخ صحیح آزمون حافظه کاری نتایج نشان داد بین مراحل آزمون حافظه کاری (درون گروهی) گروه اول و گروه دوم تفاوت معناداری وجود دارد ( $F=5/682$  و  $P=0/001$ )، اما تفاوت بین گروهی معنادار نبود ( $F=3/543$  و  $P=0/076$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد گروه اول در مرحله سوم به میزان معناداری بهتر از گروه دوم عمل کردند ( $P=0/001$ ) و در مرحله پنجم گروه دوم از گروه اول به میزان معناداری از گروه دوم بهتر عمل کردند



شکل ۲. عملکرد گروه‌ها در آزمون حافظه کاری در مراحل مختلف آزمون



شکل ۳. عملکرد گروه‌ها در آزمون توجه پیوسته در مراحل مختلف آزمون

هر دو گروه آزمودنی پس از گذشت ۳ دقیقه از فعالیت وامانده‌ساز نسبت به پیش آزمون عملکرد بهتری در آزمون حافظه کاری و توجه پیوسته داشتند. این یافته با پژوهش هیوانگ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۲) در یک راستا است (۱۲). آن‌ها نیز نشان دادند که تمرین با شدت متوسط و شدید هر دو تاثیر معناداری بر مؤلفه‌های کارکرد اجرایی در مردان جوان

#### بحث

هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر مصرف مکمل سدیم بیکرینات قبل و به دنبال فعالیت وامانده‌ساز بر کارکردهای اجرایی ورزشکاران جوان بود. یافته‌های پژوهش نشان داد فعالیت وامانده‌ساز عملکرد حافظه کاری ورزشکاران جوان را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ به طوری که

<sup>1</sup> Huang



می‌تواند در بهبود کارکردهای اجرایی مؤثر باشد (۲۷). با این حال، نتایجی نیز برخلاف یافته‌های پژوهش حاضر گزارش شده است. براون<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۷) در یک مقاله مروری چنین نتیجه گرفتند که پس از فعالیت حاد شدید، به دلیل وجود عوارض ناشی از خستگی احتمالاً کارکردهای اجرایی بهبود نخواهند یافت و این نیز بستگی به ویژگی‌های مختلف آزمون‌شوندگان دارد (۶). آن‌ها عنوان کردند این افت می‌تواند بدین دلیل باشد که ورزش با شدت بالا می‌تواند با ایجاد رقابت بین تکلیف شناختی و حرکتی در استفاده از منابع وابسته به قشر پیشانی، منجر به افت زودهنگام عملکرد شناختی شود (۱۵). در واقع فعالیت وامانده‌ساز ممکن است منجر به کاهش اکسیژن‌رسانی مغز (۲۴) و یا کاهش عملکرد قشر جلوی مغز (۹) شود. این یافته‌ها با فرضیه هایپوفرونتالیتی موقت<sup>۶</sup> همخوانی دارد (۹). همچنین برخی پژوهشگران معتقدند که ممکن است اثرات تضعیف‌کننده فعالیت با شدت بالا بر عوامل شناخت پس از فعالیت به میزانی طولانی شود که نتوان از اثرات تسهیل‌کننده آن در انجام تکالیف بهره‌مند شد (۱۶).

در دومین مرحله آزمون کارکردهای اجرایی (EF2) بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده

دارد. آن‌ها عنوان کردند تمرین شدید می‌تواند وضعیت هیجان و فعال‌سازی عصبی را افزایش دهد، که به نوبه خود باعث تسهیل کارکردهای اجرایی مرکزی مرتبط با هیپوکامپ و لوب فرونتال می‌شود. همچنین مه‌رن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۹) نیز عوامل فیزیولوژیکی تعیین‌کننده کارکردهای اجرایی بعد از فعالیت وامانده‌ساز را بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که بازیابی اکسیژن-رسانی قشر فرونتال مغز عملکرد شناختی پس از فعالیت وامانده‌ساز را بهبود می‌بخشد (۱۸). علاوه بر این پژوهشگران دلیل بهبود عملکرد شناختی را چنین بیان کردند که فعالیت بدنی یا تمرین می‌تواند از طریق بهبود فرآیندهای عصب‌زایی، رگ‌زایی و افزایش جریان خون مغز تاثیر مثبتی بر روی عملکردهای عصبی و شناختی مغز داشته باشد (۲۵). به علاوه، فعالیت بدنی باعث افزایش سطح فاکتور رشد شبه انسولین<sup>۲</sup> و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز (BDNF)، افزایش برانگیختگی و تغییرات در سطح کاتکولامین‌های پلاسما (۸) می‌گردد. هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین<sup>۱</sup> موجب افزایش نورونز<sup>۳</sup>، تراکم عروقی و استفاده از گلوکز و تغییر ترکیبات گیرنده NMDA<sup>۴</sup> در ناحیه‌های مغزی می‌شود که

<sup>4</sup> N-methyl-D-aspartate

<sup>5</sup> browne

<sup>6</sup> transient hypofrontality

<sup>1</sup> mehren

<sup>2</sup> Insulin-like growth factor 1

<sup>3</sup> neurogenes



(۷). همچنین افزایش بافر عضله اجازه می‌دهد تا مقدار بیشتری از لاکتات در عضله انباشته شود. لاکتات به‌عنوان یک متابولیت درون‌زا به‌سرعت در پاسخ به فعالیت بی‌هواری تولید می‌شود. لاکتات که توسط عضلات به جریان خون آزاد می‌شود، توانایی عبور از سد خونی مغزی از طریق انتقال‌دهنده‌های مونوکربوکسیلات<sup>۱</sup> را دارد و به‌عنوان یک منبع انرژی و یک محافظ عصبی برای مغز عمل می‌کند (۱۱). علاوه بر این نشان داده شده است که لاکتات محرکی برای آزادسازی BDNF و IGF-1 است (۴). بر اساس این اطلاعات، غلظت لاکتات می‌تواند به‌عنوان یک واسطه مستقیم ناشی از تمرین برای بهبود کارکردهای اجرایی و به‌طور غیرمستقیم برای القای مکانیسم‌های آزادسازی BDNF و IGF-1 عمل کند. بنابراین، احتمالاً سدیم بیکربنات می‌تواند اثر ارگوژنیک را القا کند و با بهبود ظرفیت بافر خون و عضله، اجازه می‌دهد تا با افزایش مدت‌زمان ورزش شدید و ترشح لاکتات بیشتر، یک اثر افزایش‌دهنده غیرمستقیم بر سطوح نوروتروفین در گردش و کارکردهای اجرایی داشته باشد (۷). همچنین از نظر بورگ<sup>۲</sup> (۱۹۸۲) با توجه به این‌که مصرف این مکمل اسیدوز عضلانی را به تأخیر می‌اندازد، می‌تواند به‌عنوان عاملی پیشگیری‌کننده از کم‌آبی بدن عمل کرده و به ریکاوری بدن کمک کند و به‌طور

نشده. از این یافته می‌توان چنین نتیجه گرفت که مصرف مکمل سدیم بیکربنات بدون فعالیت بدنی تأثیر معناداری بر حافظه‌کاری و توجه پیوسته ندارد. دلیل آن را می‌تواند چنین تشریح نمود که چون احتمالاً مکمل سدیم بیکربنات از طریق مکانیسم تبادل لاکتات در عضلات بر عملکرد شناختی تأثیر می‌گذارد، مصرف این مکمل بدون انجام فعالیت بر عوامل شناختی تأثیری نخواهد گذاشت (۱۰).

نتایج مرحله سوم آزمون کارکردهای اجرایی (EF3) نشان داد که گروه اول (گروه مصرف مکمل قبل از فعالیت وامانده‌ساز) به میزان معناداری از گروه دیگر در آزمون حافظه‌کاری و توجه پیوسته عملکرد بهتری داشتند. این یافته‌ها با نتایج چیکی و همکاران (۲۰۲۱) هم‌خوانی دارد. در پژوهش چیکی و همکاران (۲۰۲۱)، شانزده جو دو کار نخبه به مدت ۲۱ روز ۹۰ دقیقه قبل از تمرین ۵ میلی‌گرم سدیم بیکربنات مصرف کردند که نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد گروه مداخله در آزمون حافظه‌کاری عملکرد بهتری داشتند. در تبیین نتایج می‌توان چنین عنوان نمود که بهره‌گیری از عوامل غذایی ارگوژنیک مثل مکمل بیکربنات سدیم که احتمالاً باعث قلیایی شدن خون می‌شود، می‌تواند برای بهبود ظرفیت بافری بدن و ایجاد حالت قلیایی در خون یک استراتژی مطلوب باشد

<sup>2</sup> Borg<sup>1</sup> Monocarboxylate

با احتیاط صورت گیرد. همچنین عدم کنترل دقیق رژیم غذایی، خواب و وضعیت روحی روانی آزمودنی‌ها از دیگر محدودیت‌های پژوهش بود. اگرچه در جلسه توجیهی عنوان شد روز قبل از آزمون، رژیم غذایی، استراحت و عدم انجام فعالیت بدنی مدنظر گیرد، اما این کار صرفاً از طریق خود گزارشی مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این، کمبود پیشینه مطالعات در خصوص تاثیر سدیم بیکربنات بر کارکردهای اجرایی، بررسی مکانیسم‌های مرتبط با اثر مکمل بر تغییرات آن را با مشکل مواجه می‌کند که لزوم انجام مطالعات بیشتر در این خصوص الزامی است. پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده از اندازه بزرگ‌تری از حجم نمونه رشته‌های مختلف ورزشی استفاده نموده و سایر مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی نیز در رده‌های سنی دیگر مورد بررسی قرار گیرد. همچنین پژوهش‌هایی جهت مقایسه اثربخشی این مکمل با سایر مکمل‌ها بر کارکردهای اجرایی و انجام پژوهش‌های مروری و فراتحلیل در حوزه مصرف مکمل‌ها بر کارکردهای اجرایی جهت دستیابی به نتایج قوی‌تر، در آینده نیاز است.

### نتیجه‌گیری

مصرف حاد مکمل سدیم بیکربنات قبل از فعالیت وامانده‌ساز بر بهبود کارکردهای اجرایی پس از فعالیت وامانده‌ساز به میزان

غیرمستقیم و با مکانیسم هموستاتیک ردوکس<sup>۱</sup> بر عوامل شناختی تاثیر بگذارد (۵). در مرحله چهارم آزمون کارکردهای اجرایی (EF4) که پس از گذشت ۶۰ دقیقه از فعالیت وامانده‌ساز انجام شد، اگرچه هر دو گروه در آزمون حافظه کاری و توجه پیوسته کاهش نشان دادند، با این حال تفاوت دو گروه در این مرحله معنادار نبود. این یافته بیان می‌کند که با گذشت ۶۰ دقیقه از وامانده‌ساز، اثر آن بر کارکردهای اجرایی تقلیل می‌یابد. یافته‌های این بخش، اهمیت فاصله زمانی فعالیت وامانده‌ساز و آزمون‌های کارکردهای اجرایی را بیان می‌کند.

در مرحله آخر آزمون وامانده‌ساز (EF5) گروه ۲ از گروه دیگر به میزان معناداری عملکرد بهتری در آزمون حافظه کاری و توجه داشتند. یافته‌های این بخش نشان می‌دهد استفاده از مکمل سدیم بیکربنات هم به‌عنوان مکمل پیش از فعالیت و هم به‌عنوان مکمل ریکاوری می‌تواند کارکردهای اجرایی را پس از فعالیت وامانده‌ساز بهبود بخشد.

هر مطالعه‌ای علیرغم نقاط قوت، دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد. از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به تعداد محدود آزمودنی‌ها و مختص بودن به جنس و سن خاص اشاره نمود. بنابراین تعمیم اطلاعات آن‌ها به سایر رده‌های سنی باید

<sup>1</sup> Redox-regulation of haemostasis

### تأییدیه کمیته اخلاق

این مقاله برگرفته از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد نویسنده اول مقاله است که توسط کمیته اخلاق دانشگاه یزد با شماره IR.YAZD.REC.1401.095 تأیید و در دانشگاه یزد اجرا گردید.

### تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع در اجرای این پژوهش وجود نداشته است.

### منابع مالی

منابع مالی در این پژوهش توسط نویسندگان تهیه شد.

قابل توجهی تأثیر می گذارد. بنابراین به مربیان و ورزشکاران توصیه می شود با مصرف دوز پیشنهادی مکمل سدیم بیکربنات و در نظر داشتن زمان بندی مصرف مکمل، ضمن افزایش کارایی جسمانی ورزشکاران جوان، کارکردهای اجرایی آن ها را در فعالیت و امانده ساز بهبود بخشند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه ورزشکاران محترم که در انجام پژوهش حاضر همکاری داشته اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می گردد.

### منابع

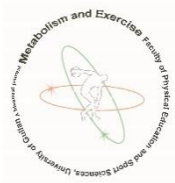
1. Aghajani N, Hossein Khanzadeh AA, Kafi SM. The effectiveness of enback software training on improving working memory of dyslexic students. *Learning disabilities*. 2015;4(3):7-21.
2. Amuzade f, Moradi H, Sheikh M, Rostami R, Moghadamzadeh A, Artist P, et al. Comparing the effectiveness of digital interventions and electrical stimulation on executive functions and mental skills of athletes with and without adhd. *Working Group of Ethics in Sports Science Research Institute*. 2022;8(1).
3. Baddeley A. Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*. 2012; 63:1-29.
4. Ballester-Ferrer JA, Bonete-López B, Roldan A, Cervelló E, Pastor D. Effect of acute exercise intensity on cognitive inhibition and well-being: Role of lactate and bdnf polymorphism in the dose-response relationship. *Frontiers in Psychology*. 2022; 13:7635.
5. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & science in sports & exercise*. 1982.
6. Browne SE, Flynn MJ, O'Neill BV, Howatson G, Bell PG, Haskell-Ramsay CF. Effects of acute high-intensity exercise on cognitive performance in trained individuals: A systematic review. *Progress in brain research*. 2017; 234:161-87.
7. Chycki J, Zajac A, Toborek M. Bicarbonate supplementation via lactate efflux improves anaerobic and cognitive performance in elite combat sport athletes. *Biology of sport*. 2021;38(4):545-53.
8. Cotman CW, Berchtold NC, Christie L-A. Exercise builds brain health: Key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in neurosciences*.

2007;30(9):464-72.

9. Dietrich A, Audiffren M. The reticular-activating hypofrontality (rah) model of acute exercise. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2011;35(6):1305-25.
10. Dobre M, Gaussoin SA, Bates JT, Chonchol MB, Cohen DL, Hostetter TH, et al. Serum bicarbonate concentration and cognitive function in hypertensive adults. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2018;13(4):596-603.
11. El Hayek L, Khalifeh M, Zibara V, Abi Assaad R, Emmanuel N, Karnib N, et al. Lactate mediates the effects of exercise on learning and memory through sirt1-dependent activation of hippocampal brain-derived neurotrophic factor (bdnf). *Journal of neuroscience*. 2019;39(13):2369-82.
12. Huang T-Y, Chen F-T, Li R-H, Hillman CH, Cline TL, Chu C-H, et al. Effects of acute resistance exercise on executive function: A systematic review of the moderating role of intensity and executive function domain. *Sports Medicine-Open*. 2022;8(1):1-13.
13. Ishaqian A, Gaini AA, Ravasi AA. Effect of short-term sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance and lactate response in healthy trained men. The 6th National Conference of Sports Sciences and Physical Education of Iran1399.
14. Ismailzadeh S, Siah Kouhian M. Validity of modified concani test for determination of maximal steady state lactate in young male athletes. *Applied sports physiology research paper*. 2019;14(28):15-27.
15. Jung M, Ryu S, Kang M, Javadi A-H, Loprinzi PD. Evaluation of the transient hypofrontality theory in the context of exercise: A systematic review with meta-analysis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2022;75(7):1193-214.
16. Ludyga S, Pühse U, Lucchi S, Marti J, Gerber M. Immediate and sustained effects of intermittent exercise on inhibitory control and task-related heart rate variability in adolescents. *Journal of science and medicine in sport*. 2019;22(1):96-100.
17. Mary A, Slama H, Mousty P, Massat I, Capiou T, Drabs V, et al. Executive and attentional contributions to theory of mind deficit in attention deficit/hyperactivity disorder (adhd). *Child neuropsychology*. 2016;22(3):345-65.
18. Mehren A, Diaz Luque C, Brandes M, Lam AP, Thiel CM, Philipsen A, et al. Intensity-dependent effects of acute exercise on executive function. *Neural Plasticity*. 2019;2019.
19. Miller M, Hinshaw SP. Does childhood executive function predict adolescent functional outcomes in girls with adhd? *Journal of abnormal child psychology*. 2010; 38:315-26.
20. Mohammadi Gajouti A, Nikokhaslat S, Vakili J, Amir Sasan R, Sohrabi MM. Effect of acute sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance of elite and non-elite male cyclists. *JSEP*. 2020;13(1):57-69.
21. Qalcheh Yazdani S, Sheikh M, Ghayor Najafabadi M, Tabrizi's saint Y, Hominian Sharif Abadi D. Effectiveness of tai chi exercises on balance, fear of



- falling, working memory and selective attention in elderly women. *Bimonthly scientific-research journal of rehabilitation medicine*. 2022.
22. Ragone L, Vieira JG, Laterza MC, Leitão L, da Silva Novaes J, Vianna JM, et al. Acute effect of sodium bicarbonate supplementation on symptoms of gastrointestinal discomfort, acid-base balance, and performance of jiu-jitsu athletes. *Journal of Human Kinetics*. 2020;75(1):85-93.
  23. Sara P, Kobri HA, Abdul Wahab S. Validation and verification of gastrointestinal sensitivity test. *Clinical psychology and personality*. 1397:239-46.
  24. Shibuya K-i, Tanaka J, Kuboyama N, Ogaki T. Cerebral oxygenation during intermittent supramaximal exercise. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2004;140(2):165-72.
  25. Smith JC, Nielson KA, Antuono P, Lyons J-A, Hanson RJ, Butts AM, et al. Semantic memory functional mri and cognitive function after exercise intervention in mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's disease*. 2013;37(1):197-215.
  26. Sohlberg MM, Mateer CA. *Cognitive rehabilitation: An integrative neuropsychological approach*: Guilford Press; 2001.
  27. Sonntag WE, Ramsey M, Carter CS. Growth hormone and insulin-like growth factor-1 (igf-1) and their influence on cognitive aging. *Ageing research reviews*. 2005;4(2):195-212.
  28. Steffl M, Kinkorova I, Talar K, Jandova T, Moulisova K, Omcirk D, et al. The effects of high mineral alkaline water consumed over three consecutive days on reaction time following anaerobic exercise—a randomized placebo-controlled crossover pilot study. *Journal of Human Kinetics*. 2021;78(1):111-9.
  29. Vahid N, Reza A, Abbas Zabih Z. The relationship between cognitive executive functions of the brain and the quality of life of blind veterans. *tebe janbaz*. 1390;4th year (13):38-.
  30. Zainali S, Mirzazadeh S. The effectiveness of cognitive rehabilitation on working memory and processing speed of children with attention deficit/hyperactivity disorder. *New psychological researches*. 2020;14(56):213-32.
  31. Zelazo P, Miller U. Executive functions in typical and atypical development. Goswami u. *Blackwell handbook of childhood cognitive development*. Oxford: Blackwell; 2002



## Metabolism and Exercise A bioannual journal

Vol 12, Number 1, 2022



### Investigation of the effect of sodium bicarbonate supplementation before and after exhausting exercise on the executive functions of young athletes

Dehghanzadeh H<sup>1</sup>, Samadi H<sup>2\*</sup>, Afsharnjad T<sup>3</sup>

Received: 11/12/2021

Accepted: 22/5/2022

Published: 21/04/2023

#### Abstract

**Aim:** Recently, the attention of sports science researchers has increased to the role of supplements that help to improve executive functions in addition to improving physical performance. The purpose of this study was to investigate the effectiveness of sodium bicarbonate supplementation on the executive functions of athletes before and after exhausting exercise.

**Method:** 30 male athletes were randomly divided into 2 groups of 15 (supplement consumption group before the exhausting test and supplement consumption group after the exhausting test). The modified coocani test was considered as a training protocol. Continuous performance and N-back tests to measure attention and working memory were measured before conconi test and in four other stages. Data analysis was done by the method of mixed ANOVA and using SPSS 26 software.

**Results:** The findings showed that the group that had taken sodium bicarbonate supplement before the conconi test performed significantly better than the other group in the attention and working memory tests ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** Acute consumption of sodium bicarbonate supplement both before exercise and as a recovery supplement improves attention and working memory after exercise.

**Keywords:** Sodium bicarbonate, Exhausting exercise, young athletes, Executive functions.

1. Master of Physical Education, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.
2. Assistant Professor of Motor Behavior, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Department of Physical Education and Sports Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.
3. Assistant Professor of Sport Physiology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Department of Physical Education and Sports Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.

\*Email: samadih@yazd.ac.ir

