

اثر متقابل زمان‌های روز و شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات و کافئین بر زمان رسیدن به واماندگی، فاکتور التهابی CRP و قدرت عضلانی زنان ورزشکار

نادیا خورشیدیان، عبدالصالح زر*، حمیدرضا صادقی پور

گروه علوم ورزشی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

تاریخ وصول: ۱۴۰۳/۰۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴

چکیده

زمینه و هدف: از دهان‌شویه کربوهیدرات و کافئین جهت ارتقا عملکرد ورزشی استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه تعیین و اثر متقابل زمان‌های روز و شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات و کافئین بر زمان رسیدن به واماندگی، فاکتور التهابی CRP و قدرت عضلانی زنان ورزشکار بود.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی که در سال ۱۴۰۲ انجام شد، تعداد ۲۴ نفر از زنان ورزشکار با دامنه سنی ۲۰ تا ۴۰ سال به‌عنوان نمونه تحقیق به صورت در دسترس انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. هر دو گروه یکبار در زمان ۸ صبح و یکبار در زمان ۶ عصر در آزمون وامانده ساز بروس شرکت و در یک طرح یک‌سوکور گروه تجربی ۲۵ سی‌سی ترکیب محلول ۶ درصد گلوکز+ ۱/۲ درصد کافئین، گروه کنترل ۲۵ سی‌سی محلول آب مقطر را در فاصله ۳۰ دقیقه قبل از شروع آزمون هر ۱۵ دقیقه یکبار به مدت ۱۰ ثانیه در دهان قرقره کردند و بیرون ریختند. زمان رسیدن به واماندگی، فاکتور التهابی CRP و قدرت عضلانی در دو نوبت صبح و عصر اندازه‌گیری شدند. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: در دو متغیر زمان رسیدن به واماندگی و قدرت عضلانی تفاوت معنی‌داری بین گروه تجربی و دارونما و در دو زمان صبح و عصر مشاهده نشد ($p > 0.05$). با این حال اثر زمان بر متغیر CRP معنی‌دار بود ($p = 0.006$)، بدین صورت که میزان CRP در زمان بعد از تمرین صبح نسبت به زمان پایه (ناشتا) کاهش داشته و در زمان تمرین عصر نیز کاهش بیشتری یافته بود. اثر تعاملی بین زمان و گروه معنی‌دار بود ($p = 0.03$)، بدین صورت که کاهش CRP در گروه تجربی در هر سه زمان (پایه و صبح و عصر) نسبت به گروه کنترل در هر سه زمان کاهش معنی‌دار داشت و تأثیر گروه بر متغیر CRP معنی‌دار بود ($p = 0.05$)، و میزان کاهش CRP در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به صورت معنی‌دار کاهش یافت ($p = 0.01$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد محلول ترکیبی کربوهیدرات و کافئین می‌تواند فاکتور التهابی CRP را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دهد که این تأثیر در زمان عصر بیشتر می‌باشد. این استراتژی می‌تواند جهت ارتقا سطح سلامت ورزشکاران زن مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: زمان‌های روز، کربوهیدرات، کافئین، زمان رسیدن به واماندگی، CRP، قدرت عضلانی، زنان ورزشکار

*نویسنده مسئول: عبدالصالح زر، بوشهر، دانشگاه خلیج فارس، گروه علوم ورزشی

Email: Salehzar@pgu.ac.ir

"نشریه علمی پژوهشی ارمغان دانش وابسته به دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یک نشریه با دسترسی آزاد است و تمامی مقالات منتشر شده در این نشریه به صورت دسترسی آزاد منتشر می‌شوند."

مقدمه

آمادگی جسمانی به وضعیت سلامت جسم و توانایی‌های آن در افراد می‌گویند که مستقیماً بر روی واماندگی و قدرت عضلانی تأثیرگذار است و این مسئله می‌تواند باعث کاهش عملکرد و ایجاد احساس درد و سختی شود (۱). عوارض واماندگی در ورزش وابسته به شدت و مدت زمان آن می‌باشد. برخی از عوارض شامل افت عملکرد و قدرت فیزیکی، افزایش خطر آسیب‌های حاد و مزمن مانند آسیب‌های عضلانی و اسکلتی، کاهش تمرکز و توجه، افزایش خستگی عمومی، کاهش سطح انرژی، کاهش ریکاوری بعد از تمرین و همچنین افزایش ترشح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی از جمله IL-6 و TNF- α و به دنبال آن‌ها افزایش غلظت پروتئین‌های مرحله حاد (CRP) می‌باشد (۲ و ۳). در واقع پروتئین واکنش گر C (CRP) مهم‌ترین پروتئین شناخته شده در گروه پروتئین‌های فاز حاد می‌باشد که در پاسخ به فعالیت ورزشی شدید و به دنبال آسیب عضلانی تحت تأثیر القای IL-6 به وسیله سلول‌های کبدی سنتز و غلظت آن افزایش می‌یابد (۴ و ۵).

در خصوص پیشگیری از واماندگی، استفاده از ترکیبات مکمل، تغذیه مناسب و برنامه‌ریزی شده مانند استفاده از ترکیبات کربوهیدراتی و کافئین و همچنین عواملی مانند کنترل ریتم شبانه‌روزی تأثیرات مضاعفی دارد (۶ و ۷). ریتم شبانه‌روزی یا ساعت بیولوژیکی بدن، سیستم طبیعی بدن است که در تنظیم فعالیت‌های فیزیولوژیکی ما از جمله آمادگی بدنی و

عملکرد ورزشی نقش داشته و تأخیر یا اختلال در ریتم شبانه‌روزی می‌تواند عواملی مانند عملکرد عضلانی و قدرت (۲)، میزان استقامت (۳) و ریتم ضربان قلب (۴) را در فعالیت ورزشی تحت تأثیر قرار دهد. در مطالعه مروری فرامرزی و همکاران که تأثیرات ریتم شبانه‌روزی بر عملکرد جسمانی و فیزیولوژیکی نیروهای نظامی را بررسی کردند، مشاهده نمودند که علی‌رغم ارتقا عملکرد در ساعات ابتدایی عصر، در نظر گرفتن ترجیح زمانی هر فرد برای انجام فعالیت ورزشی و استفاده از زمان معینی در روز برای تمرین می‌تواند در روش بهبود عملکرد جسمانی در نقطه زمانی معین مؤثر واقع شود (۵). همچنین سرشین و همکاران در بررسی پاسخ IL-6 و TNF- α و CRP به طناب زنی تناوبی تا سرحد واماندگی در زمان‌های مختلف روز در دختران پایه چهارم ابتدایی به این نتیجه رسیدند که IL-6 و CRP و TNF- α بعد از فعالیت در همه ساعات‌های مورد نظر به طور معنی‌داری افزایش یافتند، اما پاسخ TNF- α بعد از فعالیت در زمان ظهر و عصر با فعالیت در زمان صبح اختلاف معنی‌داری داشت (۶).^۱

به‌هرحال عنوان شده است یکی از روش‌های اصلی پیشگیری از واماندگی تغذیه اصولی در حین ورزش می‌باشد که در این خصوص از ترکیبات کربوهیدراتی و کافئین به عنوان الگوهای اثبات شده به وفور استفاده می‌گردد. با وجود تأیید اثرات مثبت مصرف ترکیباتی مانند کربوهیدرات در حین فعالیت،

1-C-Reactive Protein(CRP)

ممکن است در برخی از ورزشکاران به دلیل بروز مشکلات گوارشی توأم با مصرف کربوهیدرات در حین فعالیت، این استراتژی به عنوان یک روش بهینه و مطلوب تلقی نگردد. از این رو در سال‌های اخیر، شستشوی دهان با CHO در حین فعالیت به عنوان یک استراتژی در کالج آمریکایی طب ورزشی نیز تأیید شده است. گرچه مکانیسم عمل دقیق شستشوی دهان با CHO هنوز به درستی مشخص نیست، اما به نظر می‌رسد که شستشوی دهان با CHO از طریق تحریک گیرنده‌های مزه واقع در دهان سبب فعال‌سازی سیستم دوپامینرژیک ۲ در مغز شده و این امر به کاهش درک فشار ناشی از فعالیت و بهبود عملکرد منجر می‌شود (۷). فرگ و همکاران در بررسی اثر دهان‌شویه کربوهیدرات بر زمان رسیدن به واماندگی در تمرین روی تردمیل به این نتیجه رسیدند که شستشوی دهان با محلول CHO در مقایسه با دارونما زمان رسیدن به واماندگی را بهبود داد (۸).

قدیمی‌ترین فرضیه درباره مکانیسم اثر کافئین، بسیج اسیدهای چرب و صرفه‌جویی در مصرف گلیکوژن عضله می‌باشد. پژوهش‌های جدید پیشنهاد می‌کنند که اصلی‌ترین مکانیزم اثرات کافئین، مهار گیرنده‌های آدنوزین سیستم عصبی مرکزی (CNS) می‌باشد. زیرا کافئین به راحتی از سد خونی - مغزی (BBB) عبور می‌کند و می‌تواند به سرعت بر CNS اثر بگذارد. از آن جا که کافئین به طور مساوی در مایع داخل سلولی

توزیع می‌شود (۹)، می‌تواند بر دستگاه‌های عصبی مرکزی، تنفسی، قلبی - عروقی و اسکلتی - عضلانی تأثیر بگذارد. این ویژگی‌ها موجب می‌شود کافئین خستگی را به تأخیر اندازد و تسریع در تجزیه چربی‌ها و افزایش سطح اسید چرب آزاد پلاسما، افزایش قابلیت انقباض و ترشح اپی نفرین، کاهش درد و همچنین بهبود زمان عکس‌العمل را نیز به همراه داشته باشد (۱۰). بارسلوز و همکاران به این نتایج دست یافتند که کافئین در هر دو تمرین هوازی و بی‌هوازی هم حداکثر و هم میانگین توان خروجی را افزایش می‌دهد و اثر ارگوژنیک آن تا بیش از یک ساعت بعد از تمرین همچنان حفظ می‌شود، علاوه بر آن مصرف کافئین قبل از ورزش در دوز متوسط می‌تواند به طور مؤثر به عنوان یک ارگوژنیک عملکرد استقامتی و چندین متغیر عملکرد فیزیکی ورزشکاران را بهبود بخشد (۱۰، ۱۱). میردار و همکاران مشاهده کردند مصرف ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم کافئین فشار اکسایشی حاصل از فعالیت وامانده ساز را همراه با کاهش پراکسیداسیون لیپیدی مهار نموده و سبب بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۱۲). رسول پور و همکاران به این نتیجه دست یافتند که تمرین ورزشی و همچنین تمرین ورزشی همراه با مصرف کافئین به واسطه کاهش عوامل التهابی چون IL_6 می‌تواند در کاهش التهاب و بهبود ترکیب بدن افراد چاق مؤثر باشد (۱۱). به هر حال یکی از دلایل انگیزه‌های استفاده از مکمل‌ها، بهبود عملکرد ورزشی

می‌باشد که در این زمینه برخی پژوهش‌ها محدود تأثیر افزاینده مکمل کربوهیدرات و کافئین را بر عملکرد ورزشی ورزشکاران نشان داده‌اند که این موضوع نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد که در پژوهش حاضر تلاش شده است تأثیر این ترکیب بر قدرت عضلانی مورد بررسی قرار گیرد (۱۳). با توجه به این که دیدگاه روشن و قطعی در مورد تأثیر شستشوی هم‌زمان دهان با کربوهیدرات و کافئین و دوز مصرف آن و همچنین تأثیر ریتم شبانه‌روزی و زمان‌های ورزش در طول شبانه روز و تأثیر متقابل آن با شستشوی دهان، بر عملکرد در زنان ورزشکار کمتر مورد بررسی قرار نگرفته است، لذا هدف از این مطالعه تعیین و اثر متقابل زمان‌های روز و شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات و کافئین بر زمان رسیدن به واماندگی، فاکتور التهابی CRP و قدرت عضلانی زنان ورزشکار بود.

روش بررسی

مطالعه حاضر به صورت کاربردی و از نوع نیمه تجربی بود که در سال ۱۴۰۲ انجام شد. نمونه آماری این پژوهش را تعداد ۲۴ زن سالم ورزشکار (با سابقه حداقل سه سال ورزش منظم بدن‌سازی) فعال در باشگاه پالادیوم یاسوج بودند که به روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه دارونما و مداخله تقسیم شدند. پس از هماهنگی‌های به عمل آمده و انتخاب نمونه‌ها، روش کار با تمام جزئیات برای این

افراد توضیح داده شد و زمان دقیق عادت ماهیانه و تاریخ و ساعت حضور در آزمایشگاه ثبت گردید. معیارهای ورود به این پژوهش عبارت بود از: داشتن حداقل سه سال سابقه بدن‌سازی (هفته‌ای ۳ جلسه، زمان هر جلسه ۱ ساعت)، داشتن چرخه قاعدگی منظم، عدم مصرف قرص‌های ضدبارداری و داروهای مشابه و هورمونی، عدم وجود مشکلات عصبی و اختلالات متابولیسم گلوکز، عدم شرکت در فعالیت‌های ورزشی دیگر و معیارهای خروج از این پژوهش نیز عبارت بودند از: ابتلا به هرگونه بیماری حاد در حین اجرای پژوهش، عدم شرکت در هر یک از جلسات پژوهش، بروز حساسیت نسبت به دهان‌شویه کربوهیدراتی و کافئین، عدم تمایل به ادامه مشارکت در پژوهش در هر مقطع از فاز اجرایی و عدم مصرف زیاد کافئین (بیشتر از ۱۰۰ میلی‌گرم کافئین در طول روز).

پس از هماهنگی اولیه در جلسه اول ضمن آشنایی آزمودنی‌ها با اهداف و مراحل تحقیق، اطلاعات شخصی و سلامتی آنان ثبت شد و برای کلیه مراحل تحقیق رضایت‌نامه کتبی از آن‌ها کسب گردید و به منظور کنترل سیکل قاعدگی نیز، از ثبت و خود گزارش‌دهی آزمودنی‌ها استفاده شد. بدین منظور، آزمودنی‌ها اطلاعات مربوط به آغاز سیکل قاعدگی (اولین روز خونریزی) را در پرسشنامه محقق ساخته ثبت و به اطلاع رساندند و به دنبال آن، برنامه‌ریزی جهت حضور هر یک از آزمودنی‌ها در روزهای

مشخص از فاز فولیکولی (روز نهم جهت انجام تست صبح و روز دوازدهم جهت انجام تست عصر) با رعایت فاصله ۷۲ ساعت بین انجام تست در صبح و عصر)) انجام پذیرفت (۱۴). رژیم غذایی و موارد ضروری (مثلاً عدم انجام فعالیت بدنی شدید از ۲۴ ساعت قبل و عدم مصرف مواد غذایی از ۱۲ ساعت قبل از انجام آزمایش خون صبح، عدم مصرف مواد غذایی آماده و کافئین دار و نوشیدنی های الکلی در روزهای آزمایش و از ۲۴ ساعت قبل) برای هر فرد مشخص و سپس مرحله اول نمونه گیری خون در ساعت ۷:۳۰ صبح صورت گرفت. مراحل اجرای تست عملی در باشگاه پالادیوم یاسوج (در بازه زمانی ۸ تا ۹ صبح) انجام شد (۱۵). دمای محیط برابر با 24 ± 2 درجه سانتی گراد به وسیله محقق کنترل شد. در ابتدا ضربان قلب در حالت نشسته روی صندلی پس از ۱۰ الی ۱۵ دقیقه ثبت شد، سپس وزن ناشتای به همراه نمایه توده بدنی (BMI) و درصد چربی فرد جهت اطمینان از قرار داشتن BMI و درصد چربی در رنج نرمال با ترازو دیجیتال Omron مدل BF511 ساخت کشور ژاپن گرفته شد و پس از آن آزمودنی ۳۰ دقیقه قبل از شروع آزمون هر ۱۵ دقیقه یکبار ۲۵ میلی لیتر از محلول ساخته شده را به مدت ۱۰ ثانیه در دهان شستشو داد و بیرون ریخت (محلول دهان شویه شامل ۶ درصد گلوکز + ۱/۲ درصد کافئین و در گروه دارونما محلول استفاده شده از نوع آب مقطر بود) (۱۶). سپس هر آزمودنی ابتدا ۵ دقیقه گرم کرده و پس از آن قدرت عضلانی آزمودنی با دستگاه پرس پا و با

استفاده از 1RM اندازه گیری شد. در مرحله بعد برای اندازه گیری زمان رسیدن به واماندگی از پروتکل بروس بر روی تردمیل و طبق مقیاس درک فشار بورگ و امتیاز ۱۸ به بالا استفاده شد و درجایی که فرد عدم توانایی خود را شفاهی اعلام کرد، زمان ثبت گردید. ۷۲ ساعت بعد از روز اول، در نوبت عصر (در بازه زمانی ۵ تا ۶ عصر) آزمودنی در باشگاه حضور یافت و تمام مراحل نوبت صبح تکرار شد (۱۵). ۶ ساعت بعد از فعالیت در هردو نوبت صبح و عصر، نمونه خونی جهت ثبت CRP اخذ شد. جهت کاهش عوامل مخدوش کننده در نتایج پژوهش، رژیم یک روز قبل از روز اول تمام آزمودنی ها یکسان بود و به جز تست CRP اول (که ۱۲ ساعت ناشتایی داشتند)، حداقل ۲ ساعت قبل از تست CRP دوم و سوم نیز ناشتا بودند.

برای ارزیابی قدرت عضلانی از آزمون یک تکرار بیشینه (1RM) در حرکت پرس پا استفاده شد. شرکت کنندگان با استفاده از دستگاه پرس پا (DHZ Fitness مدل E3056 ساخت کشور چین) ابتدا ۵ دقیقه گرم کردند و سپس قدرت عضلانی اندازه گیری شد (آخرین وزنه ای که تنها و حداکثر یکبار توانستند بالا ببرند). در طول همه آزمون ها، آزمودنی ها به شکل کلامی تشویق شدند و لباس یکسان به تن داشتند (۱۷).

در این پژوهش جهت اطمینان از نرمال بودن سطح CRP پایه افراد نمونه ها، قبل از انجام آزمون نیز CRP بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی و با گرفتن مقدار ۲

سی‌سی خون از ورید بازویی دست راست ارزیابی گردید. نوبت بعدی آزمایش ۶ ساعت بعد از فعالیت بدنی مورد نظر صورت گرفت (۱۸)، بنابراین سه بار آزمایش خون گرفته شد (یک بار بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی، بار دوم ۶ ساعت بعد از فعالیت بدنی در زمان صبح، بار سوم ۶ ساعت بعد از فعالیت بدنی در زمان عصر). سطح CRP نمونه‌های پلاسمایی، با استفاده از کیت مخصوص

hs-CRP ELISA, Diagnostics Biochem (Canada Inc. Ontario, Canada) و به روش الایزا مورد سنجش قرار گرفت. حساسیت روش مذکور، ۱۰ نانوگرم در میلی‌لیتر بود. پروتکل بروس بر روی تردمیل (MBH Fitness مدل DL800 ساخت کشور چین) و بر اساس روش استاندارد این آزمون که در جدول ۱ ارائه شده است، انجام گرفت (جدول ۱). در این آزمون وقتی فرد نتوانست به دلیل خستگی یا درد یا سایر

علائم پزشکی پروتکل را ادامه دهد، پروتکل متوقف شد (۱۹) و با استفاده از مقیاس درک فشار بورگ نمرات ۱۸ به بالا و اظهار شفاهی آزمودنی‌ها مبنی بر عدم توانایی برای ادامه فعالیت و خستگی مفرط موجب خاتمه یافتن فعالیت و تعیین زمان واماندگی شد (۲۰) و نمره آزمون به صورت مدت زمانی که فرد پروتکل را ادامه داده است ثبت شد.

جهت جلوگیری بخش زیادی از عوامل تغذیه‌ای مخدوش‌کننده به تمام افراد شرکت‌کننده رژیم غذایی یکسان برای ۲۴ ساعت قبل از آزمون روز اول و بعد از آزمون روز اول تا دادن آزمایش CRP دوم و همچنین رژیم برای وعده ناهار به بعد روز دوم آزمون (نوبت عصر، CRP سوم) داده شد (جدول ۲). داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری (آنوا) تجزیه و تحلیل شدند.

جدول ۱: پروتکل بروس

مرحله	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
شیب	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴	۲۶	۲۸
سرعت به مایل بر ساعت	۱/۷	۲/۵	۳/۴	۴/۲	۵	۵/۵	۶	۶/۵	۷	۷/۵
سرعت به کیلومتر بر ساعت	۲/۷۴	۴/۰۲	۵/۴۷	۶/۷۶	۸/۰۵	۸/۸۵	۹/۶۵	۱۰/۴۶	۱۱/۲۶	۱۲/۰۷

جدول ۲: رژیم غذایی آزمودنی‌ها

صبحانه	ناهار	شام	میان وعده
تخم مرغ آبپز	برنج و خورشت مرغ آبپز یا جوجه کباب یا کباب مرغ*	عدسی	۳ عدد میوه در طول روز
تخم مرغ آبپز**	---	---	۱ عدد موز
---	برنج و خورشت مرغ آبپز یا جوجه کباب یا کباب مرغ*	---	۱ عدد موز

* شرط مصرف وعده ی کباب: استفاده از کباب پز (منع استفاده از زغال جهت کباب کردن)
** دو ساعت قبل از تست CRP ناشتا بودند

یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این پژوهش ($N=24$)، در جدول ۳ نشان داده شده است. شکل ۱ تغییرات متغیر زمان رسیدن به واماندگی را در گروه‌های تحقیق و در طول زمان‌های اندازه‌گیری نشان می‌دهد. یافته‌ها نشان داد که زمان رسیدن به واماندگی در گروه تجربی در زمان بعد از تمرین عصر نسبت به زمان صبح افزایش داشته است. نتایج تحلیل استنباطی تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر (جدول ۴) نشان داد اثر زمان بر متغیر زمان رسیدن به واماندگی معنی‌دار نبود ($p=0/18$) و به عبارتی تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های رسیدن به واماندگی در دو زمان صبح و عصر وجود نداشت. همچنین اثر تعاملی بین زمان و گروه معنی‌دار نبود ($p=0/65$) و می‌توان گفت تفاوت میانگین زمان رسیدن به واماندگی در زمان‌های مختلف با توجه به سطوح متغیر گروه‌ها متفاوت نبود. همچنین تأثیر گروه بر متغیر زمان رسیدن به واماندگی معنی‌دار نبود ($p=0/83$) و به عبارتی بین زمان رسیدن به واماندگی دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

شکل ۲ تغییرات متغیر CRP را در گروه‌های تحقیق و در طول زمان‌های اندازه‌گیری نشان می‌دهد. شکل ۲ نشان می‌دهد که میزان فاکتور التهابی CRP گروه تجربی در زمان بعد از تمرین صبح نسبت به زمان پایه کاهش داشته و در زمان تمرین عصر کاهش بیشتری یافته است. نتایج تحلیل استنباطی

تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر (جدول ۵) نشان داد اثر زمان بر متغیر CRP معنی‌دار بود ($p=0/006$) و به عبارتی تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های ارزیابی متغیر CRP در سه زمان ناشتا، صبح و عصر وجود داشت. همچنین اثر تعاملی بین زمان و گروه معنی‌دار بود ($p=0/03$) و می‌توان گفت تفاوت میانگین فاکتور التهابی CRP در زمان‌های مختلف با توجه به سطوح متغیر گروه‌ها متفاوت بود. همان‌طور که در جدول نشان داده شده است تأثیر گروه بر متغیر CRP معنی‌دار بود ($p=0/05$) و به عبارتی بین سطوح متغیر CRP دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج نشان داد روند تغییرات متغیر التهابی CRP در گروه تجربی معنی‌دار و این اختلاف معنی‌دار بین میزان CRP زمان عصر در مقایسه با میزان CRP زمان صبح بود ($p=0/01$).

شکل ۳ تغییرات رکورد قدرت عضلانی را در گروه‌های تحقیق و در طول زمان‌های اندازه‌گیری نشان می‌دهد. شکل ۳ نشان می‌دهد که رکورد قدرت عضلانی (پرس پا) در هر دو گروه، در زمان عصر کمتر از زمان صبح بوده است. نتایج تحلیل استنباطی تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر (جدول ۶) نشان داد اثر زمان بر متغیر قدرت عضلانی معنی‌دار نبود ($p=0/13$) و به عبارتی تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های ارزیابی قدرت عضلانی در دو زمان صبح و عصر وجود نداشت. همچنین اثر تعاملی بین زمان و گروه معنی‌دار نبود ($p=0/72$) و تفاوت میانگین قدرت عضلانی در زمان‌های مختلف با توجه به سطوح متغیر گروه‌ها

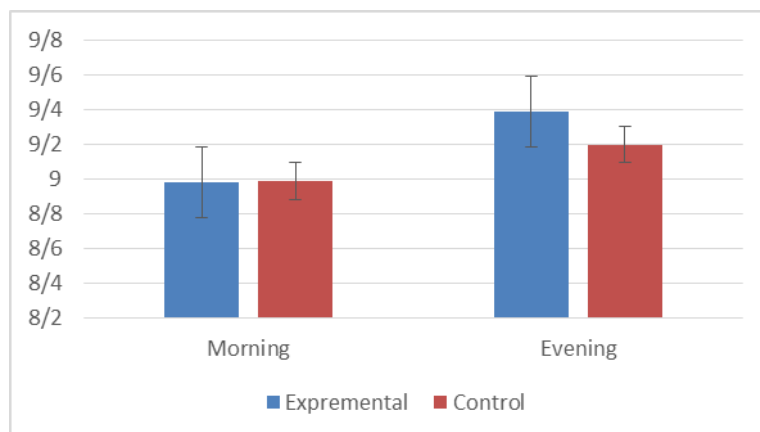
متفاوت نبود. همان‌طور که در جدول نشان داده شده است تأثیر گروه بر متغیر قدرت عضلانی نیز معنی‌دار نبود ($p=0/06$) و بین قدرت عضلانی دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۳: ویژگی‌های دموگرافیکی نمونه‌های تحقیق

متغیرها	مقدار (انحراف معیار $\pm$ میانگین)	
	تجربی	کنترل
سن (سال)	۳۱/۰۸ $\pm$ ۱/۴۰	۲۹/۷۵ $\pm$ ۱/۴۵
وزن (کیلوگرم)	۶۶/۱۴ $\pm$ ۱/۵۷	۶۵/۴۸ $\pm$ ۲/۲۴
قد (متر)	۱۶۴/۷۵ $\pm$ ۰/۸۴	۱۶۳/۲۵ $\pm$ ۰/۹۸
چربی بدن (درصد)	۲۳/۵۰ $\pm$ ۱/۰۳	۲۳/۰۶ $\pm$ ۱/۱۲

جدول ۴: نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای متغیر زمان رسیدن به واماندگی

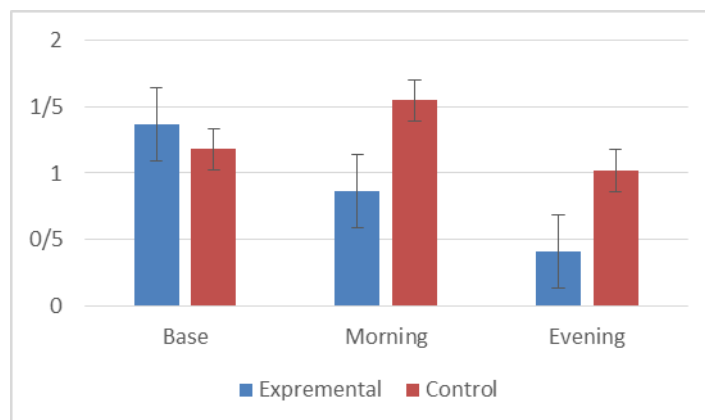
منبع تغییرات	F	Df	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
زمان	۱/۹۰	۱	۰/۱۸	۰/۰۷
زمان واماندگی	۰/۲۰	۱	۰/۶۵	۰/۰۰۹
گروه	۰/۰۴۵	۱	۰/۸۳	۰/۰۰۲



شکل ۱: زمان رسیدن به واماندگی گروه‌ها در زمان‌های مختلف

جدول ۵: نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای متغیر CRP

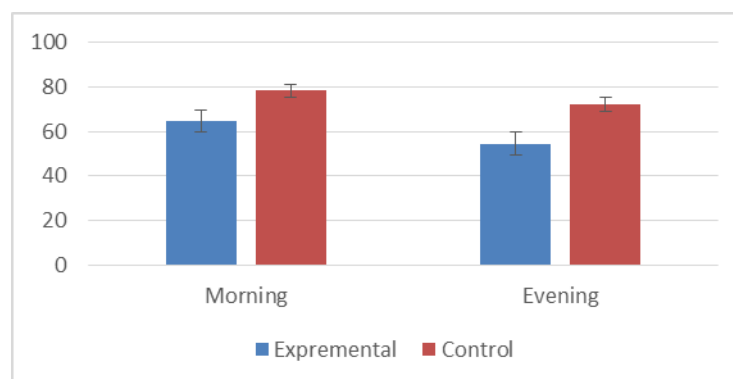
منبع تغییرات	F	Df	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
زمان	۶/۲۱	۱	۰/۰۰۶	۰/۲۲
زمان گروه	۳/۷۰	۱	۰/۰۳	۰/۰۳۶
گروه	۳/۷۱	۱	۰/۰۵	۰/۱۴



شکل ۲: تغییرات CRP گروه ها در زمان های مختلف

جدول ۶: نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر برای متغیر قدرت پرس سینه

منبع تغییرات	F	Df	سطح معنی داری	اندازه اثر
زمان	۲/۳۷	۱	۰/۱۳	۰/۰۹
زمان*گروه	۰/۱۲۶	۱	۰/۷۲	۰/۰۰۶
گروه	۶/۱۴	۱	۰/۰۶	۰/۰۷



شکل ۳: رکورد پرس سینه گروه ها در زمان های مختلف

بحث

در تحقیق حاضر تأثیر شستشوی دهان با

محلول کربوهیدرات و کافئین بر زمان رسیدن به واماندگی، فاکتور التهابی CRP و قدرت عضلانی زنان ورزشکار در دو زمان صبح و عصر مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که در دو متغیر زمان رسیدن به واماندگی و قدرت عضلانی در گروه تجربی در مقایسه با گروه دارونما تغییر

از دهان شویه کربوهیدرات و کافئین جهت ارتقا عملکرد ورزشی استفاده می شود (۲۱)، لذا هدف از این مطالعه تعیین و اثر متقابل زمان های روز و شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات و کافئین بر زمان رسیدن به واماندگی، فاکتور التهابی CRP و قدرت عضلانی زنان ورزشکار بود.

معنی‌داری نداشت و بین زمان صبح و عصر تفاوت معنی‌داری در زمان رسیدن به واماندگی و قدرت عضلانی مشاهده نشد. پژوهش‌های محدودی به بررسی تأثیر شستشوی دهان با دو محلول کربوهیدرات و کافئین بر زمان رسیدن به واماندگی پرداخته است، ضمن آن که به بررسی تأثیر ریت‌های شبانه‌روزی بر این موضوع نیز کمتر پرداخته شده است. هم‌سو با تحقیق حاضر کاراجیت و همکاران گزارش دادند شستشوی دهان با محلول حاوی ۶ درصد کربوهیدرات + ۲ درصد کافئین تغییر معنی‌داری در عملکرد پرس سینه در هر دو گروه زن و مرد ایجاد نکرد، با وجود این در تست پایین‌تنه اسکوات توانست افزایش معنی‌داری ایجاد کند (۲۰) که این افزایش قابل توجه در عملکرد استقامت عضلانی پایین بدن احتمالاً به علت بهبود حرکت عصبی به واحدهای حرکتی و در نتیجه بهبود به‌کارگیری عضلانی باشد (۲۲) که به وسیله مکانیسم‌های متفاوت CHO (گیرنده‌های طعم) و CAF (گیرنده‌های آدنوزین و تلخ) دهان شستشو می‌شود (۲۳، ۲۴). بیلین و همکاران نیز گزارش دادند شستشوی دهان با محلول ۶/۴ درصدی مالتودکسترین پس از صرف یک صبحانه استاندارد تغییر معنی‌داری در عملکرد و زمان رسیدن به واماندگی ورزشکاران مرد ایجاد نکرد (۲۵). هم‌چنین هم‌سو با یافته‌های حاضر، در تحقیق کونوشی و همکاران نیز شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات تغییر معنی‌داری در زمان واکنش و سطوح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین نمونه‌های مرد و زن ایجاد نکرد (۲۶).

برخلاف یافته‌های ما یانگ و همکاران دریافتند که شستشوی دهان با محلول ۶/۶ درصدی کربوهیدرات توانست concentric peak power و هم‌چنین eccentric peak power را در نمونه‌های مرد سالم و به دنبال آزمون مقاومتی دلیفت رومانیایی افزایش معنی‌داری دهد (۲۷). درویشی و همکاران تأثیر شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات بر زمان رسیدن به واماندگی زنان ورزشکار غیر یائسه و در فاز فولیکولی (در مرحله نزدیک به تخمک‌گذاری) چرخه قاعدگی ارزیابی و افزایش معنی‌داری در زمان رسیدن به واماندگی گزارش کردند (۱۴). در تحقیق یاد شده از آزمون دو چرخه‌سواری با شدت ۶۵ درصد توان و فقط از محلول کربوهیدرات استفاده شد، اما در تحقیق حاضر از آزمون بروس و ترکیبی از محلول کربوهیدرات و کافئین استفاده شد. طبق شواهد ارائه شده در مرحله میانی فولیکول، سطح β -AV استرادیول در مقایسه با فاز لوتئال (LP) نسبتاً زیادتر می‌باشد؛ بنابراین سیستم پاداش زنان در مرحله میانی فولیکولی تقویت می‌شود (۲۸). هم‌چنین در پژوهش فراگا و همکاران شستشوی دهان با محلول ۶ درصد کربوهیدرات توانست زمان رسیدن به واماندگی را در نمونه‌های تحقیق به‌طور معنی‌داری افزایش دهد (۸). در این تحقیق از نمونه‌های مرد تمرین کرده استفاده شده بود که این موضوع می‌تواند یکی از دلایل تفاوت یافته‌های تحقیق باشد. در پژوهش دولان و همکاران محلول کربوهیدرات و کافئین توانست اجرای آزمون IRT-1 Y0-Y0 را به‌طور معنی‌داری بهبود دهد. این

محققین عنوان کردند که ۱۰ ثانیه شستشوی دهان با محلول زمان مناسب جهت تحریک رسپتورهای دهان و انجام تأثیر آن می‌باشد (۲۹)، با این حال هرچند در این تحقیق نیز به مدت ۱۰ ثانیه عمل شستشوی دهان با محلول انجام می‌شد، اما زمان رسیدن به واماندگی و همچنین قدرت پرس پا تغییر معنی‌داری نداشت و به نظر می‌رسد جهت دستیابی به تعداد و تکرارهای مؤثر شستشوی دهان با محلول نیاز به پژوهش‌های بیشتری می‌باشد، به نظر می‌رسد با توجه به محدود بودن پژوهش‌های انجام شده بر روی زنان ورزشکار، جهت رسیدن به نتایج بهتر نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتری بر روی این گروه از ورزشکاران باشد.

نتایج تحقیق حاضر کاهش معنی‌داری در میزان فاکتور التهابی CRP گروه تجربی که از محلول شستشوی دهان و کافئین استفاده کرده بود مشاهده شد که این میزان در زمان عصر به‌طور معنی‌داری کمتر از زمان صبح بعد از تمرین بود. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده است که مصرف مقادیر متوسط و بالای کافئین بر میزان التهابی ناشی از فعالیت‌های شدید مؤثر است، اما تأثیر دهان‌شویه کافئینی و کربوهیدرات بر متغیرهای التهابی کمتر پرداخته شده است. جاجرمی و یعقوبی برخلاف نتایج پژوهش حاضر گزارش دادند مصرف متوسط و بالای کافئین (به ترتیب با دوز ۶ و ۹ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) نتوانست تغییر معنی‌داری در CRP زنان غیرفعال دارای اضافه‌وزن داشته باشد (۳۰). در پژوهش ماچادو و همکاران نیز کافئین با دوز ۴/۵

میلی‌گرم نتوانست تغییر معنی‌داری در پاسخ سیستم التهابی مردان والیبالیست را به دنبال یک جلسه فعالیت مقاومتی دایره‌ای ایجاد کند (۳۱). محمدی و همکاران در بررسی تأثیر فعالیت ورزشی حاد بر CRP مشاهده کردند که مقادیر سرمی CRP ۶۰ دقیقه بعد از فعالیت ورزشی حاد نسبت به قبل از فعالیت، افزایش معنی‌داری داشت (۱۷). در واقع با توجه به این که IL-6 محرک کبدی سنتز CRP است (۳۲) و میزان IL-6 به علت کاهش ذخایر گلیکوژنی ماهیچه و به دنبال آن افزایش سطح mRNA (۳۳) و همچنین به علت انقباض عضلانی طی ورزش حاد که سبب آسیب عضلانی می‌شود افزایش می‌یابد (۳۴) بنابراین پس از فعالیت ورزشی حاد، CRP نیز ۱۰۰ برابر افزایش می‌یابد (۳۳) به علاوه به دنبال فعالیت ورزشی حاد و ایجاد آسیب عضلانی پاسخ مرحله حاد که همان پاسخ موضعی به همراه پاسخ سیستمیک می‌باشد، ایجاد می‌شود. این پاسخ نیز شامل تولید تعداد زیادی از هپاتوسیت ناشی از پروتئین‌های مرحله حاد مانند CRP می‌باشد (۳۵). همچنین سرشین و همکاران در بررسی پاسخ IL-6 و $\text{TNF-}\alpha$ و CRP به طناب زنی تناوبی تا سرحد واماندگی در زمان‌های مختلف روز در دختران پایه چهارم ابتدایی نشان دادند که IL-6 و $\text{TNF-}\alpha$ بعد از فعالیت در همه ساعت‌های مورد نظر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و پاسخ IL-6 و CRP در زمان‌های مورد نظر روز تفاوتی نداشتند، اما پاسخ α - TNF بعد از فعالیت در زمان عصر با فعالیت در زمان صبح اختلاف معنی‌داری داشت (۶). در تحقیق میردار

و همکاران مصرف ۵ میلی گرم بر کیلوگرم کافئین در یک جلسه فعالیت ورزشی فزاینده فشار اکسایشی حاصل از فعالیت وامانده ساز را همراه با کاهش پراکسیداسیون لیپیدی مهار نموده و سبب بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در مردان فعال شد (۳۷ و ۷). تغییر سطوح التهابی CRP پس از استفاده از کافئین می‌تواند به دلیل تأثیر این مکمل بر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال و دستگاه عصبی مرکزی باشد که باعث آزاد شدن هورمون‌های استرسی می‌شود (۳۶). همچنین نشان داده شده است که کافئین می‌تواند به‌طور مستقیم آنزیم هیستون دی‌استیلاز را فعال کند و در نتیجه باعث کاهش رونویسی التهاب شود (۳۷).

درمجموع می‌توان گفت پژوهش‌های مرتبط با تأثیر محلول دهان‌شویه کربوهیدرات و کافئین بر پاسخ التهابی محدود بوده و عمده بررسی‌های قبل در مورد تأثیر خوراکی این مکمل‌ها بر پاسخ التهابی به دنبال تمرینات شدید و درمانده ساز بوده که این‌ها هم داری نتایج متناقضی می‌باشد. به‌رحال در تحقیق حاضر شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات و کافئین توانست تأثیر معنی‌داری بر کاهش پاسخ سیستم التهابی به خصوص در زمان عصر ایجاد کند و از آن جایی که بسیاری از ورزشکاران مصرف مکمل کافئین در مقادیر مجاز را جهت بهبود عملکرد در ساعات صبح ترجیح می‌دهند، یافته‌های این تحقیق می‌تواند نتایج مثبت استفاده از این محلول را در ترکیب با محلول کربوهیدرات در زمان عصر که

عملکرد فیزیولوژیکی بدن نیز در این ساعات از وضعیت بهتری برخوردار است نشان دهد. از طرفی همان‌طور که پیشتر اشاره شد نتایج تحقیق حاضر نشان داد که زمان‌های روز علی‌رغم عدم تأثیر بر قدرت عضلانی (پرس‌پا)، بر CRP تأثیر داشته و سبب کاهش بیشتر و معنی‌دار آن در زمان عصر نسبت به زمان‌های صبح می‌شود. طبق پژوهش‌های پیشین تمرینات ورزشی منظم باعث کاهش LDL اکسید شده که یکی از دلایل افزایش سایتوکین‌های همراه التهاب مانند IL-6 و TNF- α که از جمله ترکیبات تحریک‌کننده تولید CRP هستند، می‌شود (۳۸).

نتیجه‌گیری

درمجموع یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد دهان‌شویه محلول کربوهیدرات+ کافئین علی‌رغم این که نتوانست تغییر معنی‌داری در افزایش زمان رسیدن به واماندگی و عملکرد قدرتی زنان ورزشکار نشان دهد، اما پاسخ فاکتور التهابی مورد نظر را به دنبال تمرین وامانده ساز کاهش داد که این تغییر در زمان عصر بیشتر بود. انجمن پزشکی کالج آمریکا تأثیر استفاده از دهان‌شویه‌هایی مکمل‌هایی مانند کربوهیدرات را تأیید کرده است، اما بررسی‌ها در این زمینه به خصوص بر روی زنان ورزشکار محدود می‌باشد. استفاده از این استراتژی جهت بهبود عملکرد ورزشی و پاسخ‌های سیستم التهابی به خصوص در فعالیت‌های شدید نیازمند بررسی‌های بیشتر می‌باشد. باوجود این از آن جایی که تمرکز تحقیق حاضر بر

حمایت مالی

منابع مالی تحقیق حاضر به وسیله نویسندگان مقاله تأمین شده است.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی و تغذیه از دانشگاه خلیج فارس با کد اخلاق IR.SSRI.REC.1403.006 می باشد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان به صورت یکسان در تهیه و تنظیم این مقاله نقش داشته اند.

ورزشکاران زن غیر یائسه بود، جهت تعمیم کاربرد یافته ها به جمعیت های وسیع تری، توصیه می شود در بررسی های آتی بر گروه های مختلف شرکت کننده (به عنوان مثال مردان، محدوده های سنی مختلف) نیز انجام شود. همچنین به عنوان یکی دیگر از محدودیت های تحقیق حاضر می توان به عدم کنترل دقیق خواب و استراحت و شرایط روحی و روانی آزمودنی ها اشاره کرد، که در این خصوص نیز پیشنهاد می گردد در تحقیقات آتی، پژوهشی شبیه به مطالعه حاضر، اما با کنترل دقیق میزان خواب و کنترل شرایط روحی - روانی انجام گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مطالعه از کلیه کسانی که جمع آوری داده های این مطالعه، آزمودنی های ورزشکار که در این تحقیق شرکت کردند و مجموعه باشگاه پالادیوم شهر یاسوج تشکر و قدردانی می شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می دارند که هیچ گونه تعارض منافی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

REFERENCES

1. Vetter RE, Symonds ML. Correlations between injury, training intensity, and physical and mental exhaustion among college athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2010; 24(3): 587-96.
2. Entezari M, Abdoli B, Shamsipoor Dehkordi P. Determine the Timing of the circadian rhythm in physical training and motor imagery on learning tennis on table forehand in individuals with different circadian. *Motor Behavior*. 2018;10(33):51-70.
3. Gerstner JR, Yin JC. Circadian rhythms and memory formation. *Nature Reviews Neuroscience* 2010; 11(8): 577-88.
4. Winget CM, DeRoshia CW, Holley DC. Circadian rhythms and athletic performance. *Medicine and science in sports and exercise* 1985; 17(5): 498-516.
5. Faramarzi M, Bazgir B, Rahimi M, Shirvani H. Effects of circadian rhythm on physical and physiological performance of military forces-narrative review. *Journal of Military Medicine* 2020; 22: 52-62.
6. Sirshin SR A, Sirshin A. The response of some indicators of the immune system to periodic jumping rope until the point of exhaustion at different times of the day in girls of the fourth grade of elementary school. *Sports Science Quarterly* 2018; 9(28): 63-72.
7. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 2016; 48(3): 543-68.
8. Fraga C, Velasques B, Koch AJ, Machado M, Paulucio D, Ribeiro P, et al. Carbohydrate mouth rinse enhances time to exhaustion during treadmill exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 2017; 37(1): 17-22.
9. Sharma A, Sandhu J. Effects of caffeine ingestion on strength and endurance performance of normal young adults. *Doping* 2011; 2(7): 2.
10. Barcelos RP, Lima FD, Carvalho NR, Bresciani G, Royes LF. Caffeine effects on systemic metabolism, oxidative-inflammatory pathways, and exercise performance. *Nutrition Research* 2020; 80: 1-17.
11. Rasoulpour J, Gharani H, Zinvand Lourestani A, Taeid V, Zoalfaghari M, Espandar N, et al. Comparing of the effect of long-term caffeine consumption combined with aerobic exercise on serum interleukin-6 level and body composition in obese men. *Jundishapur Scientific Medical Journal* 2022; 21(1): 54-67.
12. Mirdar S, Alavi Y, Maleki F. The effect of caffeine consumption and an increasing exercise session on oxidative stress and enzymatic antioxidants in active men. *Sports Physiology* 2013; 5(20): 39-52.
13. Meeusen R, Decroix L. Nutritional supplements and the brain. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2018; 28(2): 200-11.
14. Darvishi A, Mirnasouri R, Rahmati M, Amiri E. The effect of carbohydrate mouth rinse on time to exhaustion and muscle electromyographic activity of female athletes during a sub-maximal cycling task. *Journal of Applied Exercise Physiology* 2021; 17(33): 173-89.
15. Saghebjoor M, Dadi Khaliran Z, Afzalpour ME, Hedayati M, Yaghoubi A. Comparison of some prognostic markers of cardiovascular diseases. to morning and evening Bruce treadmill test in women. *Journal of Birjand University of Medical Sciences* 2013; 20(3): 252-61.
16. Forati H, Hojjati Z, Rahmani-Nia F. The effect of caffeine consumption on muscular strength and endurance in amateur male soccer players. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport* 2014; 2(4): 68-77.
17. Mohammadi Hamidreza TF, Khoshnam MS, Rafati Far M, Sabbagh M. The effect of acute sports activity on serum levels of IL-6 and CRP in healthy non-athletes. *Journal of Pars University of Medical Sciences* 2011; 9(2):27-33.
18. Bruce RA, Pearson R, Lovejoy FW, Paul N, Brothers GB. Variability of respiratory and circulatory performance during standardized exercise. *The Journal of Clinical Investigation* 1949; 28(6): 1431-8.
19. Haghighi AH, Hosseini Kakhek A. The effect of caffeine supplementation on anaerobic capacity, time to exhaustion and sports performance in martial arts girls. *Sports Physiology and Physical Activity Journal* 2019; 4(2): 607-16.
20. Karayigit R, Ali A, Rezaei S, Ersoz G, Lago-Rodriguez A, Domínguez R, et al. Effects of carbohydrate and caffeine mouth rinsing on strength, muscular endurance and cognitive performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2021; 18: 1-10.

21. Karayigit R, Ali A, Rezaei S, Ersoz G, Lago-Rodriguez A, Domínguez R, et al. Effects of carbohydrate and caffeine mouth rinsing on strength, muscular endurance and cognitive performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2021; 18(1): 63.
22. Pomportes L, Brisswalter J. Carbohydrate mouth rinse effects on physical and cognitive performance: Benefits and limitations in sports. *Science & Sports* 2020; 35(4): 200-6.
23. Ehlert AM, Twiddy HM, Wilson PB. The effects of caffeine mouth rinsing on exercise performance: A systematic review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2020; 30(5): 362-73.
24. De Pauw K, Roelands B, Knaepen K, Polfliet M, Stiens J, Meeusen R. Effects of caffeine and maltodextrin mouth rinsing on P300, brain imaging, and cognitive performance. *Journal of Applied Physiology* 2015; 118(6): 776-82.
25. Beelen M, Berghuis J, Bonaparte B, Ballak SB, Jeukendrup AE, van Loon LJ. Carbohydrate mouth rinsing in the fed state: lack of enhancement of time-trial performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2009; 19(4): 400-9.
26. Konishi K, Kimura T, Yuhaku A, Kurihara T, Fujimoto M, Hamaoka T, et al. Mouth rinsing with a carbohydrate solution attenuates exercise-induced decline in executive function. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2017; 14: 1-8.
27. Yang TJ, Shiu YJ, Chen CH, Yu SY, Hsu YY, Chiu CH. Carbohydrate mouth rinses before exercise improve performance of romanian deadlift exercise: A Randomized Crossover Study. *Nutrients* 2024; 16(8): 1248.
28. Harada M, Kubo H, Nose A, Nishitani H, Matsuda T. Measurement of variation in the human cerebral GABA level by in vivo MEGA-editing proton MR spectroscopy using a clinical 3 T instrument and its dependence on brain region and the female menstrual cycle. *Human Brain Mapping* 2011; 32(5): 828-33.
29. Dolan P, Witherbee KE, Peterson KM, Kerksick CM. Effect of carbohydrate, caffeine, and carbohydrate+ caffeine mouth rinsing on intermittent running performance in collegiate male lacrosse athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2017; 31(9): 2473-9.
30. Jajarmi H, Yaghoubi A. Effect of different doses of caffeine on response of inflammatory factors after exhaustive exercises in overweight women. 2019.
31. Machado M, Koch AJ, Willardson JM, dos Santos FC, Curty VM, Pereira LN. Caffeine does not augment markers of muscle damage or leukocytosis following resistance exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2010; 5(1): 18-26.
32. Ruiz JR, Ortega FB, Meusel D, Sjöström M. Traditional and novel cardiovascular risk factors in school-aged children: A call for the further development of public health strategies with emphasis on fitness. *Journal of Public Health* 2007; 15: 171-7.
33. Carrel AL, McVean JJ, Clark RR, Peterson SE, Eickhoff JC, Allen DB. School-based exercise improves fitness, body composition, insulin sensitivity, and markers of inflammation in non-obese children. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism* 2009; 22(5): 409-16.
34. Steensberg A, Febbraio MA, Osada T, Schjerling P, Van Hall G, Saltin B, et al. Interleukin-6 production in contracting human skeletal muscle is influenced by pre-exercise muscle glycogen content. *The Journal of physiology* 2001; 537(2): 633-9.
35. Isasi CR, Deckelbaum RJ, Tracy RP, Starc TJ, Berglund L, Shea S. Physical fitness and C-reactive protein level in children and young adults: the Columbia University BioMarkers Study. *Pediatrics* 2003; 111(2): 332-8.
36. Fletcher DK, Bishop NC. Effect of a single and repeated dose of caffeine on antigen-stimulated human natural killer cell CD69 expression after high-intensity intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology* 2011; 111: 1329-39.
37. Fredholm BB, Haskó G, Cronstein B. Methylxanthines and inflammatory cells. *Methylxanthines* 2011: 200; 457-68.
38. Chaikate S, Harnroongroj T, Chantarapapong Y, Puduang S, Mahaisiriyodom A, Viroonudomphol D, et al. C-reactive protein, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha levels in overweight and healthy adults. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 2006; 37(2): 374.

The Interaction Effect of Time of Day and Mouth Rinsing with Carbohydrate and Caffeine Solution on Time to Exhaustion, Inflammatory Marker CRP, and Muscle Strength in Female Athletes

Khorshidian N, Zar A*, Sadeghipour HR

Department of Sport Science, Persian Gulf University, Boushehr, Iran.

Received Date: 19 Oct 2024 Accepted Date: 24 Feb 2025

Abstract

Background & aim: Carbohydrate and caffeine mouth rinses are commonly used to enhance athletic performance. The present study aimed to examine the combined effect of time of day and mouth rinsing with a carbohydrate and caffeine solution on time to exhaustion, levels of the inflammatory marker C-reactive protein (CRP), and muscle strength in female athletes.

Methods: In the present experimental study conducted in 2022, twenty-four female athletes aged 20 to 40 years were selected as a research sample through convenience sampling and randomly divided into two experimental groups (12 people) and control groups (12 people). Both groups participated in the Bruce Exhaustion Test once at 8 am and once at 6 pm. In a single-blind design, the experimental group gargled 25 cc of a 6% glucose + 1.2% caffeine solution, and the control group gargled 25 cc of distilled water solution in the mouth for 10 seconds every 15 minutes 30 minutes before the start of the test and spit it out. The time to exhaustion, the inflammatory factor CRP, and muscle strength were measured twice in the morning and evening. The collected data were analyzed using SPSS software and repeated-measures analysis of variance statistical tests.

Results: In the two variables of time to exhaustion and muscle strength, no significant difference was observed between the experimental group and the placebo group and in the morning and evening ($p > 0.05$). However, the effect of time on the CRP variable was significant ($p = 0.006$), such that the CRP level decreased in the morning after exercise compared to the baseline (breakfast) time and was further decreased during the evening exercise. The interaction effect between time and group was significant ($p = 0.03$), such that the decrease in CRP in the experimental group at all three times (baseline, morning, and evening) was significantly lower than that in the control group at all three times, and the effect of group on the CRP variable was significant ($p = 0.05$), and the decrease in CRP in the experimental group was significantly lower than that in the control group ($p = 0.01$).

Conclusion: The findings suggested that a carbohydrate and caffeine mouth rinse could significantly influence the inflammatory response, with a more pronounced effect observed in the evening. This strategy may be beneficial for improving the health and performance of female athletes.

Keywords: Circadian rhythm, Carbohydrate, Caffeine, Time to exhaustion, CRP, Muscle strength, Female athletes

*Corresponding author: Abdosalleh Zar, Department of Sport Science, School of Literature and Humanities, Persian Gulf University, Boushehr, Iran.

Email: Salehzar@pgu.ac.ir

Please cite this article as follows: Khorshidian N, Zar A, Sadeghipour HR. The Interaction Effect of Time of Day and Mouth Rinsing with Carbohydrate and Caffeine Solution on Time to Exhaustion, Inflammatory Marker CRP, and Muscle Strength in Female Athletes. Armaghane-danesh 2025; 30(2):168-183.

The scientific research journal Armaghan Danesh, affiliated with Yasuj University of Medical Sciences, is an open-access publication. All articles published in this journal