



The effect of carbohydrate mouth rinse on the electrical activity of the quadriceps muscle during a sub-maximal cycling task within different phases of the menstrual cycle in female athletes

Azam Darvishi¹, Rahim Mirnasouri^{*2}, Masoud Rahmati³, Ehsan Amiri⁴

1. PhD Student in Exercise Physiology, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Lorestan, Iran..
2. Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Lorestan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Lorestan, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

Background and Aim: The carbohydrate mouth rinse (CMR) has been proposed as a strategy to boost athletic performance. The present study aimed to investigate the effect of CMR on the electrical activity of the quadriceps muscle during a sub-maximal cycling task within different phases of the menstrual cycle in female athletes. **Materials and Methods:** Ten active females came to the laboratory on five different times. In the first session, peak power output was measured and during the second to fifth visit (5th and 12th days of the follicular phase and 17th and 22th days of the luteal phase) each subject completed a one-hour cycling task at 65% of peak power output under either CMR or placebo condition in each phase. Before and during every 15 minutes of the trial, participants rinsed their mouths with carbohydrate or placebo solution. Lactate, and blood glucose were measured before and immediately after the trial. Moreover, during the task, heart rate and rating of perceived exertion also were recorded every 10 minutes, and the electrical activity of the Rectus Femoris, Vastus Lateralis, and Vastus Medialis muscles was recorded every 15 minutes. A repeated measures ANOVA and Bonferonni tests were used for statistical analysis at the $p < 0.05$ significant level. **Results:** The electrical activity of the Vastus Lateralis muscle at times 45 ($p = 0.04$) and 60 ($p = 0.04$) and, the Rectus Femoris muscle at time 45 ($p = 0.01$) in the follicular phase under CMR condition was significantly higher than the same times in the luteal phase. **Conclusion:** These results indicated the possible interference effect of menstrual phases on CMR-induced changes in muscular performance. It seems that maintaining the electrical activity of the quadriceps muscle under CMR condition in the follicular phase as compared to the luteal phase could be related to sex hormone levels.


Keywords: Carbohydrate mouth rinse, Muscle electromyography, Menstrual cycle.

Cite this article:

Darvishi, A., Mirnasouri, R., Rahmati, M., & Amiri, E. (2022). The effect of carbohydrate mouth rinse on the electrical activity of the quadriceps muscle during a sub-maximal cycling task within different phases of the menstrual cycle in female athletes. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 10(23), 104-117.

* Corresponding Author, Address: Department of Sport Sciences, Lorestan university, Lorestan, Iran;

Email: mirnasouri.r@lu.ac.ir

 <https://doi.org/10.22077/jpsbs.2021.4278.1631>

تاثیر شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات بر فعالیت الکتریکی عضله چهار سر ران طی فعالیت دوچرخهسواری زیر بیشینه در فازهای مختلف چرخه قاعدگی زنان ورزشکار

اعظم درویشی^۱، رحیم میرنصوری^{۲*}، مسعود رحمتی^۳، احسان امیری^۴

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.

۲. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.

۳. دانشیار گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، لرستان، لرستان، ایران.

۴. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات به عنوان یک استراتژی برای بهبود عملکرد مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات بر فعالیت الکتریکی عضله چهار سر ران طی فعالیت دوچرخهسواری زیر بیشینه در فازهای مختلف چرخه قاعدگی زنان ورزشکار بود. **روش تحقیق:** تعداد ۱۰ زن ورزشکار در پنج جلسه مجزا در آزمایشگاه حضور پیدا کردند. در جلسه اول، اوج توان خروجی اندازه گیری شد. سپس، در جلسات دوم تا پنجم (روزهای پنجم و دوازدهم فاز فولیکولار و روزهای هفدهم و بیست و دوم فاز لوتئال)، هر شرکت کننده یک ساعت فعالیت دوچرخهسواری با شدت ۶۵ درصد اوج توان خروجی را در شرایط استفاده از محلول کربوهیدرات یا دارونما اجرا کرد. قبل و بعد از انجام پروتکل، لاکتات و گلوکز خون مورد اندازه گیری قرار گرفت. همچنین، در حین انجام پروتکل، ضربان قلب و میزان درک فشار هر ۱۰ دقیقه و فعالیت الکتریکی عضلات راست رانی، پهن جانبی و پهن درونی هر ۱۵ دقیقه ثبت شد. تحلیل داده ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون بونفرونی در سطح معنی داری $p < 0.05$ صورت گرفت. **یافته ها:** فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی در دقایق ۴۵ ($p = 0.04$) و ۶۰ ($p = 0.04$)؛ و عضله راست رانی در دقیقه ۴۵ ($p = 0.01$) در فاز فولیکولی در شرایط استفاده از محلول کربوهیدرات به شکل معنی داری نسبت به زمان های مشابه در فاز لوتئال، بالاتر بود. **نتیجه گیری:** نتایج این تحقیق نشان از اثر مداخله احتمالی فازهای مختلف چرخه قاعدگی بر تغییرات عملکرد عضلانی ناشی از شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات دارد. به نظر می رسد که حفظ فعالیت الکتریکی عضله چهارسر رانی در فاز فولیکولار در شرایط استفاده از شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات، در مقایسه با شرایط مشابه در فاز لوتئال، با سطوح هورمون های جنسی ارتباط دارد.

واژه های کلیدی: شستشوی دهان با کربوهیدرات، فعالیت الکتریکی عضله، چرخه قاعدگی.

مقدمه

تا به امروز اثرات ارگوژنیک استفاده حین فعالیت از کربوهیدرات ها بر عملکرد ورزشی، کاملاً مشخص و تایید شده است (بیلی^۱ و دیگران، ۲۰۰۸؛ توماس^۲ و دیگران، ۲۰۱۶). چنین بیان شده است که مصرف کربوهیدرات در طول ورزش طولانی مدت، از طریق حفظ سطوح گلوکز خون و میزان اکسیداسیون کربوهیدرات موجب بهبود عملکرد می شود (همت فر و دیگران، ۲۰۱۶؛ جمشیدی حسین آبادی و دیگران، ۲۰۱۵). نتایج برخی مطالعات نشان داده است که اثر ارگوژنیک مصرف کربوهیدرات در حین فعالیت های استقامتی ۶۰ دقیقه ای یا کمتر، ممکن است از طریق تاثیر مستقیم کربوهیدرات بر سیستم عصبی مرکزی باشد، اثری که احتمالاً توسط گیرنده های مزه واقع در دهان اعمال می شود (کارت^۳ و دیگران، ۲۰۰۴؛ چمبرز^۴ و دیگران، ۲۰۰۹؛ فراگا^۵ و دیگران، ۲۰۱۷). در واقع نشان داده شده است که در فعالیت های استقامتی ۶۰ دقیقه ای یا کمتر از آن، هیپوگلیسمی به وقوع نمی پیوندد و غلظت گلوکز خون کاهش نمی یابد (کارت^۳ و دیگران، ۲۰۰۴). با وجود تایید اثرات مثبت مصرف کربوهیدرات در حین فعالیت، ممکن است در برخی از ورزشکاران به دلیل بروز مشکلات گوارشی توام با مصرف کربوهیدرات در حین فعالیت، این استراتژی به عنوان یک روش بهینه و مطلوب تلقی نگردد (لمبرت^۶ و دیگران، ۲۰۰۸؛ فای فیر^۷ و دیگران، ۲۰۱۲). از این رو در سال های اخیر، شستشوی دهان با محلول کربوهیدرات (CMR)^۸ در حین فعالیت، به عنوان یک استراتژی جدید مورد توجه قرار گرفته است و در کالج آمریکایی طب ورزشی نیز تایید شده است (فریرا^۹ و دیگران، ۲۰۱۸). مطالعات متعددی در زمینه تأثیرگذاری CMR بر عملکرد ورزشی و مکانیسم های احتمالی آن به اجرا درآمده است. نتایج این تحقیقات موید اثر مثبت CMR بر اجرای فعالیت های استقامتی، به ویژه فعالیت هایی است که در حدود ۶۰ دقیقه به طول می انجامند (باستز^{۱۰} و دیگران، ۲۰۱۶؛ کونشی^{۱۱} و دیگران، ۲۰۱۷؛ جفرز^{۱۲} و دیگران، ۲۰۱۵). گرچه مکانیسم عمل دقیق CMR هنوز به درستی مشخص نشده است، به نظر می رسد که CMR از طریق تحریک گیرنده های مزه واقع در دهان، سبب فعال سازی سیستم دوپامینرژیک^{۱۳} در مغز شده و این شرایط، به کاهش درک فشار ناشی از فعالیت و بهبود عملکرد منجر می شود (کارت^۳ و دیگران، ۲۰۰۴؛ چمبرز و

دیگران، ۲۰۰۹). در همین راستا، در مطالعات قبلی تأثیر CMR بر فعالیت الکتریکی عضلات به عنوان یک متغیر اصلی و مهم مرتبط با عملکرد عضلانی، مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال، باستز و دیگران (۲۰۱۶) نشان داده اند که CMR بر خلاف شیرین کننده های مصنوعی، فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی و زمان رسیدن به واماندگی را در گروه دوچرخه سواری با شدت متوسط (در مقایسه با گروه دوچرخه سواری با شدت بالا)، افزایش می دهد. علاوه بر این، گزارش شده است که CMR تحریک پذیری مسیر کورتیکوموتور^{۱۴} را نیز افزایش می دهد و می تواند سبب کاهش خستگی عصبی - عضلانی ناشی از فعالیت شود (گانت^{۱۵} و دیگران، ۲۰۱۰؛ جفرز و دیگران، ۲۰۱۵). گرچه اکثر مطالعات انجام شده اثر ارگوژنیک CMR در طول فعالیت های استقامتی تا ۶۰ دقیقه یا کمتر را تایید کرده اند، این مطالعات بیشتر بر روی مردان بوده است (باستز و دیگران، ۲۰۱۶؛ کارت^۳ و دیگران، ۲۰۰۴؛ چمبرز و دیگران، ۲۰۰۹؛ گانت^{۱۵} و دیگران، ۲۰۱۰؛ رل و دیگران، ۲۰۱۰) و مطالعات اندکی بر روی زنان صورت گرفته است. ضمن آن که نتایج مطالعات موجود نیز تا حد زیادی ناهمسو می باشد. به عنوان مثال، در مطالعه کریسن تاپولوس^{۱۶} و دیگران (۲۰۱۸) نشان داده شده که CMR بر عملکرد زنان شرکت کننده در یک مسابقه دو ۶۰ دقیقه ای، تأثیر معنی داری ندارد. محدودیت مطالعه فوق این بود که شرکت کنندگان ترکیبی از زنانی بودند که در دوره های پیش از یائسگی و دوره یائسگی به سر می بردند. در مطالعه دیگری که توسط کلارک^{۱۷} و دیگران (۲۰۱۷) بر روی زنان و مردان دونه انجام شد، استفاده از استراتژی CMR با غلظت های متفاوت، تأثیر معنی داری بر عملکرد شرکت کنندگان در مسابقه دوی پنج کیلومتر نداشت. در مطالعه مذکور، داده های مربوط به شرکت کنندگان زن به طور جداگانه هم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و عدم تأثیر CMR بر عملکرد زنان نشان داده شد که از توان آماری پایینی (برای شرکت کنندگان زن) برخوردار بود. بر خلاف مطالعات ارائه شده در بالا، کونشی^{۱۸} و دیگران (۲۰۱۷) تأثیر شستشوی دهان با ساکارز را بر روی مردان و زنان بررسی نمودند. در این مطالعه زنان در مرحله اولیه فولیکولی (روزهای ۳ تا ۹) مورد بررسی قرار گرفتند و ضمن آن که بهبود عملکرد اجرایی هر دو جنس گزارش گردید؛ تفاوت معنی داری در عملکرد اجرایی بین مردان و

1. Bailey

2. Thomas

3. Carter

4. Chambers

5. Fraga

6. Lamber

7. Pfeiffer

8. Carbohydrate mouth rinse

9. Ferreira

10. Bastos

11. Konishi

12. Jeffers

13. Dopaminergic

14. Corticomotor

15. Gant

16. Chryssanthopoulos

17. Clarke

18. Konishi

زنان بدست آمد.

از سوی دیگر، نشان داده شده است که اثرات ارگوژنیک از طریق تحریک و فعال‌سازی مناطق مرتبط با کنترل موتور، پاداش و لذت (سیستم دوپامینرژیک) در مغز و افزایش تحریک پذیری کورتیکوموتور صورت می‌گیرد (چمبرز و دیگران، ۲۰۰۹؛ گانت و دیگران، ۲۰۱۰) و شواهد قانع کننده نشان داده اند که تحریک پذیری قشر حرکتی و فعالیت سیستم دوپامینرژیک تحت تاثیر هورمون‌های جنسی قرار می‌گیرد (کریتز^۱ و دیگران، ۲۰۰۴؛ درهر^۲ و دیگران، ۲۰۰۷؛ اینگری^۳ و دیگران، ۲۰۰۴). این امر از آن جهت حائز اهمیت است که زنان به‌طور معمول در جریان چرخه قاعدگی با نوسان در سطوح هورمون‌های جنسی مواجه می‌شوند و لذا این احتمال وجود دارد که پاسخ‌های فیزیولوژیک و عملکردی زنان در فازهای مختلف چرخه قاعدگی، متفاوت باشد. از این رو، سوالی که در مطالعات پیشین بدان پرداخته نشده این است که با توجه به مکانسیم‌های بیان شده در خصوص نحوه تاثیر CMR بر عملکرد، آیا ممکن است فازهای مختلف چرخه قاعدگی بر میزان اثرگذاری استراتژی CMR بر عملکرد ورزشی موثر باشد؟ پاسخ به این سوال از دو جهت حائز اهمیت است. نخست، همان‌طور که پیشتر بیان شد، بسیاری از مطالعات صورت گرفته در این زمینه بر روی مردان بوده است و شاید با توجه به وجود چرخه قاعدگی و اثرات احتمالی آن، نتوان نتایج مطالعات انجام شده بر روی مردان را به طور کامل به زنان تعمیم داد. دوم، پاسخ به این سوال می‌تواند گام موثری در شناخت مکانسیم‌های احتمالی اثر استراتژی CMR و نیز نقش مداخله‌گر چرخه قاعدگی در این زمینه باشد. این موضوع از دیدگاه کاربردی نیز دارای اهمیت بسیار است و نتایج آن می‌تواند به‌صورت کاربردی در زنان ورزشکار مورد استفاده قرار گیرد. از این رو، هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر CMR بر فعالیت الکتریکی عضله چهار سر ران در فازهای مختلف چرخه قاعدگی زنان ورزشکار طی فعالیت دوچرخه‌سواری زیر بیشینه بود.

روش تحقیق

نحوه انتخاب نمونه‌ها: تحقیق حاضر به لحاظ روش، از نوع تحقیقات نیمه تجربی و از نظر هدف، یک تحقیق کاربردی است. تعداد ۱۳ زن سالم و فعال از نظر بدنی با روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس به‌صورت داوطلبانه در مطالعه شرکت نمودند. تعداد سه شرکت کننده در حین اجرای پژوهش از ادامه همکاری منصرف شدند و در نهایت، ۱۰ نفر در تمامی مراحل تحقیق حضور یافتند.

بدین منظور، با هماهنگی‌های به‌عمل آمده با هیات دوچرخه‌سواری شهر تهران، اطلاعات مورد نیاز در خصوص زنان فعال در این رشته به‌دست آمد و سپس با اعلان فراخوان از طریق کانال‌های ارتباطی و نیز تماس با زنان ورزشکار، نسبت به انتخاب آزمودنی‌ها اقدام گردید. برآورد حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور^۴ نسخه 3.1.9.2 و با در نظر گرفتن توان آماری ۸۰ درصد، اندازه اثر ۳۵ درصد، و سطح اطمینان ۹۵ درصد برای آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر با عامل درون گروهی (۱ گروه و ۴ مرحله اندازه‌گیری)؛ برآورد شد. معیارهای ورود به پژوهش حاضر عبارت بود از: (۱) داشتن حداقل سه سال سابقه دوچرخه‌سواری منظم استقامتی (۳ روز در هفته و حجم ۹۰ کیلومتر رکاب زدن در هفته)؛ (۲) داشتن چرخه قاعدگی منظم؛ (۳) عدم مصرف قرص‌های ضد بارداری و داروهای مشابه؛ (۴) عدم وجود مشکلات عصبی و اختلالات متابولیسم گلوکز. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل ابتلا به هرگونه بیماری حاد در حین اجرای پژوهش؛ عدم شرکت در هر یک از جلسات پژوهش؛ بروز حساسیت نسبت به دهان‌شویه کربوهیدراتی؛ و عدم تمایل به ادامه مشارکت در پژوهش در هر مقطع از فاز اجرایی بود. پس از آشنایی شرکت کنندگان با مراحل مختلف تحقیق و اهداف آن و همچنین رضایت کامل آنان به منظور شرکت در کلیه مراحل تحقیق؛ اطلاعات شخصی و سلامتی آنان با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته جمع آوری شد. با توجه به آیین نامه هیئت بررسی اخلاق دانشگاهی، کلیه شرکت کنندگان فرم رضایت آگاهانه را مطالعه و امضا نمودند. کلیه مراحل تحقیق توسط کمیته اخلاق پژوهشگاه علوم ورزشی با شناسه IR.SSRC.REC.1399.107 تایید گردید.

روش اجرای تحقیق: در این مطالعه از طرح تحقیق درون‌گروهی به‌صورت موازنه متقابل در هر فاز از چرخه قاعدگی و به شیوه دوسویه کور استفاده شد. بدین منظور، هریک از آزمودنی‌ها در پنج جلسه جداگانه در آزمایشگاه حضور پیدا کردند. پس از هماهنگی اولیه با آزمودنی‌ها و ارائه توضیحات لازم و مبسوط در خصوص کلیه مراحل تحقیق؛ در اولین جلسه حضور در آزمایشگاه، ابتدا ترکیب بدنی آن‌ها (وزن بدن، قد و درصد چربی بدن) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و سپس اوج خروجی^۵ (PPO) هر فرد با استفاده از تست فزاینده دوچرخه‌سواری جهت استفاده در سایر مراحل تحقیق اندازه‌گیری و ثبت گردید. به دنبال آن، شرکت کنندگان در چهار جلسه مجزا در روزهای پنجم و دوازدهم از فاز فولیکولار و روزهای هفدهم

1. Creutz
2. Dreher

3. Inghilleri
4. G*Power

5. Peak power output

زمان از روز و تقریباً چهار ساعت پس از صرف آخرین وعده غذایی انجام شد. موقعیت صندلی، ارتفاع فرمان و جهت گیری بر روی چرخ کارسنج استفاده شده در همه مراجعات؛ مشابه و یکسان بود. در تمام طول آزمون، یک فن در یک موقعیت استاندارد (۱۰۰ سانتی متر در مقابل آزمودنی) برای گردش هوای خنک استفاده شد. در طول هر پروتکل به جز RPE و شستشوی دهان، هیچ تعاملی بین آزمودنی و محقق وجود نداشت، هیچ تشویقی به آزمودنی‌ها ارائه نشد، و همه آن‌ها از اطلاعات مربوط به عملکرد (زمان فعالیت و ضربان قلب) در طول آزمون، بی اطلاع نگاه داشته شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از هر بار مراجعه به آزمایشگاه، رژیم غذایی یکسانی را استفاده کنند. برای اجرای تحقیق، از آزمودنی‌ها درخواست شد که قبل از اجرای آزمون، در همه جلسات الگوهای خواب طبیعی (هفت ساعت) را رعایت کنند و ۲۴ ساعت قبل از حضور در آزمایشگاه، از انجام فعالیت شدید و مصرف الکل، کافئین و نیکوتین خودداری نمایند. چگونگی مراحل اجرای تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.

$$PPO = w_{out} + (t \div 180) \times 25$$

زمان (ثانیه) در آخرین مرحله: t؛ بارکاری در آخرین مرحله: w_{out}

نحوه اندازه‌گیری لاکتات و گلوکز خون: برای اندازه‌گیری لاکتات و گلوکز، نمونه‌های خونی (۰/۳ میکرولیتر) از نوک انگشت قبل و بلافاصله پس از انجام تمرین استقامتی دوچرخه‌سواری وامانده ساز گرفته شد. سپس لاکتات با دستگاه لاکتومتر مدل hp/cos- mos ساخت کشور آلمان و استریپ‌های^۶ دارای کد ۳۷؛ و گلوکز با دستگاه گلوکومتر مدل active ساخت کشور ژاپن؛ اندازه‌گیری و ثبت گردید.

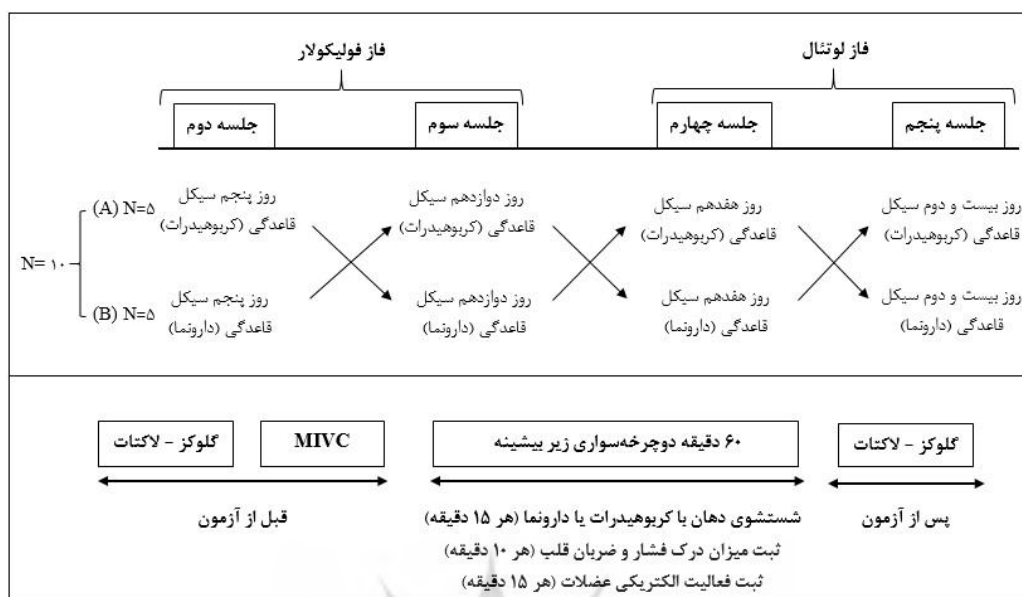
و بیست و دوم از فاز لوتئال چرخه قاعدگی، در آزمایشگاه حضور پیدا کردند. لازم به ذکر است که در هر فاز، به‌منظور پیشگیری از اثر یادگیری، روش موازنه متقابل در گروه‌بندی‌ها، بکار گرفته شد. در جلسات دوم تا پنجم، ابتدا مقادیر استراحتی ضربان قلب، گلوکز خون و لاکتات اندازه‌گیری شد و سپس حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک^۱ (MVIC) به‌منظور طبیعی‌سازی داده‌های مربوط به فعالیت الکتریکی عضلات در حین فعالیت، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پس از آن، شرکت کنندگان یک وهله فعالیت دوچرخه‌سواری زیربیشینه به مدت ۶۰ دقیقه با شدت ۶۵ درصد PPO (اندازه‌گیری شده در جلسه اول) با سرعت پدال‌زنی معادل ۶۰ تا ۸۰ دور بر دقیقه را بر روی چرخ کارسنج انجام دادند. در هر یک از جلسات در حین اجرای فعالیت دوچرخه‌سواری، آزمودنی‌ها نوشیدنی حاوی ۶/۴ درصد مالتودکسترین^۲ یا دارونما را هر ۱۵ دقیقه یکبار، به مدت ۱۰ ثانیه به دهان وارد کرده و پس از شستشو و بدون آن که آن را بلعند، از دهان خود به درون ظرفی که بدین‌منظور در نظر گرفته شده بود، تخلیه می‌نمودند. همان گونه که پیشتر بیان شد، ترتیب اعمال مداخله (مالتودکسترین یا دارونما) در هر فاز به‌صورت موازنه متقابل بود. بدین‌منظور، آزمودنی‌ها در دو گروه پنج نفری A و B تقسیم‌بندی شدند و در جلسه اول هر فاز، گروه A مالتودکسترین و گروه B دارونما دریافت نمودند و در جلسه دوم همان فاز به‌صورت متقاطع، گروه A دارونما و گروه B مالتودکسترین دریافت کردند. همچنین در حین اجرای فعالیت دوچرخه‌سواری، هر ۱۰ دقیقه یک بار میزان ضربان قلب و میزان درک فشار^۳ (RPE) ثبت گردید و در فواصل زمانی ۹۰ ثانیه ابتدایی و سپس هر ۱۵ دقیقه یک بار، به مدت ۹۰ ثانیه میزان فعالیت الکتریکی عضلات چهار سر ران (شامل عضلات پهن خارجی، راست رانی و پهن داخلی) اندازه‌گیری و ثبت شد. بلافاصله پس از اتمام فعالیت دوچرخه‌سواری، مجدداً مقادیر گلوکز و لاکتات خون اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که گلوکز، لاکتات و ضربان قلب؛ به‌عنوان عوامل کنترلی در این پژوهش مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. این امر از آن جهت حائز اهمیت بود که در صورت وجود تفاوت معنی‌دار در متغیر اصلی پژوهش که عملکرد عضلات چهارسر رانی بود، بتوان بحث و نتیجه‌گیری دقیق‌تری در خصوص مکانیسم‌های دخیل (عوامل عصبی مرکزی یا عوامل غیر عصبی پیرامونی) در اثر مشاهده شده ارائه داد. روند اجرای مراحل تحقیق در هر چهار جلسه برای هر آزمودنی یکسان بود و در یک

1. Maximun voluntary isometric contraction
2. Maltodextrin

3. Rating of perceived exertion
4. Astrand

5. Van
6. Strips

جلسه اول: ثبت اطلاعات ترکیب بدنی و اندازه گیری توان خروجی بیشینه



شکل ۱. نمایی از چگونگی اجرای تحقیق در جلسات اول تا پنجم

شونده بر روی نیمکت قرار می گرفت و دو کمر بند به صورت متقاطع از روی شانه ها و یک کمر بند دیگر از روی پاها، حرکات قسمت های بالای بدن را محدود می کرد. آزمون با پای برتر و با زاویه ۹۰ درجه مفصل زانو و ۹۰ درجه ران انجام گرفت. در شروع هر آزمون، آزمودنی ها یک مرحله گرم کردن عمومی بر روی چرخ کارسنج (پنج دقیقه با ۴۰ درصد PPO) و یک مرحله گرم کردن اختصاصی شامل ۱۰ انقباض سبک زیر بیشینه عضلات بازکننده زانو را انجام دادند و به دنبال آن سه دقیقه استراحت داشتند. از آزمودنی ها خواسته شد تا سه مرتبه به مدت پنج ثانیه، بیشترین میزان نیرو را اعمال نمایند. در طول انجام MVIC از تشویق و بازخورد شفاهی جهت ثبت هر چه دقیق تر سیگنال فعالیت عضله چهار سر ران استفاده شد. بین هر آزمایش MVIC، یک دقیقه استراحت در نظر گرفته شد تا اثرات خستگی بر اجرای این آزمون ها کنترل گردد. همچنین از مقدار حداکثر دامنه سیگنال فعالیت عضله در سه آزمون MVIC جهت طبیعی کردن سیگنال فعالیت همان عضله استفاده شد. پس از اندازه گیری MVIC از آزمون شونده ها خواسته شد بر روی چرخ کارسنج قرار گیرند و آزمون تمرین دوچرخه سواری ۶۰ دقیقه ای را بر روی یک چرخ کارسنج انجام دهند. بلافاصله پس از شروع هر پروتکل (آزمایش)، میزان فعالیت الکتریکی عضلات پهن بیرونی، راست رانی و پهن داخلی در طول ۹۰ ثانیه و

تجزیه و تحلیل سیگنال EMG: سیگنال های EMG با استفاده سیستم الکترومیوگرافی مدل Me 600 Mega ساخت کشور فنلاند با فرکانس نمونه برداری ۲۰۰۰ هرتز ثبت شد. ابتدا پوست تراشیده شد و برای کاهش مقاومت، پوست با الکل پاک شد. سپس الکتروده های دو قطبی بر روی عضلات چهار سر ران (شامل عضلات پهن خارجی، راست رانی و پهن داخلی) پای برتر قرار داده شد. به منظور تعیین پای برتر از روش خود گزارش دهی توسط آزمودنی که در تحقیقات اخیر دقت آن به اثبات رسیده است، استفاده شد (ون و دیگران ۲۰۱۷). بدین منظور، از هر آزمودنی سوال پرسیده شد که «چنانچه بخواهد به یک توپ به سمت یک هدف مشخص ضربه بزند، از کدام پا استفاده خواهد کرد؟». یک مرجع در یک مکان خنثی استخوان درشت نی قرار گرفت. الکترودها با استفاده از نوار چسب روی پوست قرار گرفتند تا حرکت سیم به حداقل برسد. محل قرارگیری الکترودها مطابق توصیه های هرمنس^۲ و دیگران (۲۰۰۰) بود.

به منظور طبیعی سازی داده های مربوط به فعالیت الکتریکی عضلات MVIC عضلات پهن خارجی، راست رانی و پهن داخلی؛ پیش و پس از انجام هر آزمون، مورد اندازه گیری قرار گرفت. برای اندازه گیری بهتر MVIC از ماشین های بدنسازی که دارای طناب یا تسمه ثابت هستند، استفاده شد. نحوه اندازه گیری بدین ترتیب بود که ابتدا آزمون

1. Electromyography signal

2. Hermens

اجرای آزمون و هر ۱۰ دقیقه یک بار حین آزمون، استفاده گردید.

روش‌های آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام پذیرفت. برای بررسی پیش‌فرض طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک^۲ و برای بررسی همگنی واریانس‌ها، از آزمون کرویت ماوخلی^۴ بهره برداری گردید. پس از تایید پیش‌فرض طبیعی بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها، برای مقایسه عامل درون گروهی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد و در صورت وجود تفاوت معنی دار، آزمون بونفرونی^۵ برای مقایسه‌های زوجی مورد استفاده قرار گرفت. برای تمامی آزمون‌های آماری سطح معنی داری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های توصیفی شرکت‌کنندگان در مطالعه، شامل سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی و درصد چربی؛ در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار ویژگی فردی شرکت‌کنندگان

| متغیرها | انحراف استاندارد \pm میانگین |
|-----------------------------|--------------------------------|
| سن (سال) | ۳۱/۱۰ \pm ۵/۱۵ |
| وزن (کیلوگرم) | ۵۹/۵۰ \pm ۵/۱۲ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۶۵/۶۰ \pm ۳/۸۰ |
| چربی بدن (درصد) | ۲۷/۹۵ \pm ۲/۸۰ |
| توان خروجی بیشینه (وات) | ۱۸۱/۶۲ \pm ۲۷/۰۹ |
| ۶۵٪ توان خروجی بیشینه (وات) | ۱۱۷/۲۰ \pm ۱۷/۸۱ |

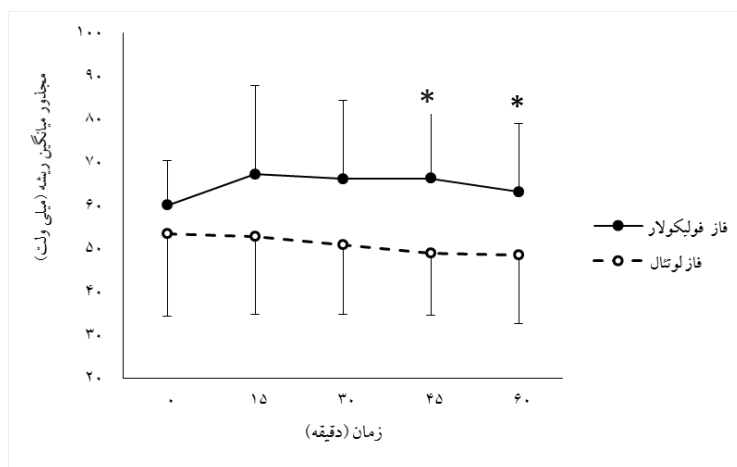
همان‌گونه که در روش تحقیق ذکر شد، در این پژوهش آزمون‌ها در هر فاز از چرخه قاعدگی دو بار و در مجموع چهار بار در آزمایشگاه حضور پیدا کردند. این کار به این دلیل بود که از یک سو، شرایط CMR و دارونما در هر فاز و از سوی دیگر، شرایط CMR در فازهای مختلف چرخه قاعدگی، مورد مقایسه قرار گیرد. لذا نتایج تحقیق در دو حالت ارائه شده است. حالت اول نتایج مربوط به مقایسه شرایط CMR و دارونما در هر فاز از چرخه قاعدگی و حالت دوم، نتایج مربوط به مقایسه شرایط CMR در دو فاز مختلف چرخه قاعدگی. همچنین، با توجه به این که هدف اصلی این پژوهش مقایسه شرایط CMR در دو فاز مختلف چرخه قاعدگی بود، نمودارهای ارائه شده صرفاً مربوط این حالت مقایسه‌ای می‌باشد.

بلافاصله پس از هر بار شستشوی دهان، ثبت شد. ریشه میانگین مجذورات^۱ (RMS) در سه بخش ۳۰ ثانیه‌ای به عنوان شاخص فعالیت عضلات مورد استفاده قرار گرفت. این سیگنال با استفاده از فرکانس‌های قطع ۲۰ و ۴۵۰ هرتز فیلتر شد. RMS به عنوان شاخص فعال شدن کل عضلات مورد استفاده قرار گرفت. RMS با حداکثر سیگنال خام خود که در طول آزمایش به دست آمده بود، طبیعی سازی شد. برای طبیعی کردن داده‌ها، از روش تقسیم مقدار RMS عضله در هر فاز، بر مقدار بیشینه RMS همان عضله در آزمون MVIC استفاده شد.

نحوه کنترل درک فشار و ضربان قلب: برای تعیین میزان درک فشار از مقیاس درک فشار بورگ^۲ (درجه بندی شده از ۶ تا ۲۰) استفاده شد (بورگ، ۱۹۸۲). از آزمون‌ها خواسته شد که احساس واقعی خود را نسبت به شدت فعالیتی که انجام می‌دهند، بیان کنند. هر ۱۰ دقیقه یک بار در حین آزمون و بلافاصله پس از اتمام آزمون، RPE ثبت شد. از ضربان سنج الکتریکی مدل Polar Electro OY فنلاند ساخت کشور فنلاند برای ثبت ضربان قلب قبل از

1. Root mean square
2. Borg
3. Shapiro-Wilk

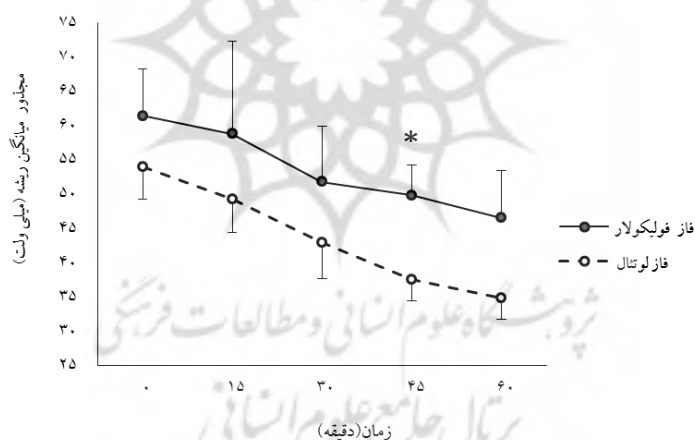
4. Mauchly's test of sphericity
5. Bonferroni



شکل ۲. مقایسه فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی حین یک ساعت فعالیت دوچرخه سواری در شرایط CMR بین دو فاز فولیکولی و لوتئالی. *نشانه تفاوت معنی دار بین فازهای قاعدگی در سطح $p < 0.05$.

بر اساس تحلیل های آماری، در فاز فولیکولار در هیچ یک از زمان های فعالیت دوچرخه سواری، تفاوت معنی داری در فعالیت الکتریکی عضله رانست رانی بین شرایط CMR و دارونما وجود نداشت ($p > 0.05$). در فاز لوتئال نیز نتایج مشابه بود و در هیچ یک از زمان های فعالیت دوچرخه سواری، تفاوت معنی داری در فعالیت الکتریکی عضله رانست رانی، بین شرایط CMR و دارونما مشاهده نشد ($p > 0.05$). از سوی دیگر، مقایسه دو فاز در شرایط CMR نشان داد که در دقیقه ۴۵ از فعالیت دوچرخه سواری، میزان فعالیت الکتریکی عضله رانست رانی به شکل معنی داری ($p = 0.01$) در فاز فولیکولار بالاتر از زمان مشابه در فاز لوتئال است (شکل ۳).

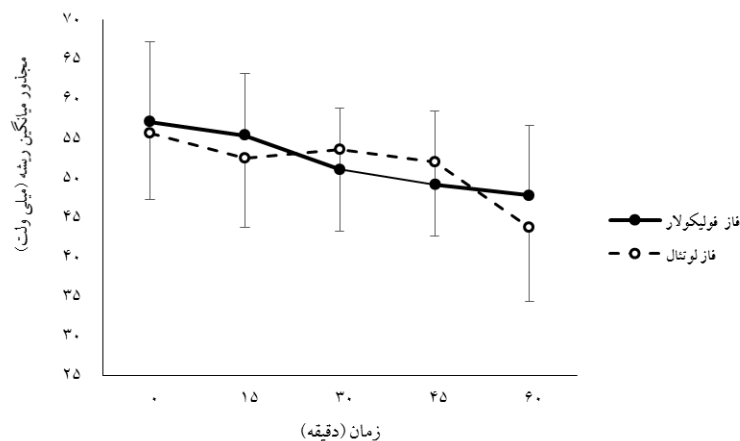
بر اساس تحلیل های آماری، در فاز فولیکولار در هیچ یک از زمان های فعالیت دوچرخه سواری، تفاوت معنی داری در فعالیت الکتریکی عضله رانست رانی بین شرایط CMR و دارونما وجود نداشت ($p > 0.05$). در فاز لوتئال نیز نتایج مشابه بود و در هیچ یک از زمان های فعالیت دوچرخه سواری، تفاوت معنی داری در فعالیت الکتریکی عضله رانست رانی، بین شرایط CMR و دارونما مشاهده نشد ($p > 0.05$). از سوی دیگر، مقایسه دو فاز در شرایط CMR نشان داد که در دقیقه ۴۵ از فعالیت دوچرخه سواری، میزان فعالیت الکتریکی عضله رانست رانی به شکل معنی داری ($p = 0.01$) در فاز فولیکولار بالاتر از زمان مشابه در فاز لوتئال است (شکل ۳).



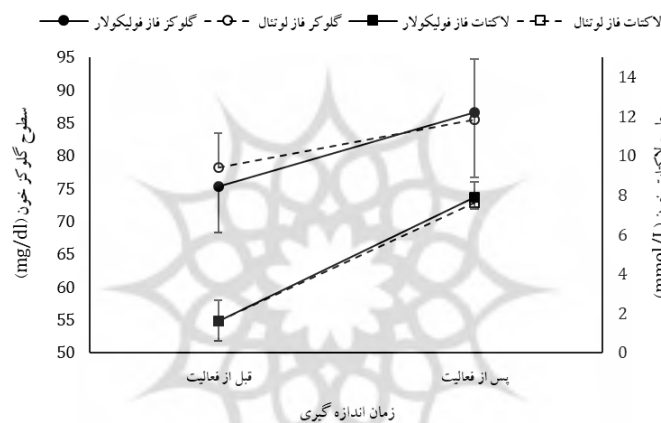
شکل ۳. مقایسه فعالیت الکتریکی عضله رانست رانی حین یک ساعت فعالیت دوچرخه سواری در شرایط CMR بین دو فاز فولیکولی و لوتئالی. *نشانه تفاوت معنی دار بین فازهای قاعدگی در سطح $p < 0.05$.

نتایج تحلیل های آماری نشان داد که در فازهای فولیکولار و لوتئال در هیچ یک از زمان های فعالیت دوچرخه سواری، تفاوت معنی داری بین فعالیت الکتریکی عضله پهن داخلی در شرایط CMR و دارونما وجود ندارد ($p > 0.05$). به طور مشابه، در هیچ یک از زمان های فعالیت دوچرخه سواری تحت شرایط CMR، تفاوت معنی داری ($p > 0.05$) در فعالیت الکتریکی عضله پهن داخلی بین فازهای فولیکولار و لوتئال وجود نداشت (شکل ۴). علاوه بر این ها، در فازهای فولیکولار و لوتئال نه در

پیش آزمون و نه در پس آزمون، تفاوت معنی داری در سطوح گلوکز خون بین شرایط CMR و دارونما وجود نداشت ($p > 0.05$). همچنین، در شرایط CMR در فازهای فولیکولار و لوتئال، تفاوت معنی داری در سطوح گلوکز خون در پیش آزمون و پس آزمون بدست نیامد ($p > 0.05$). سطوح لاکتات خون نیز نه در پیش آزمون و نه پس آزمون فازهای فولیکولار و لوتئال، بین شرایط CMR و دارونما تفاوت معنی داری نداشت ($p > 0.05$). در شرایط CMR بین دو فاز فولیکولار و لوتئال هم تفاوت معنی داری ($p > 0.05$) مشاهده نشد (شکل ۵).



شکل ۴. مقایسه فعالیت الکتریکی عضله پهن داخلی حین یک ساعت فعالیت دوچرخه سواری در شرایط CMR بین دو فاز فولیکولی و لوتئالی. تفاوت معنی داری در سطح $p < 0.05$ مشاهده نشد.



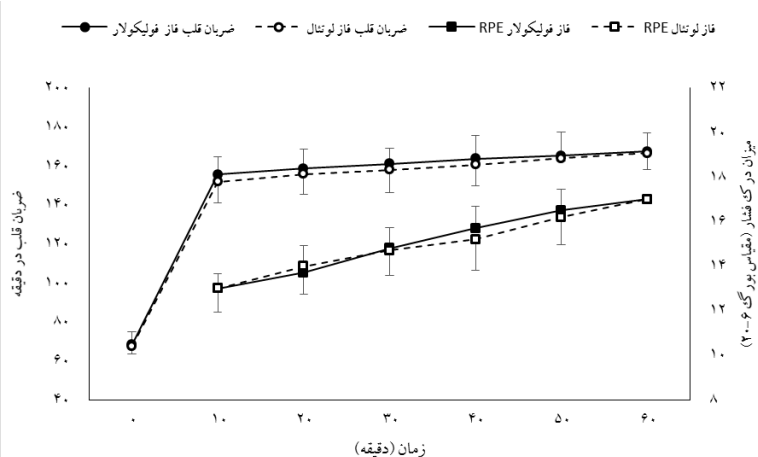
شکل ۵. مقایسه تغییرات سطوح گلوکز و لاکتات خون از پیش آزمون تا پس آزمون در شرایط CMR در دو فاز فولیکولی و لوتئالی. تفاوت معنی داری در سطح $p < 0.05$ مشاهده نشد.

معنی داری ($p > 0.05$) در RPE در زمان‌های مشابه فعالیت دوچرخه سواری وجود ندارد (شکل ۴).

بحث

یافته اصلی تحقیق حاضر این بود که فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی و راست رانی در فاز فولیکولی در شرایط CMR، به شکل معنی داری بالاتر از شرایط و زمان مشابه در فاز لوتئال بود. مطالعه حاضر از معدود مطالعاتی است که تأثیر CMR را بر سیگنال EMG در دو فاز فولیکولی و لوتئالی چرخه قاعدگی، در حین انجام فعالیت بدنی مورد مقایسه قرار می دهد. بنابراین در پیشینه تحقیق، اطلاعات کافی در مورد زنان برای مقایسه مستقیم با یافته های بدست آمده وجود ندارد. باسترز و دیگران (۲۰۱۵) نشان داده اند که CMR موجب حفظ فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی می شود. در همین راستا، جفرز و دیگران (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر CMR بر خستگی عصبی - عضلانی پرداخته و نشان داده اند

دیگر نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در فاز فولیکولار و لوتئال، تفاوت معنی داری بین ضربان قلب حین فعالیت دوچرخه سواری در شرایط CMR و دارونما وجود ندارد ($p > 0.05$). در مقایسه دو فاز فولیکولار و لوتئال در شرایط CMR نیز نتایج مشابهی به دست آمد و در ضربان قلب بین دو فاز قاعدگی، در زمان‌های مشابه تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($p > 0.05$). نتایج در خصوص متغیر RPE نیز نشان داد که در فاز فولیکولار، تفاوت معنی داری بین RPE در زمان‌های مشابه، بین شرایط CMR و دارونما وجود ندارد ($p > 0.05$)؛ در حالی که در فاز لوتئال در دقیقه ۳۰ از فعالیت دوچرخه سواری، افزایش معنی داری ($p = 0.01$) در RPE در شرایط دارونما در مقایسه با شرایط CMR مشاهده شد. در سایر زمان‌ها، تفاوت معنی داری بین دو شرایط CMR و دارونما ثبت نشد ($p > 0.05$). در نهایت، نتایج نشان داد که بین دو فاز فولیکولار و لوتئال در شرایط CMR، تفاوت



شکل ۶. مقایسه تغییرات RPE و ضربان قلب حین یک ساعت فعالیت دوچرخه سواری در شرایط CHO بین دو فاز فولیکولی و لوتالی. بین دو فاز قاعدگی، تفاوت معنی داری در سطح $p < 0.05$ مشاهده نشد.

ممکن است به دلیل نقش CMR بر فعال سازی سیستم دوپامینرژیک از یک طرف، و سطح استروژن بالا در فاز فولیکولی بوده که موجب هم‌افزایی اثر ارگوژنیک CMR شده است. اما در فاز لوتالی، CMR تاثیر مثبت بر فعالیت الکتریکی در هیچ یک از عضلات پهن جانبی، راست رانی و پهن داخلی مشاهده نشد. به نظر می‌رسد یکی از دلایل عدم تاثیر CMR بر فعالیت الکتریکی این عضلات در مرحله لوتالی، می‌تواند به هورمون‌های استروئیدی زنانه مربوط باشد در مطالعه ای اسمیت^۵ و دیگران (۲۰۰۲) نشان داده اند که تحریک پذیری قشر مغز زنان در مرحله لوتالی پایین است؛ وضعیتی که ممکن است به دلیل تاثیر متابولیت پروژسترون بر گیرنده های GABA باشد. در همین راستا، تنان^۶ و دیگران (۲۰۰۴) نشان داده اند که حداکثر انقباض ارادی در مرحله میانی لوتالی نسبت به مرحله های دیگر کاهش می‌یابد؛ تغییری که به نظر می‌رسد این به دلیل اثر مهاری هورمون پروژسترون باشد. به طور کلی، فعال سازی ارادی عضلات اسکلتی توسط سیستم اعصاب مرکزی، حاصل بر هم کنش عواملی است که نهایتاً تعیین کننده مهاری یا تحریکی برون داد نورون های حرکتی به عضلات هدف است. از یک سو برون دادهای حسی ناشی از سیستم پیرامونی سبب فعال سازی سیستم مهاری شده و با این کار، برون داد قشر حرکتی کاهش می‌یابد، در حالی که درون دادهای انگیزشی سبب فعال سازی سیستم تحریکی و افزایش برون داد قشر حرکتی به سیستم پیرامونی می‌شود (تاناکا^۷ و

که CMR موجب کاهش خستگی عصبی-عضلانی در طول فعالیت دوچرخه سواری می‌شود. این مطالعات بر روی مردان انجام گرفته است، در حالی که تاثیر CMR در زنان به ندرت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالعات متعدد نشان از آن دارد که استروئیدهای تخمدان به راحتی از سد خونی مغز عبور کرده و می‌توانند مکانیسم های پاداش مغز را تحت تاثیر قرار دهند. نتایج تحقیقاتی که بر روی زنان انجام گرفته، نشان داده که در طی مرحله فولیکولی، سطح ۱۷ بتا-استرادیول^۱ در مقایسه با مرحله لوتالی نسبتاً زیادتر است، همین امر موجب تقویت واکنش سیستم پاداش زنان در مرحله فولیکولی می‌شود (درهر و دیگران، ۲۰۰۷؛ اینگری و دیگران، ۲۰۰۴). از سوی دیگر، شواهد قانع کننده ای ارائه شده است که زنان در زمان تحویل پاداش در مرحله فولیکولی، سر هسته های دمی^۲، مغز میانی^۳ و قشر جلوی قطبی سمت چپ^۴ را بیشتر از مرحله لوتالی فعال می‌کنند و چرخه قاعدگی بر سیستم پاداش انسان تاثیر گذار است؛ شرایطی که خود نشان دهنده تعامل بین دوپامین و هورمون های استروئیدی غدد جنسی زنان است (درهر و دیگران، ۲۰۰۷). از آنجا که چمبرز و دیگران (۲۰۰۹) با تصویربرداری از مغز ورزش کاران گزارش کرده اند که CMR برخلاف شیرین کننده های مصنوعی، سبب تحریک و فعال سازی مناطق مرتبط با کنترل موتور، پاداش و لذت (سیستم دوپامینرژیک) در مغز می‌شود؛ تاثیر مثبت CMR بر فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی و راست رانی در فاز فولیکولی زنان در مطالعه حاضر،

1. 17 β -estradiol

2. Heads of the caudate nuclei

3. Midbrain region

4. Left fronto polar cortex

5. Smith

6. Tenan

7. Tanaka

غیر متابولیک همراه بوده و با مسیر متابولیک گلوکز و لاکتات ارتباطی ندارد. از این رو، می توان گفت احتمالاً اثر ارگوژنیک CMR با فعال کردن مسیرهای پاداش انگیزشی، می تواند بدون افزایش سطح انرژی متابولیکی، در حفظ عملکرد زنان در دوره فولیکولی نقش داشته باشند. یکی دیگر از نتایج مطالعه حاضر این بود که تفاوت معنی داری در میزان HR و RPE بین دو فاز فولیکولی و لوتئالی وجود نداشت. این نشان می دهد که CMR بر ضربان قلب و بر میزان درک تلاش در دو فاز فولیکولی و لوتئالی تأثیر نمی گذارد. به نظر می رسد که اثر مثبت CMR بر فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی و راست رانی، به میزان درک فشار و ضربان قلب ارتباطی ندارد، یا ممکن است چنین استدلال شود که تفاوت های احتمالی در احساس ذهنی از درک فشار بسیار اندک است که با استفاده از روش RPE نشان داده می شود. بنابراین حفظ فعالیت الکتریکی عضله راست رانی مستقل از میزان درک تلاش و ضربان قلب در حین تمرین اتفاق می افتد. جالب توجه است که در یکی از مطالعات قبلی شواهدی از کاهش خستگی عصبی - عضلانی با CMR در مقایسه با دارونما بدست آمده است که گویای عدم تفاوت معنی دار HR و RPE در دو شرایط CHO و PLA می باشد (جفرز و دیگران، ۲۰۱۵).

نتیجه گیری: علیرغم این که استراتژی CMR در انجمن پزشکی ورزشی کالج آمریکا تایید شده است و مطالعات متعددی به بررسی جنبه های مختلف CMR پرداخته اند، اکثر این مطالعات بر روی مردان بوده و در مورد زنان تحقیقات بسیار اندکی انجام گرفته است. بنابراین تحقیقات در مورد تأثیر CMR بر عملکرد زنان نیاز به پیگیری های گسترده دارد. در یک جمع بندی کلی می توان چنین بیان نمود که به نظر می رسد این بررسی به یافته جدیدی در این زمینه منجر شد، چرا که نتایج تحقیق حاضر نشان داد CMR بر فعالیت الکتریکی عضله پهن خارجی و راست رانی در فاز فولیکولی، در مقایسه با فاز لوتئالی، تأثیر مثبت دارد و می توان چنین نتیجه گیری نمود که پاسخ های فیزیولوژیک و عملکردی به CMR در زنان می تواند تحت تأثیر فازهای مختلف چرخه قاعدگی قرار گیرد. این امر از نقطه نظر کاربردی و به ویژه در فاز فولیکولی ورزشکاران زن فعالیت های استقامتی (کمتر از یک ساعت) و برخی از رشته های ورزشی که با مصرف مایعات دچار مشکلات گوارشی می شوند و از مصرف مایعات حین تمرین امتناع می کنند؛ از اهمیت زیادی برخوردار است. انجام مطالعات بیشتر با استفاده از تکنیک هایی نظیر

دیگران، ۲۰۱۱). بنابراین به نظر می رسد که عدم تغییر در فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی و راست رانی به دلیل تحریک پذیری پایین قشر مغزی در مرحله لوتئالی زنان باشد که توسط پروژسترون میانجیگری می شود و احتمال دارد موجب مهار اثر CMR در مرحله لوتئالی شود. از سوی دیگر، در مطالعاتی که به طور مستقیم تأثیر وضعیت تغذیه شده در مقابل ناشتا را بر اثر بخشی CMR مقایسه کرده اند، نشان داده شده که در حالت تغذیه شده، این استراتژی تغذیه ای به اندازه حالت ناشتا یا گلیکوژن کاهش یافته مؤثر نیست. به نظر می رسد هنگامی که ذخایر گلیکوژن بدن در سطح بهینه نیستند، CMR از طریق یک موتور مرکزی تقویت شده و مؤثرتر عمل می کند. در یک مطالعه نشان داده شده است که زنان در مرحله لوتئالی نسبت به مرحله فولیکولی، اتکای کمتری به منابع کربوهیدرات به عنوان سوخت غالب دارند (دوریس^۱ و دیگران، ۲۰۰۶). برخی تحقیقات نشان داده اند که زنان در مرحله لوتئالی در مقایسه با مرحله فولیکولی، تخلیه گلیکوژن کمتری دارند (کمپبل^۲ و دیگران، ۲۰۰۱؛ هاکنی^۳ و دیگران، ۱۹۹۹). بنابراین ممکن است عدم تأثیر مثبت CMR در دوره لوتئالی، به دلیل تخلیه گلیکوژن کمتر در این مرحله، نسبت به مرحله فولیکولی باشد. با این حال، به نظر می رسد که CMR بیشتر بر روی عضله پهن جانبی تأثیر می گذارد. چنین تغییری در فعالیت الکتریکی عضله ممکن است به این دلیل باشد که عضله پهن جانبی در فعالیت دوچرخه سواری نسبت به دیگر عضلات، بیشتر فعال (به کار برده) می شود (بیوزن^۴ و دیگران، ۲۰۰۷). محققان نشان داده اند که سیستم دوپامینرژیک و متابولیسم سوبسترا تحت تأثیر چرخه قاعدگی قرار می گیرد؛ از این رو، مطالعات بیشتری در زمینه مقایسه تأثیر CMR بر عملکرد و دیگر شاخص های الکتروفیزیولوژیکی زنان در فازهای مختلف قاعدگی مورد نیاز است.

در مطالعه حاضر از اندازه گیری گلوکز و لاکتات خون به عنوان عوامل کنترلی جهت درک بهتر مکانیسم های احتمالی استفاده شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری در سطح گلوکز و لاکتات بین دو فاز فولیکولی و لوتئالی وجود ندارد. با این حال، تأثیر CMR بر فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی و راست رانی در این مطالعه مشاهده شد. بنابراین، حفظ فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی و راست رانی به طور مستقل از گلوکز و لاکتات، در حین یک ساعت فعالیت دوچرخه سواری اتفاق می افتد. به نظر می رسد که اثر مثبت در فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی و راست رانی در حالت CMR با یک مسیر

1. Devries
2. Campbell

3. Hockney
4. Bieuzen

در این تحقیق نویسندگان هیچ گونه تضاد منافی ندارند.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از رساله دکتری فیزیولوژی ورزشی است. از زحمات اساتید راهنما، مشاور و همکاری شرکت انرژی موتور و سرکار خانم ریحانه نوروزی و دیگر شرکت کنندگان در مطالعه؛ قدردانی می شود.

ام آر آی فانکشنال (fMR) برای بررسی فعال سازی سیستم دوپامینرژیک و تحریک مغناطیسی درون جمجمه‌ای^۱ (TMS) و مطالعه خستگی مرکزی در فازهای مختلف قاعدگی، می تواند نقش موثری در تایید نظریه ارائه شده در این تحقیق داشته باشد.

تضاد منافع

منابع

- Bailey, S.P., Holt, C., Pflugger, K.C., Budde, Z.L., Afergan, D., Stripling, R., . . . & Hall, E.E. (2008). Impact of prolonged exercise in the heat and carbohydrate supplementation on performance of a virtual environment task. *Military Medicine*, 173(2), 192-187 .
- Bastos-Silva, V.J., Melo, A.D.A., Lima-Silva, A.E., Moura, F.A., Bertuzzi, R., & De Araujo, G.G. (2016). Carbohydrate mouth rinse maintains muscle electromyographic activity and increases time to exhaustion during moderate but not high-intensity cycling exercise. *Nutrients*, 8(3), 49.
- Becker, J.B., & Cha, J.-H. (1989). Estrous cycle-dependent variation in amphetamine-induced behaviors and striatal dopamine release assessed with microdialysis. *Behavioural Brain Research*, 35(2), 117-125.
- Becker, J.B., Robinson, T.E., & Lorenz, K.A. (1982). Sex difference and estrous cycle variations in amphetamine-elicited rotational behavior. *European Journal of Pharmacology*, 80(1), 65-72.
- Bieuzen, F., Lepers, R., Vercruyssen, F., Hausswirth, C., & Brisswalter, J. (2007). Muscle activation during cycling at different cadences: effect of maximal strength capacity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17(6), 731-738.
- Borg, G.A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14, 377-381.
- Campbell, S., Angus, D., & Febbraio, M. (2001). Glucose kinetics and exercise performance during phases of the menstrual cycle: effect of glucose ingestion. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 281(4), E817-E825.
- Carter, J.M., Jeukendrup, A.E., & Jones, D.A. (2004). The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(12), 2107-2111.
- Carter, J.M., Jeukendrup, A.E., Mann, C.H., & Jones, D.A. (2004). The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(9), 1543-1550.
- Chambers, E., Bridge, M., & Jones, D. (2009). Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *The Journal of Physiology*, 587(8), 1779-1794.
- Chryssanthopoulos, C., Ziaras, C., Oosthuysen, T., Lambropoulos, I., Giorgios P, P., Zacharogiannis, E., ... & Maridaki, M. (2018). Carbohydrate mouth rinse does not affect performance during a 60-min running race in women. *Journal of Sports Sciences*, 36(7), 824-833.
- Clarke, N.D., Thomas, J.R., Kagka, M., Ramsbottom, R., & Delestrat, A. (2017). No dose-response effect of carbohydrate mouth rinse concentration on 5-km running performance in recreational athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 715-720.

1. Transcranial magnetic stimulation

- Creutz, L.M., & Kritzer, M.F. (2004). Mesostriatal and mesolimbic projections of midbrain neurons immunoreactive for estrogen receptor beta or androgen receptors in rats. *Journal of Comparative Neurology*, 476(4), 348-362.
- Devries, M.C., Hamadeh, M.J., Phillips, S.M., & Tarnopolsky, M.A. (2006). Menstrual cycle phase and sex influence muscle glycogen utilization and glucose turnover during moderate-intensity endurance exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 291(4), R1120-R1128.
- Dreher, J.C., Schmidt, P.J., Kohn, P., Furman, D., Rubinow, D., & Berman, K.F. (2007). Menstrual cycle phase modulates reward-related neural function in women. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(7), 2465-2470.
- Fares, E.-J., & Kayser, B. (2011). Carbohydrate mouth rinse effects on exercise capacity in pre-and postprandial States. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2011.
- Ferreira, A.M., Farias-Junior, L.F., Mota, T.A., Elsangedy, H.M., Marcadenti, A., Lemos, T.M., . . . & Fayh, A.P. (2018). The effect of carbohydrate mouth rinse on performance, biochemical and psychophysiological variables during a cycling time trial: a crossover randomized trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 23.
- Fraga, C., Velasques, B., Koch, A.J., Machado, M., Paulucio, D., Ribeiro, P., & Pompeu, F.A.M.S. (2017). Carbohydrate mouth rinse enhances time to exhaustion during treadmill exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(1), 17-22.
- Gant, N., Stinear, C.M., & Byblow, W D. (2010). Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output. *Brain Research*, 1350, 151-158.
- Hackney, A. (1999). Influence of oestrogen on muscle glycogen utilization during exercise. *Acta physiologica scandinavica*, 167(3), 273.
- Hematfar, A. & Ghoorehdan, L. (2016). A comparison effects of carbohydrate alone and carbohydrate with L-Arginine supplementation on serum insulin and glucose levels during recovery times after aerobic activity. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 3(6), 21-30. [In Persian]
- Hessemer, V., & Bruck, K. (1985). Influence of menstrual cycle on thermoregulatory, metabolic and heart rate responses to exercise at night. *Journal of Applied Physiology*, 59(6), 1911-1917.
- Hermens, H.J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361-374.
- Inghilleri, M., Conte, A., Curra, A., Frasca, V., Lorenzano, C., & Berardelli, A. (2004). Ovarian hormones and cortical excitability. An rTMS study in humans. *Clinical Neurophysiology*, 115(5), 1063-1068.
- Jamshidi Hossein Abadi, M., Jamshidi Hossein Abadi, A., & Behpoor, N. (2015). The effect of L-arginine supplementation on serum growth hormone, lactate and glucose responses to aerobic activity in boy students. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 3(5), 9-22. [In Persian]
- Jeffers, R., Shave, R., Ross, E., Stevenson, E.J., & Goodall, S. (2015). The effect of a carbohydrate mouth-rinse on neuromuscular fatigue following cycling exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(6), 557-564.
- Jentjens, R.L., Underwood, K., Achten, J., Currell, K., Mann, C.H., & Jeukendrup, A.E. (2006). Exogenous carbohydrate oxidation rates are elevated after combined ingestion of glucose and fructose during exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 100(3), 807-816.

- Konishi, K., Kimura, T., Yuhaku, A., Kurihara, T., Fujimoto, M., Hamaoka, T., & Sanada, K. (2017). Mouth rinsing with a carbohydrate solution attenuates exercise-induced decline in executive function. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 45.
- Lambert, G.P., Lang, J., Bull, A., Eckerson, J., Lanspa, S., & O'Brien, J. (2008). Fluid tolerance while running: effect of repeated trials. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 878-882.
- Luden, N.D., Saunders, M.J., D'Lugos, A.C., Pataky, M.W., Baur, D.A., Vining, C.B., & Schroer, A.B. (2016). Carbohydrate mouth rinsing enhances high intensity time trial performance following prolonged cycling. *Nutrients*, 8(9), 576.
- Mamus, R.T., Dos Santos, M.G., Campbell, B., & Kreider, R. (2006). Biochemical effects of carbohydrate supplementation in a simulated competition of short terrestrial duathlon. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 3(2), 1-6.
- Pfeiffer, B., Stellingwerff, T., Hodgson, A.B., Randell, R., Pöttgen, K., Res, P., & Jeukendrup, A.E. (2012). Nutritional intake and gastrointestinal problems during competitive endurance events. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(2), 344-351.
- Pivarnik, J.M., Marichal, C.J., Spillman, T., & Morrow, J.R. (1992). Menstrual cycle phase affects temperature regulation during endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 72(2), 543-548.
- Pottier, A., Bouckaert, J., Gilis, W., Roels, T., & Derave, W. (2010). Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), 105-111.
- Rollo, I., Cole, M., Miller, R., & Williams, C. (2010). Influence of mouth rinsing a carbohydrate solution on 1-h running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(4), 798-804.
- Rollo, I., Williams, C., Gant, N., & Nute, M. (2008). The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected speeds during a 30-min treadmill run. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18(6), 585-600.
- Smith, M.J., Adams, L.F., Schmidt, P.J., Rubinow, D.R., & Wassermann, E.M. (2002). Effects of ovarian hormones on human cortical excitability. *Annals of Neurology*, 51(5), 599-603.
- Tanaka, M., & Watanabe, Y. (2012). Supraspinal regulation of physical fatigue. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36, 727-734.
- Tenan, M.S., Hackney, A.C., & Griffin, L. (2016). Maximal force and tremor changes across the menstrual cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 116(1), 153-160.
- Thomas, T., Erdman, K.A., & Burke, L.M. (2016). American college of sports medicine, academy of nutrition and dietetics, and dietitians of Canada, joint position statement: nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 543-568.
- Van Cutsem, J., De Pauw, K., Buyse, L., Marcora, S.M., Meeusen, R., & Roelands, B. (2017). Effects of mental fatigue on endurance performance in the heat. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(8), 1677-1687.
- van Melick, N., Meddeler, B.R., Hoogeboom, T.J., Nijhuis-van der Sanden, M.W.G., & van Cingel, R.E.H. (2017). How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. *PLoS One*, 12(12), e0189876.