University of Tehran
Faculty of
Sport Sciences and Health

Journal of Sport Biosciences

Online ISSN: 2676-4148

Acute effect of L-Arginine Supplementation on Fat and Carbohydrate Metabolism before, During, and after Endurance Exercise in Athletes

Zahra Baouj Rezaei [1], Adel Donyaei [2], Elham Vosadi✉ [3]

1. Faculty of Physical Education and sport sciences, Shahrood University of Technology, Semnan, Iran.E-mail: shadirezaei13@gmail.com
2. Assistant Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and sport sciences, Shahrood University of Technology, Semnan, Iran. E-mail: adelldonyai@yahoo.com
3. Corresponding Author, Faculty of Physical Education and sport sciences, Shahrood University of Technology, Semnan, Iran. E-mail: e.vosadi@yahoo.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:
Received:
22 December 2021
Received in revised form:
23 June 2022
Accepted:
25 June 2022
Published online:
22 September 2022

Keywords:
Carbohydrate oxidation,
Exercise performance,
Fat oxidation,
L-arginine.

ABSTRACT

Introduction: L-arginine is a semi-essential amino acid that can affect some physiological responses, including protein synthesis and carbohydrate and fat metabolism. This study aimed to investigate the acute effect of L-arginine supplementation on fat and carbohydrate metabolism before, during, and after endurance exercise of athletes.

Methods: The present study was a single-blind crossover design with one group which were 16 to 20-year-old male football players from Shahrood city. This research was the time series model (including two time series of L-arginine or placebo consumption with an interval of two weeks) with repeated measurements In this way, on the testing day and after measuring the weight and height, the first stage of blood sampling was performed and the gas analyzer test was performed at rest, then the subjects consumed six grams of L-arginine or a placebo along with 400 ml of water. After 45 minutes, the second stage of blood sampling was done and the Bruce test was performed on a treadmill. Immediately after the test, the third stage of blood sampling was done and after 30 minutes of rest, the subjects participated in the last stage of blood sampling. blood samples' and respiratory gases' data were analyzed using an analysis of variance with repeated measures and Bonferroni correction.

Results: Acute consumption of L-arginine supplement decreased maximal fat oxidation and increased maximal carbohydrate oxidation and respiratory exchange ratio after progressive physical activities (P=0.001). In addition, acute L-arginine supplementation increased blood glucose (P=0.001) and glycerol concentrations (P=0.02).

Conclusion: Based on the findings of this study, acute consumption of L-arginine supplement lead to an increase in endurance performance and changes in metabolism during exercise in athletes.

Cite this article: Baouj Rezaei, Z; Donyaei, A; & Vosadi, E. (2022). Acute Effect of L-Arginine Supplementation on Fat and Carbohydrate Metabolism before, During, and after Endurance Exercise in Athletes. *Journal of Sport Biosciences*, 14 (2), 201-210. DOI: http//doi.org/10.22059/JSB.2022.334632.1499

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran, Faculty of Sport Sciences and Health.

University of Tehran
Faculty of
Sport Sciences and Health

Journal of Sport Biosciences

Online ISSN: 2676-4148

Extended Abstract

Introduction

The development of knowledge and technology and more accurate knowledge of biochemical factors of the body has led to the creation of various medicines and supplements that are used by people, especially athletes, to improve the quality of life and performance. Today, sports supplements can be considered an integral part of professional sports. Amino acids are the most common nutritional supplement used by athletes to improve performance. L-arginine is a semi-essential amino acid that is common among athletes and can affect some physiological responses, including protein synthesis, and carbohydrate and fat metabolism. This study aimed to investigate the acute effect of L-arginine supplementation on fat and carbohydrate metabolism before, during, and after endurance exercise of athletes.

Methods

The present study was a single-blind crossover design with one group which were 16 to 20-year-old male football players from Shahrood city. subjects were selected and tested as available samples.

In this way, after completing the informed consent and personal information forms, the subjects participated in an orientation session. The subjects were asked not to engage in heavy activity for at least 48 hours before the test, eat dinner before 9:00 PM, refrain from drinking liquids after 12:00 PM, not take any food and sports supplements except the supplements that are under study, and go to the laboratory in the morning after 8-12 hours fasting. on the testing day and after measuring the weight and height, the first stage of blood sampling was done and the gas analyzer test was performed at rest, then the subjects consumed six grams of L-arginine or a placebo along with 400 ml of water. After 45 minutes, the second stage of blood sampling was done and the Bruce test was performed on a treadmill. Immediately after the test, the third stage of blood sampling was done and after 30 minutes of rest, the subjects participated in the last stage of blood sampling. blood samples' and respiratory gases' data were analyzed using an analysis of variance with repeated measures and Bonferroni correction.

Results

Acute L-arginine supplementation increased vo_2max, maximal heart rate, and prolonged fatigue during progressive exercise (P=0.02). Acute consumption of L-arginine supplement decreased maximal fat oxidation and increased maximal carbohydrate oxidation and respiratory exchange ratio after progressive physical activities (P=0.001). In addition, acute L-arginine supplementation increased blood glucose (P=0.001) and glycerol concentrations (P=0.02).

Conclusion

Based on the findings of this study, acute consumption of L-arginine supplement increases aerobic capacity and endurance performance and reduces fatigue in aerobic exercise in athletes.

Ethical Considerations : This research was approved under the ethics code UMIN000045780.

Compliance with ethical guidelines: The present study follows the moral principles approved by the medical studies committee.

Funding: Financial resources provided by the authors.

Authors' contribution: The contribution of the authors in conducting this research has been the same.

Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments: The authors thank all the students who supported us in this research.

علوم زیستی ورزشی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۱۴۸

تأثیر حاد مکمل ال–آرژنین بر سوخت‌وساز چربی و کربوهیدرات پیش، حین و پس از فعالیت استقامتی در ورزشکاران

زهرا بائوج رضایی [۱]، عادل دنیایی [۲]، الهام وسدی [۳]✉

۱. دانشکدۀ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران. رایانامه: shadirezaei13@gmail.com

۲. دانشکدۀ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران. رایانامه: adelldonyai@yahoo.com

۳. نویسندۀ مسئول: دانشکدۀ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران. رایانامه: e.vosadi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۶/۳۱

کلیدواژه‌ها:
اکسیداسیون کربوهیدرات،
اکسیداسیون چربی،
ال–آرژنین،
عملکرد ورزشی.

چکیده

مقدمه: ال–آرژنین اسید آمینه‌ای نیمه‌ضروری است که می‌تواند بر برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک از جمله سنتز پروتئین، سوخت‌وساز کربوهیدرات و چربی اثر بگذارد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر حاد مکمل ال–آرژنین بر سوخت‌وساز چربی و کربوهیدرات پیش، حین و پس از فعالیت استقامتی در ورزشکاران بود.

روش پژوهش: پژوهش حاضر از نوع طرح تک‌گروهی، به‌صورت متقاطع و یک‌سوکور بود که در فوتبالیست‌های ۱۶ تا ۲۰ سالۀ پسر شهر شاهرود انجام گرفت. مدل تحقیق از نوع سری‌های زمانی (شامل دو سری زمانی مصرف ال–آرژنین یا دارونما با فاصلۀ دو هفته) با اندازه‌گیری مکرر بود؛ به این شکل که در روز آزمون پس از تست وزن و قد، اولین مرحلۀ خون‌گیری انجام گرفت و تست گاز آنالیزور در حالت استراحت انجام گرفت، سپس آزمودنی‌ها شش گرم ال–آرژنین به‌همراه ۴۰۰ میلی‌لیتر آب یا دارونما مصرف کردند و ۴۵ دقیقه پس از آن دومین مرحلۀ خون‌گیری انجام گرفت و تست بروس روی تردمیل به‌عمل آمد. بلافاصله پس از اتمام آزمون، سومین مرحلۀ خون‌گیری صورت پذیرفت و پس از ۳۰ دقیقه استراحت، آزمودنی‌ها در آخرین مرحلۀ خون‌گیری شرکت کردند. داده‌ها مربوط به نمونه‌های خون و گازهای تنفسی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و با استفاده از آزمون بونفرونی بررسی شدند.

یافته‌ها: مصرف حاد مکمل ال–آرژنین سبب کاهش حداکثر اکسیداسیون چربی، افزایش حداکثر اکسیداسیون کربوهیدرات و نسبت تبادل تنفسی پس از فعالیت ورزشی پیش‌رونده شد (P=۰/۰۰۱). افزون‌بر این مصرف حاد مکمل افزایش غلظت گلوکز (P=۰/۰۰۱) و گلیسرول خون (P=۰/۰۲) را به‌همراه داشت.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های این تحقیق مصرف حاد مکمل ال– آرژنین سبب افزایش عملکرد استقامتی و تغییر در سوخت‌وساز هنگام فعالیت در ورزشکاران شد.

استناد: بائوج رضایی، زهرا؛ دنیایی، عادل؛ و وسدی، الهام (۱۴۰۱). تأثیر حاد مکمل ال–آرژنین بر سوخت‌وساز چربی و کربوهیدرات پیش، حین و پس از فعالیت استقامتی در ورزشکاران. نشریۀ *علوم زیستی ورزشی*، (۲) ۱۴، ۲۱۰-۲۰۱.

DOI: http//doi.org/ 10.22059/JSB.2022.334632.1499

ناشر: دانشگاه تهران، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی.

© نویسندگان.

مقدمه

در جوامع امروزی، مصرف مکمل به شیوه‌های مختلف استفاده می‌شود (۱) و اعتقاد بر این است که مکمل‌ها می‌توانند عملکرد ورزشی را بهبود بخشند (۲) و سبب اجرای بهتر حرکتی چه در زمان تمرین (۳) و چه در زمان رقابت شوند (۴). عموماً مکمل‌ها به سه دستهٔ مغذی (ویتامین‌ها، اسید آمینه، کربوهیدرات، پروتئین)، نیروزا (کافئین، کراتین، آل-کارنیتین) و دوپینگ (مکمل‌های مغذی با رویکرد قوای جسمانی بالا) تقسیم می‌شوند (۵). از بین اسید آمینه‌های مختلف، اثر مکمل اسید آمینهٔ ال- آرژنین بر اجرای ورزشی یا بهبود کیفیت دورهٔ ریکاوری مورد توجه است (۶).

براساس نتایج تحقیقات ال-آرژنین نقش پیام‌رسانی سلولی را در بافت ایفا می‌کند (۷). در واقع، آرژنین یک مونواسید نیمه‌ضروری و مادهٔ اولیهٔ گاز نیتریک اسید محسوب می‌شود که به گشادی عروق منجر می‌شود و این امر خون‌رسانی به اندام‌هایی را که در جریان فعالیت ورزشی درگیرند، تسهیل می‌کند (۸)، در نتیجه کارایی ورزشکار را به‌ویژه در فعالیت‌های هوازی افزایش می‌دهد (۶). در افراد سالم بالغ دارای مصرف پروتئین، سنتز درون‌زاد ال- آرژنین برای برآورد نیازهای فیزیولوژیکی کافی خواهد بود؛ با وجود این، در شرایط ورزش شدید، توانایی تولید درون‌زاد به‌وسیلهٔ بدن کافی نیست؛ با این اوصاف ال-آرژنین اسیدآمینه‌ای نیمه‌ضروری یا تحت شرایطی ضروری نامیده شده است (۹). استفاده از این مکمل در بین ورزشکاران مرسوم است و به‌عنوان محرک نیتریک اکساید فروخته می‌شود و هدف آن افزایش قدرت و استقامت است (۱۰). تاسی و همکاران (۲۰۰۹)، در پژوهش خود به بررسی تأثیر مصرف مکمل ال- آرژنین بر پاسخ به متابولیک بعد تمرین در دوازده مرد جودوکار پرداختند و نشان دادند که این مکمل می‌تواند در طول دورهٔ ریکاوری غلظت گلوکز و انسولین را افزایش و میزان FFA موجود در خون را کاهش دهد (۱۱). فوربس و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی به بررسی تأثیر مصرف حاد مکمل ال- آرژنین بر پاسخ هورمونی و متابولیک در حین ورزش دوچرخه‌سواری پرداختند. نتیجه نشان داد که مصرف حاد ال-آرژنین جز افزایش اندک گلیسرول و کاهش اکسیداسیون چربی در شروع فعالیت ورزش هیچ پاسخ هورمونی، متابولیکی یا قلبی-تنفسی را در حین ورزش به‌همراه نداشته است (۱۲). مک کونل (۲۰۰۷) در پژوهشی به بررسی مکمل ال- آرژنین بر متابولیک تمرینی پرداخت و نتایج نشان داد، این مکمل عملکرد اندوتلیال را بهبود می‌بخشد و در حالت استراحت سبب افزایش انسولین پلاسما، هورمون رشد، گلوکاگون، کاتکولامین‌ها و پرولاکتین می‌شود (۱۳). ناسیمنتو و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود به بررسی تأثیرات مصرف مکمل ال-آرژنین و ورزش مقاومتی حاد بر نیمرخ لیپید خون و پروتئین‌های التهابی در مردان دارای اضافه وزن پرداختند. نتایج تغییراتی را در شرایط مختلف در تری‌گلیسیرید، کلسترول تام، سطوح آدیپونکتین و تغییرات وابسته به زمان نشان نداد (۱۴). سندباک و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی مصرف حاد مکمل ال-آرژنین و نیترات بر عملکرد اسکی‌بازها پرداختند، این مکمل هیچ اثری بر اجرای استقامت اسکی‌بازان نشان نداد (۱۵). پرانسکون و همکاران (۲۰۱۵) نیز در پژوهشی به بررسی مصرف مکمل ال- آرژنین در حین تمرینات بی‌هوازی حاد در مردان سالم پرداختند و یافته‌ها، تفاوتی را میان میانگین فشار خون شریانی و برون ده قلبی بین گروه‌های دارونما و ال-آرژینین بلافاصله پس از تمرین و سی دقیقه پس از ورزش نشان ندادند (۱۶).

با مراجعه به پیشینهٔ موجود به‌نظر می‌رسد مکمل ال- آرژنین می‌تواند تغییرات عروقی به‌واسطهٔ نیتریک اکساید ایجاد کند، اما در خصوص تأثیرات سوخت‌وسازی این مکمل هرچند مبانی نظری از اثرگذاری آن دفاع می‌کنند، ولی به‌طور قطع نمی‌توان این تأثیرات را بیان کرد و از آنجا که تحقیقات در زمینهٔ تأثیر در دسترس بودن ال-آرژنین در حین و پس از فعالیت ورزشی اندک است، به نظر می‌رسد این خط از تحقیقات پیامدهای مهمی را بر سوخت‌وساز مؤلفه‌های چربی و کربوهیدرات در فعالیت ورزشی به‌همراه داشته باشد. ازاین‌رو محققان در این پژوهش بر آن شدند که به بررسی تأثیر حاد مکمل ال-آرژنین بر سوخت‌وساز چربی و کربوهیدرات پیش، حین و پس از فعالیت ورزشی استقامتی و افزایش عملکرد ورزشی بپردازند.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، نیمه‌تجربی از نوع کاربردی با طرح تک‌گروهی، به‌صورت متقاطع و یک‌سوکور بود که از طریق مدل سری‌های زمانی (شامل دو سری زمانی) اندازه‌گیری مکرر شد. در سری زمانی اول مصرف مکمل ال- آرژنین و در سری دیگر مصرف دارونما به فاصلهٔ دو هفته صورت گرفت و پس از انجام تأثیرات اصلی و تکرار اندازه‌گیری، تعامل آنها بررسی شد. جامعهٔ مورد مطالعهٔ پژوهش، فوتبالیست‌های ۱۶ تا ۲۰ سالهٔ پسر شهر شاهرود بودند، که پنج سال سابقهٔ تمرین فوتبال داشتند. به‌صورت نمونهٔ در دسترس، ۱۲ نفر انتخاب و آزمایش شدند. پژوهش حاضر دارای کد کار آزمایی بالینی به شمارهٔ UMIN000045780 است. در این تحقیق اصول و تمامی موازین اخلاق پژوهش طبق قوانین مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری رعایت شده است. برای اجرای طرح متقاطع به‌صورت تصادفی ۱۲ نفر آزمودنی به دو گروه شش‌نفره تقسیم شدند و یک گروه در جلسهٔ اول با مصرف مکمل و در جلسهٔ دوم با مصرف دارونما به فاصلهٔ دو هفته مراحل کار را انجام دادند و گروه دیگر به‌صورت برعکس در جلسهٔ اول با مصرف دارونما و در جلسهٔ دوم با مصرف مکمل در آزمون شرکت کردند. همچنین هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها از محتویات مادهٔ مصرفی اطلاع نداشتند، برای تحقق این امر آزمودنی‌ها مکمل را با ۴۰۰ میلی‌لیتر آب همراه با اسانس و رنگ آناناس مصرف کردند و در جلسهٔ دارونما ۴۰۰ میلی‌لیتر آب را همراه با اسانس و رنگ آناناس مصرف کردند. تمامی آزمودنی‌ها پیش از شرکت در تحقیق پرسشنامهٔ سلامت و سابقهٔ پزشکی را تکمیل کردند، همچنین با تکمیل برگهٔ رضایت‌نامهٔ شرکت در تحقیق رضایت کتبی و داوطلبانهٔ خود را برای شرکت در تحقیق اعلام کردند. پس از آن برای آشناسازی شرکت‌کنندگان، تمام مراحل تحقیق برای آنها توضیح داده شد. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد حداقل ۴۸ ساعت پیش از آزمون فعالیت سنگین نداشته باشند و شام را قبل از ساعت ۹ شب میل کرده و از ساعت ۱۲ شب به بعد از نوشیدن مایعات خودداری کنند و از خوردن هرگونه مکمل غذایی و ورزشی به‌جز مکمل مورد مطالعه بپرهیزند. آزمودنی‌ها بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح به‌صورت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه کردند. در روز آزمون پس از اندازه‌گیری قد و وزن، اولین مرحلهٔ خون‌گیری انجام گرفت. پنج دقیقه بعد از آن، تست گازآنالیزور در حالت استراحت به‌منظور سنجش میزان اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات اجرا شد. سپس شش گرم مکمل آل-آرژنین (شرکت ژن‌استار) همراه با ۴۰۰ میلی‌لیتر آب یا دارونما مصرف کردند (۱۵، ۱۷) و ۴۵ دقیقه بعد از آن دومین مرحلهٔ خون‌گیری صورت گرفت (۱۸، ۱۹). سپس با گذشت پنج دقیقه استراحت، تست بروس را تا حد واماندگی جهت سنجش حداکثر اکسیژن مصرفی اجرا کردند و بلافاصله سومین مرحلهٔ خون‌گیری به‌عمل آمد. پس از ۳۰ دقیقه استراحت، آزمودنی‌ها در چهارمین و آخرین مرحلهٔ خون‌گیری شرکت کردند.

برای ارزیابی حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها یک آزمون فزاینده (تست بروس) را در محیط آزمایشگاهی و پس از دومین مرحلهٔ خون‌گیری اجرا کردند. به‌منظور سنجش گلیسرول از کیت کمپانی زلبایو آلمان (ZELLBiO) و برای سنجش سطح سرمی گلوکز از روش فتومتریک و کیت پارس آزمون استفاده شد. سنجش اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات از طریق دستگاه تجزیهٔ تنفسی، براساس فرمول فراین محاسبه شد:

اکسیداسیون چربی $(g.min^{-1}) = 1.67 \times VO2\ (L.min^{-1}) - 1.67 \times VCO2(L.min^{-1})$

اکسیداسیون کربوهیدرات $(g.min^{-1}) = 4.55 \times VCO2\ (L.min^{-1}) - 3.21 \times VO2(L.min^{-1})$

پس از یک هفته تأخیر آزمودنی‌ها برای نوبت دوم تمامی مراحل را تکرار کردند. تست در محیط آزمایشگاه دانشگاه صنعتی شاهرود انجام گرفت. خون‌گیری توسط پرستار و با رعایت تمامی پروتکل‌های بهداشتی انجام گرفت. در طول مدت اجرای تست محقق به‌عنوان هماهنگ‌کننده بر نحوهٔ اجرای صحیح تست‌ها نظارت می‌کرد.

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش‌های آماری مرتبط با نوع داده‌ها و معیارهای آنها و از نرم‌افزارهای آماری SPSS و Excel استفاده شد. از آزمون شاپیروویلک برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای

تجزیه‌وتحلیل داده‌های تحقیق و برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها از آزمون بونفرونی استفاده شد. مقدار معناداری در سطح P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

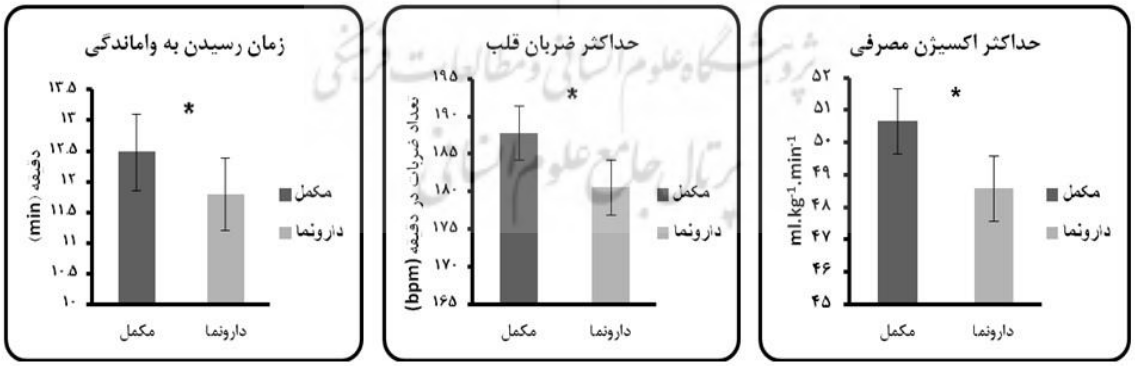
یافته‌های پژوهش

در جدول ۱ مشخصات آزمودنی‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱. اطلاعات توصیفی متغیرهای جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

متغیر	میانگین±معیار انحراف
سن (سال)	۱۸/۸۳ ±۱/۱۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۵/۵۸±۲/۹۹
وزن (کیلوگرم)	۶۵/۷۰±۳/۹۵
شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱/۲۵±۱/۹۵

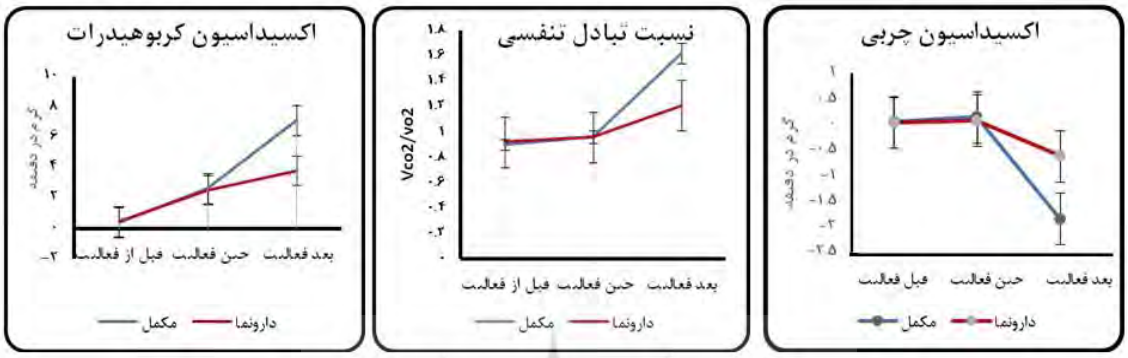
مقدار حداکثر اکسیژن مصرفی در حالت دارونما ۴۸/۵۸ و با مصرف حاد مکمل ال-آرژنین به ۵۰/۵۸ رسید (P=۰/۰۲). همچنین مقدار حداکثر ضربان قلب در حالت دارونما ۱۸۰/۵۸ و با مصرف حاد مکمل ال-آرژنین به ۱۸۷/۸۳ رسید (P=۰/۰۲). از سوی دیگر زمان رسیدن به واماندگی در حالت دارونما ۱۱/۸۰ ثانیه بود و با مصرف مکمل به ۱۲/۴۹ ثانیه افزایش معناداری یافت (P=۰/۰۱) و نشان داده شد، مصرف حاد مکمل ال-آرژنین بر حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر ضربان قلب و زمان رسیدن تا واماندگی در حین فعالیت ورزشی پیش‌رونده تأثیرگذار است و زمان رسیدن به واماندگی را افزایش می‌دهد.



شکل ۲. تفاوت حداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر ضربان قلب و زمان رسیدن به واماندگی در دو حالت مصرف مکمل و دارونما
*** معناداری در سطح P < ۰/۰۵**

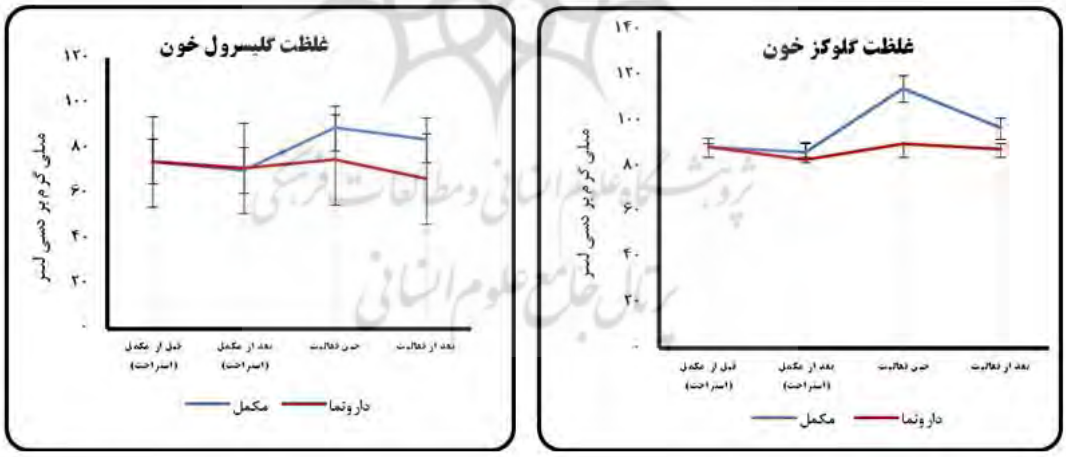
بین حداکثر اکسیداسیون چربی در قبل، حین و بعد فعالیت ورزشی پیش‌رونده در دو حالت دارونما و مصرف مکمل اختلاف وجود دارد که این اختلاف از لحاظ آماری معنادار است (P=۰/۰۰۱). مقدار حداکثر اکسیداسیون کربوهیدرات پیش و حین فعالیت ورزشی پیش‌رونده بین دو حالت دارونما و مصرف مکمل اختلاف چندانی ندارند، ولی حداکثر اکسیداسیون کربوهیدرات پس از فعالیت ورزشی در حالت مصرف مکمل خیلی بالاتر از حالت دارونماست که این اختلاف از نظر آماری معنادار است (P=۰/۰۰۱).

مقدار نسبت تبادل تنفسی قبل و حین فعالیت ورزشی پیش‌رونده بین دو حالت دارونما و مصرف مکمل اختلاف چندانی ندارند، ولی نسبت تبادل تنفسی پس از فعالیت ورزشی در حالت مصرف مکمل خیلی بالاتر از حالت دارونماست که این اختلاف از نظر آماری معنادار است (P=۰/۰۰۱).



شکل ۲. حداکثر اکسیداسیون چربی، اکسیداسیون کربوهیدرات و نسبت تبادل تنفسی پیش، حین و پس از فعالیت ورزشی پیش‌رونده در دو حالت دارونما و مصرف مکمل

مقدار غلظت گلیسرول و گلوکز خون پیش از فعالیت ورزشی پیش‌رونده بین دو حالت دارونما و مصرف مکمل اختلاف چندانی ندارند، ولی غلظت گلیسرول و گلوکز خون حین و پس از فعالیت ورزشی در حالت مصرف مکمل بالاتر از حالت دارونماست (به‌ترتیب P=۰/۰۲ و P=۰/۰۰۱).



شکل ۳. غلظت گلوکز و گلیسرول خون پیش، حین و پس از فعالیت ورزشی پیش‌رونده در دو حالت دارونما و مصرف مکمل

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، اثر حاد مکمل ال-آرژنین بر سوخت‌وساز چربی و کربوهیدرات پیش، حین و پس از فعالیت استقامتی بررسی شد که براساس نتایج، مصرف حاد مکمل ال-آرژنین افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر ضربان قلب و طولانی‌تر شدن زمان واماندگی در حین فعالیت ورزشی پیش‌رونده را موجب شد. همچنین مصرف حاد مکمل ال-آرژنین، کاهش حداکثر اکسیداسیون

چربی پس از فعالیت ورزشی، افزایش حداکثر اکسیداسیون کربوهیدرات، افزایش نسبت تبادل تنفسی و افزایش غلظت گلوکز و گلیسرول خون را پس از فعالیت ورزشی پیش‌رونده به‌همراه داشت.

سازوکارهای تأثیرات مکمل‌دهی ال-آرژنین بر افـزایش عملکـرد و اجـرا به‌طور کامل شناخته شده نیست. ازاین‌رو مصرف حاد مکمل ال-آرژنین بر افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر ضربان قلب و زمان رسیدن به واماندگی در حین فعالیت ورزشی پیش‌رونده بررسی شد. نتایج تحقیق حاضر همراستا با نتایج پژوهش معظمی و همکاران (۱۳۹۳) بود که به بررسی یک هفته مکمل‌سازی ال-آرژنین بر سطح گازهای تنفسی و میزان لاکتات خون دختران هندبالیست پرداختند و گزارش کردند که یک هفته مکمل‌سازی سبب افزایش VO2max می‌شود. آنها علت این افزایش را اتساع عروق به‌وجودآمده توسط نیتریک اکساید بالا گزارش و بیان کردند که براساس شواهد موجود مداخلاتی که در زیست‌فراهمی نیتریک اکساید اثر می‌گذارند، می‌توانند هزینهٔ اکسیژن را در ورزش تغییر دهند، جریان خون را تحت تأثیر قرار دهند و سبب تحویل بیشتر مواد مغذی شوند و در حذف محصولات زائد سوخت‌وساز کمک کنند (۲۰). غیرهمسو با تحقیق حاضر بیلی و همکاران (۲۰۱۵) به مقایسهٔ تأثیر ال سیترولین و ال-آرژنین روی بیومارکرهای نیتریک اکساید، VO2 و عملکرد ورزشی (شش گرم از هر کدام در روز) پرداختند که اثری در مکمل‌رسانی ال-آرژنین بر VO2 در طول فعالیت ورزشی با شدت متوسط یا شدید مشاهده نکردند. محقق عدم تأثیر این مکمل بر VO2 را در طول ورزش به میزان دوز مصرفی مکمل مصرفی ال-آرژنین و حساسیت آزمودنی‌ها و ناراحتی گوارشی شرکت‌کنندگان نسبت دادند (۲۱).

مصرف حاد مکمل ال-آرژنین بر حداکثر اکسیداسیون کربوهیدرات پیش و حین فعالیت ورزشی پیش‌رونده تأثیر نداشت، ولی سبب افزایش اکسیداسیون کربوهیدرات پس از فعالیت ورزشی شد. این یافته‌ها با نتایج بصامی و همکاران (۱۳۹۸) همخوانی دارد. آنها در تحقیق خود نشان دادند که مصرف مکمل ال-آرژنین سبب افزایش متابولیسم کربوهیدرات پس از فعالیت تناوبی با شدت بالا در افراد دارای اضافه وزن شد (۲۲). در تبیین این نتایج می‌توان به افزایش مقادیر GLUT4 بافت عضله و همچنین فعال شدن AMPK و ترشح گلوکاگون ناشی از مصرف مکمل ال-آرژنین اشاره کرد که به‌طور کلی می‌تواند به افزایش متابولیسم کربوهیدرات هنگام فعالیت ورزشی نسبت به پیش از فعالیت منجر شود (۲۳). در واقع کاتکولامین‌ها، گلوکاگون و کورتیزول در گردش خون طی فعالیت ورزشی وامانده با شدت بالا نسبت به سایر تمرینات ورزشی بیشتر ترشح می‌شوند که بر گلیکولیز و گلیکوژنولیز تأثیر مثبت دارند و می‌توانند متابولیسم کربوهیدرات را افزایش دهند. از طرفی مکمل ال-آرژنین هم موجب فعال شدن گلیکولیز و گلیکوژنولیز به‌سبب افزایش مقادیر GLUT4، AMPK و گلوکاگون می‌شود که حاصل عوامل فوق منجر به افزایش چند برابری متابولیسم کربوهیدرات توأم با مکمل‌دهی ال-آرژنین بعد فعالیت شد. از سوی دیگر، افزایش تعداد ضربان قلب در حالت واماندگی با افزایش زمان فعالیت، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و افزایش متابولیسم کربوهیدرات همراه بوده که نشان می‌دهد مصرف حاد مکمل ال-آرژنین سبب می‌شود بدن سطح بالایی از توان هوازی را تجربه کند که برای این منظور به حداکثر ضربان قلب بیشتری نیاز است (۲۴). از جمله مطالعهٔ ناهمسو با نتایج مذکور، می‌توان به پژوهش بسکو و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرد که در آن مصرف مکمل ال-آرژنین بر متابولیسم کربوهیدرات و زمان رسیدن به واماندگی اثر معناداری نداشت و محقق این عدم تغییر معناداری را به سطح آمادگی جسمانی شرکت‌کنندگان نسبت داد (۲۵).

مصرف حاد مکمل ال-آرژنین بر نسبت تبادل تنفسی قبل و حین فعالیت ورزشی پیش‌رونده تأثیر نداشت، ولی موجب افزایش نسبت تبادل تنفسی پس از فعالیت ورزشی شد. این نتایج با یافته‌های ساندرلند و همکاران (۲۰۱۱) و کامیک و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد (۲۶، ۲۷) و با نتایج بسکو و همکاران (۲۰۰۹) ، رانچوردا و همکاران (۲۰۱۱) و معظمی و همکاران (۱۳۹۳) همخوانی ندارد (۲۰، ۲۸، ۲۹). ساندرلند و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که ۲۸ روز مصرف مکمل ال-آرژنین بر حداکثر اکسیژن مصرفی و

آستانهٔ تهویه‌ای در دوچرخه‌سواران نخبهٔ استقامتی تأثیری ندارد (۲۶). مصرف مکمل ال-آرژنین سبب افزایش فاکتورهای عملکردی از جمله حداکثر اکسیژن مصرفی، مدت زمان رسیدن به واماندگی و افزایش میزان سوخت‌وساز گلوکز می‌شود و از آنجا که نسبت تبادل تنفسی تابعی از نسبت سوخت‌وساز کربوهیدرات و چربی است؛ بنابراین با توجه به یافته‌های این پژوهش دور از انتظار نیست که مصرف مکمل ال-آرژنین سبب بالا رفتن نسبت تبادل تنفسی شود (۲۷). دلیل تناقض در اثر مصرف مکمل ال-آرژنین بر نسبت تبادل تنفسی را می‌توان به تأثیرات اندک بالقوه رژیم غذایی بر روی ورزشکاران نخبه و پاسخ‌های فردی مثبت دانست که این مطالعه نتوانست آنها را تشخیص دهد. افزون‌بر این، مطالعات بیشتری برای بررسی اینکه آیا مکمل‌های غذایی می‌توانند در دسترس بودن NO را افزایش دهند و عملکرد را در سایر گروه‌های ورزشکار نخبه، حالت‌های ورزشی، محیط‌های هیپوکسیک یا با مکمل‌های مزمن افزایش دهند، مورد نیاز است.

مصرف حاد مکمل ال-آرژنین بر غلظت گلوکز خون پیش از فعالیت ورزشی پیش‌رونده تأثیر نداشت، ولی سبب افزایش غلظت گلوکز خون حین و پس از فعالیت ورزشی پیش‌رونده شد. مک کونل و همکاران (۲۰۰۷) و لیندن و همکاران (۲۰۱۱) اثر تزریق درون‌وریدی ال- آرژنین به‌همراه کربوهیدرات بر غلظت انسولین و برداشت خونی گلوکز هنگام فعالیت را بررسی کرده و افزایش سطوح گلوکز، پاکسازی گلوکز از خون و افزایش جریان خون حین فعالیت را گزارش داده‌اند که به‌نوعی همسو با نتایج پژوهش حاضر است (۱۳، ۳۰). ال- آرژنین عملکرد دیگری هم دارد و آن این است که مادهٔ اولیه برای تولید نیتریک اکسید محسوب می‌شود، ترکیبی که انقباض عضلات صاف عروق را تحت تأثیر قرار می‌دهد (موجب گشادی رگ می‌شود). از طرفی نیتریک اکسید در عضلهٔ اسکلتی سبب افزایش بیان GLUT4 می‌شود. نشان داده شده است که افزایش سطوح ال-آرژنین سبب گشادی عروق و در نتیجه افزایش جریان خون عضلانی می‌شود (۳۰). مکمل ال-آرژنین علاوه‌بر افزایش نیتریک اکساید و افزایش جریان خون عضله، تولید GLUT4 را افزایش می‌دهد؛ ترکیبی که گیرندهٔ ناقل گلوکز است و در پاسخ به انسولین، از ویزیکول‌های داخل‌سلولی به طرف غشای سلولی منتقل شده، موجب افزایش برداشت گلوکز و سنتز بهینه گلیکوژن می‌شود (۳۱). این در حالی است که در تحقیق کونل و همکاران (۲۰۰۶) کاهش غلظت گلوکز پلاسما در طول ورزش استقامتی در مردان ورزشکار گزارش شد که با نتایج پژوهش حاضر متفاوت بود. انفوزیون ال-آرژنین تأثیری بر جریان خون در حین ورزش و تأثیر معناداری بر غلظت انسولین پلاسما نداشت و محقق علت را به افزایش تولید NO توسط NOS عضلات اسکلتی و غلظت کمتر NEFA پلاسما در طول تزریق ال-آرژنین را علت دفع بالاتر گلوکز دانست (۳۲).

مصرف حاد مکمل ال-آرژنین بر غلظت گلیسرول خون پیش از فعالیت ورزشی پیش‌رونده تأثیر نداشت، ولی سبب افزایش غلظت گلیسرول خون حین و پس از فعالیت ورزشی پیش‌رونده شد. این نتایج با یافته‌های فوربز و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی دارد (۱۲). آنها نشان دادند که مصرف یک جلسه‌ای ال-آرژنین سبب افزایش مقادیر گلیسرول پس از فعالیت ورزشی حاد دوچرخه‌سواری می‌شود که از نشانه‌های اصلی فرایند لیپولیز است. از طرفی ناسیمنتو و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که مصرف یک جلسه ال-آرژنین بعد از فعالیت حاد مقاومتی به کاهش سطوح اسید چرب غیراستریفه، یک ساعت پس از فعالیت ورزشی مقاومتی در حالت ریکاوری منجر می‌شود که نشان‌دهندهٔ افزایش اکسیداسیون چربی است (۱۴). همچنین محققان نشان دادند مصرف ال-آرژنین افزایش گلیسرول پلاسما و لیپولیز را در طول ورزش کاهش می‌دهد و این با نتایج پژوهش حاضر در تناقض است. محقق علل احتمالی کاهش گلیسرول در طول فعالیت ورزشی را به افزایش سطح NO و تحریک کاتکولآمین‌ها نسبت داده که به مهار لیپولیز منجر شده است. اما به‌نظر می‌رسد مدرک قطعی مبنی بر اینکه ال-آرژنین به‌طور مستقیم لیپولیز را مهار می‌کند، وجود ندارد (۳۲).

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد، مصرف حاد مکمل ال-آرژنین افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر ضربان قلب و طولانی‌تر شدن زمان واماندگی در حین فعالیت ورزشی پیش‌رونده را موجب می‌شود. همچنین کاهش حداکثر اکسیداسیون چربی پس از فعالیت ورزشی، افزایش حداکثر اکسیداسیون کربوهیدرات، افزایش نسبت تبادل تنفسی و افزایش غلظت گلوکز و گلیسرول خون را پس از فعالیت ورزشی پیش‌رونده به‌همراه داشت و با توجه به اینکه در تحقیق حاضر مصرف مکمل ال-آرژنین سبب افزایش VO2max و زمان واماندگی شد، ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود ورزشکاران مکمل ال-آرژنین را به‌منظور افزایش توان هوازی و افزایش عملکرد استقامتی و کاهش خستگی در تمرینات هوازی، استفاده کنند.

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر مکمل ال-آرژنین بر اکسیداسیون کربوهیدرات و چربی و برخی فاکتورهای قلبی- تنفسی در یک فعالیت پیش‌رونده انجام گرفت. به‌طور کلی مصرف مکمل ال-آرژنین توانست حین و پس از فعالیت پیش‌رونده، اکسیداسیون کربوهیدرات را کاهش و اکسیداسیون چربی را افزایش دهد. همچنین حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر ضربان قلب را افزایش داد. هرچند در توجیه این سازوکارها به‌سبب محدودیت اطلاعات باید بااحتیاط سخن گفت و نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر احساس می‌شود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از مدیریت آزمایشگاه دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه صنعتی شاهرود و تمام کسانی که در انجام این تحقیق همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

1. Edenfield KM. Sports Supplements: Pearls and Pitfalls. Primary Care: Clinics in Office Practice. 2020; 47(1):37-48.
2. Howard MS, DiDonato KL, Janovick DL, Schroeder MN, Powers MF, Azzi AG, et al. Perspectives of athletes and pharmacists on pharmacist-provided sports supplement counseling: An exploratory study. Journal of the American Pharmacists Association. 2018;58(4): S30-S6. e2.
3. Arenas Jiménez MD. When the sport stops being health: Diets, supplements and substances to increase the performance and its relation with the kidney. Nefrología (English Edition). 2019;39(3):223-6.
4. Burke L, Cort M, Cox G, Crawford R, Desbrow B, Farthing L, et al. Supplements and sports foods. Clinical sports nutrition. 2006;3.
5. Greenwood M, Cooke MB, Ziegenfuss T, Kalman DS, Antonio J. Nutritional supplements in sports and exercise: Springer; 2015.
6. Ranjbar K, Nazem F, Sabrinezhad R, Nazari A. Aerobic training and L-arginine supplement attenuates myocardial infarction-induced kidney and liver injury in rats via reduced oxidative stress. Indian heart journal. 2018;70(4):538-43. (In Persian)
7. Salgueiro RB, Gerlinger-Romero F, Guimarães-Ferreira L, de Castro Barbosa T, Nunes MT. Exercise training reverses the negative effects of chronic L-arginine supplementation on insulin sensitivity. Life sciences. 2017;191:17-23.
8. Castro F, Su S, Choi H, Koo E, Kim W. L-Arginine supplementation enhances growth performance, lean muscle, and bone density but not fat in broiler chickens. Poultry science. 2019;98(4):1716-22.
9. Monti LD, Casiraghi MC, Setola E, Galluccio E, Pagani MA, Quaglia L, et al. L-arginine enriched biscuits improve endothelial function and glucose metabolism: a pilot study in healthy subjects and

a cross-over study in subjects with impaired glucose tolerance and metabolic syndrome. Metabolism. 2013;62(2):255-64.
10. Zajac A, Poprzecki S, Zebrowska A, Chalimoniuk M, Langfort J. Arginine and ornithine supplementation increases growth hormone and insulin-like growth factor-1 serum levels after heavy-resistance exercise in strength-trained athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010;24(4):1082-90.
11. Tsai P-H, Tang T-K, Juang C-L, Chen K, Chi C-A, Hsu M-C. Effects of arginine supplementation on post-exercise metabolic responses. Chin J Physiol. 2009;52(3):136-42.
12. Forbes SC, Harber V, Bell GJ. The acute effects of L-arginine on hormonal and metabolic responses during submaximal exercise in trained cyclists. International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2013;23(4):369-77.
13. McConell GK. Effects of L-arginine supplementation on exercise metabolism. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care. 2007;10(1):46-51.
14. Nascimento M, Higa E, de Mello M, Tufik S, Oyama L, Santos R, et al. Effects of short-term l-arginine supplementation on lipid profile and inflammatory proteins after acute resistance exercise in overweight men. e-SPEN Journal. 2014;9(3):e141-e5.
15. Sandbakk SB, Sandbakk Ø, Peacock O, James P, Welde B, Stokes K, et al. Effects of acute supplementation of L-arginine and nitrate on endurance and sprint performance in elite athletes. Nitric Oxide. 2015;48:10-5.
16. Pranskunas A, Pranskuniene Z, Bernatoniene J, Vaitkaitiene E, Brazaitis M. Microcirculatory effects of L-arginine during acute anaerobic exercise in healthy men: A pilot study. Journal of Exercise Science & Fitness. 2015;13(2):57-62.
17. Bailey SJ, Winyard PG, Vanhatalo A, Blackwell JR, DiMenna FJ, Wilkerson DP, Jones AM. Acute L-arginine supplementation reduces the O2 cost of moderate-intensity exercise and enhances high-intensity exercise tolerance. Journal of Applied Physiology. 2010 Nov;109(5):1394-403.
18. Wax B, Kavazis AN, Webb HE, Brown SP. Acute L-arginine alpha ketoglutarate supplementation fails to improve muscular performance in resistance trained and untrained men. Journal of the International Sopciety of Sports Nutrition. 2012 Dec;9(1):1-6.
19. Álvares TS, Conte Jr CA, Paschoalin VM, Silva JT, Meirelles CD, Bhambhani YN, Gomes PS. Acute l-arginine supplementation increases muscle blood volume but not strength performance. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2012 Feb;37(1):115-26.
20. Muazzezzaneh A, Keshavarz SA, Sabour Yaraghi AA, Djalali M, Rahimi A. Effect of L-Arginine supplementation on blood lactate level and VO2 max at anaerobic threshold performance. KAUMS Journal (FEYZ). 2010;14(3):200-8. (In Persian)
21. Bailey SJ, Blackwell JR, Williams E, Vanhatalo A, Wylie LJ, Winyard PG, et al. Two weeks of watermelon juice supplementation improves nitric oxide bioavailability but not endurance exercise performance in humans. Nitric Oxide. 2016;59:10-20.
22. Bassami M, Tataroo B, Ahmadizad S. Effects of L-Arginine supplementation on fat and carbohydrate metabolism during high intensity interval exercise in overweight individuals. Metabolism and Exercise. 2019 Oct 23;9(2):105-16. (In Persian)
23. Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? Exercise and sport sciences reviews. 2008;36(2):58-63.
24. Bi'e Tan XL, Yin Y, Wu Z, Liu C, Tekwe CD, Wu G. Regulatory roles for L-arginine in reducing white adipose tissue. Frontiers in bioscience: a journal and virtual library. 2012; 17:2237.
25. Besco R, Sureda A, Tur JA, Pons A. The effect of nitric-oxide-related supplements on human performance. Sports medicine. 2012 Feb;42(2):99-117.
26. Sunderland KL, Greer F, Morales J. VO^ sub 2^ MAX AND VENTILATORY THRESHOLD OF TRAINED CYCLISTS ARE NOT AFFECTED BY 28-DAY L-ARGININE SUPPLEMENTATION. Journal of strength and conditioning research. 2011;25(3):833.

27. Camic CL, Housh TJ, Mielke M, Zuniga JM, Hendrix CR, Johnson GO, et al. The effects of 4 weeks of an arginine-based supplement on the gas exchange threshold and peak oxygen uptake. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2010;35(3):286-93.
28. Bescós R, Gonzalez-Haro C, Pujol P, Drobnic F, Alonso E, Santolaria ML, et al. Effects of dietary L-arginine intake on cardiorespiratory and metabolic adaptation in athletes. International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2009;19(4):355-65.
29. Ranchordas M, Whitehead T. Effect of acute L-arginine supplementation on 20 km time trial performance in competitive male cyclists. British Journal of Sports Medicine. 2011;45(15):A11-A.
30. Linden KC, Wadley GD, Garnham AP, McConell GK. Effect of l-arginine infusion on glucose disposal during exercise in humans. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(9):1626-34.
31. Vieira Teixeira da Silva D, Adam Conte-Junior C, Margaret Flosi Paschoalin V, da Silveira Alvares T. Hormonal response to L-arginine supplementation in physically active individuals. Food & nutrition research. 2014;58(1):22569.
32. McConell GK, Huynh NN, Lee-Young RS, Canny BJ, Wadley GD. L-Arginine infusion increases glucose clearance during prolonged exercise in humans. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2006 Jan;290(1):E60-6.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی