Journal of Sport Biosciences
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4148

The Effect of L-Arginine Supplementation on the Sequence of Responses of Some Biochemical Indices During the Recovery Period in Male Endurance Swimmers

Rahman Soori [1]✉, Alireza Moosakhani [2], Siroos Choobineh [3], Farhad Moosakhani[4], Hamed Rezakhani Taleghani[5]

1.Corresponding Author, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: soori@ut.ac.ir
2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: ar.moosakhani@alumni.ut.ac.ir
3. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: choobineh@ut.ac.ir
4.Department of Veterinary Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran. E-mail: fmoosakhani@kiau.ac.ir
5.Department of Sports Management, Faculty of Physical Education, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran. E-mail: Hamed.rezakhani@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research

Article history:
Received:
7 June 2017
Received in revised form:
22 June 2017
Accepted:
16 Aril 2018
Published online:
22 August 2024

Keywords:
Growth Hormone,
Insulin,
L-Arginine,
Recovery Period.

ABSTRACT

Introduction: : Recovery after sports training especially endurance activities is one of the most important concerns of athletes and coaches. The present study aimed to investigate the effect of a short-term course of oral l-arginine supplementation on the sequence of responses of some biochemical indices levels during the recovery period in male endurance swimmers.

Methods: 20 male endurance swimmers with the mean and standard deviation of age: 29.25±4.5 years, weight: 78.06±7.5 Kg, BMI: 23.99±3.69 Kg/m^2, and VO_{2max}: 41±3.1 mL/kg.min were randomly assigned into two supplement (10 people) and placebo (10 people) groups. During one week, 7 g/day of L-arginine was given to the supplement group and 7 g/day of placebo was given to the other group. At the beginning and the end of the week, the participants underwent a 1500-meter freestyle swimming test. Blood sampling was drawn at the rest times and 5, 30, and 60 minutes after exercise.

Results: The results of the present study indicate that the short-term oral intake of l-arginine supplement decreased the resting levels of the insulin hormone and increased insulin hormone immediately after exercise. Likewise, growth hormone increased after 60 minutes. In addition, it showed a decrease in cortisol hormone at 30 and 60 minutes and an increase in testosterone hormone ($P<0.05$). No significant changes were observed in the levels of other variables ($P>0.05$).

Conclusion: In general, it seems that L-arginine supplementation has beneficial effects on the short-term recovery of endurance swimmers.

Cite this article: Soori R., Moosakhani A.R., Choobineh S., Moosakhani F., & Rezakhani Taleghani H. Effect of L-Arginine Supplementation on Some Biochemical Factors in the Subsequence Responses During Recovery Period in Male Endurance Swimmers. *Journal of Sport Biosciences. 2024;* 16 (2), 5-16.
DOI: http//doi.org/10.22059/jsb.2018.206741.1080

Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0. | Web site: https://jsb.ut.ac.ir/ | Email: jsb@ut.ac.ir.

© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press.

Journal of Sport Biosciences
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4148

Extended Abstract

Introduction

Recovery after exercise specifically after endurance activities is one of the most important concerns of athletes and coaches. Arginine is one of the amino acids considered as a precursor of nitric oxide and creatine amino acid. Previous studies showed that L-arginine has a positive effect on increasing growth hormone and insulin. When swimming competitions are performed on successive days and in a limited time, rapid recovery after each intense activity is significant and vital for swimmers. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of a short-term oral arginine supplementation on the sequence of responses of the levels of anabolic hormones including testosterone, insulin, and growth hormone, as well as the biochemical indices such as blood lactate and glucose in male endurance swimmers during the recovery period.

Methods

20 male endurance swimmers (healthy people with a history of continuous training for more than a year, at least three sessions a week) with mean and standard deviation of age 29.25±4.5 years, height 177.93±5.35 cm, weight 5.5 78.06±7 kg, body mass index 23.99±3.69 kg/m2, fat percentage 16.4±5.7, aerobic capacity (VO_{2MAX}) 41±3.1 ml/kg*min voluntarily participated in this research. Participants were randomly assigned into two groups: supplement (10 people) and placebo (10 people). For one week, 7 grams of arginine was given at three different times during the day to the supplement group and in the same way, 7 grams of placebo was given to the control group. At the beginning and end of the week, participants swam 1500 meters of freestyle with maximum power as an endurance test. Subsequently, blood samplings were drawn before and after the supplementation in the same way. In each cycle of taking specimens, blood samples were drawn at rest times (before and immediately after the 1500m swimming test) and 5, 30, and 60 minutes after the swimming test.

Results

Current study outcomes indicated that the short-term oral intake of arginine supplement decreased the resting levels of the insulin hormone and increased this hormone immediately after exercise. Also, after 60 minutes, the growth hormone was increased. In addition, it showed a decrease in cortisol hormone at 30 and 60 minutes and subsequently an increase in testosterone hormone ($P \geq 0.05$). No significant change was observed in the levels of other variables ($P \geq 0.05$).

Conclusion

According to the results of the above research, arginine supplementation can positively affect insulin, testosterone, and growth hormone levels as anabolic hormones that are very efficient factors in recovery after intense physical activities. On the other hand, a decrease in cortisol hormone as an important catabolic index in the recovery period was also the other crucial effect of arginine consumption in our study. Based on our findings, a significant correlation was observed between insulin, growth hormone, testosterone, and cortisol with arginine consumption. However, no significant relationship was observed considering the relationship between arginine and blood glucose and lactate. In general, L-arginine supplementation may have beneficial effects on the short-term recovery of endurance swimmers.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines:
Ethical considerations were followed based on the guidelines presented by the ethical committee of the University of Tehran.

Funding: No funding was received for this experiment.

Authors' contribution:

- Dr. Rahman Soori: Supervisor
- Dr. Siroos Choobineh: Co-Supervisor
- Alireza Moosakhani: Conducting the experiment
- Dr. Hamed Rezakhani Taleghani: organization and managing all participants for the experiment and contribution to data collection
- Dr. Farhad Moosakhani: Supervising all laboratory blood sample measurements and supporting all expenses of blood factors testing

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Acknowledgments: We would like to acknowledge and give our warmest thanks to the Blue Dolphin swimming team and all the people who contributed to this experiment as well as Mabna-Laboratory to help us to do blood factors measurement.

علوم زیستی ورزشی
انتشارات دانشگاه تهران
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۱۴۸

تأثیر مکمل‌سازی آرژنین بر توالی پاسخ‌های برخی شاخص‌های بیوشیمیایی مردان شناگر استقامتی در دورهٔ بازیافت

رحمان سوری[1]✉، علیرضا موسی‌خانی[2]، سیروس چوبینه[3]، فرهاد موسی‌خانی[4]، حامد رضاخانی طالقانی[5]

۱. استاد گروه فیزیولوژی فعالیت ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: soori@ut.ac.ir
۲. گروه فیزیولوژی فعالیت ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: ar.moosakhani@alumni.ut.ac.ir
۳. استاد گروه فیزیولوژی فعالیت ورزشی، دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: choobineh@ut.ac.ir
٤. گروه آسیب‌شناسی دامپزشکی، دانشکدهٔ دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران. رایانامه: fmoosakhani@kiau.ac.ir
۵. گروه مدیریت ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران. رایانامه: Hamed.rezakhani@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۱۷
تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۰۴/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱

کلیدواژه‌ها:
دوره بازیافت، انسولین، ال آرژنین، هورمون رشد.

چکیده

مقدمه: بازیافت پس از تمرینات ورزشی و به‌خصوص فعالیت‌های استقامتی از مهم‌ترین دغدغه‌های ورزشکاران و مربیان است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر یک دورهٔ کوتاه‌مدت مکمل‌دهی ال‌آرژنین خوراکی بر توالی پاسخ‌های سطوح برخی شاخص‌های بیوشیمیایی در مردان شناگر استقامتی در دورهٔ بازیافت است.

روش پژوهش: ۲۰ آزمودنی مرد شناگر استقامتی به‌ترتیب با میانگین و انحراف استاندارد سن ۲۹/۲۵±۴/۵ سال، وزن ۷۸/۷±۰۶/۵ کیلوگرم، شاخص تودهٔ بدنی ۲۳/۹۹±۳/۶۹ کیلوگرم بر متر مربع، توان هوازی ۴۱±۳/۱ میلی‌لیتر/کیلوگرم در دقیقه به‌صورت تصادفی به دو گروه مکمل (۱۰ نفر) و دارونما (۱۰ نفر) تقسیم شدند. در طول یک هفته روزانه هفت گرم آرژنین به گروه کنترل و گروه دیگر دارونما داده شد. در ابتدا و انتهای هفته آزمون ۱۵۰۰ متر شنای آزاد از آزمودنی‌ها به‌عمل آمد. خون‌گیری در زمان‌های استراحتی و دقیقه‌های پس از تمرین، ۵، ۳۰ و ۶۰ انجام گرفت.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از آن است که مصرف خوراکی مکمل ال‌آرژنین به‌صورت کوتاه‌مدت سبب کاهش سطوح استراحتی هورمون انسولین و افزایش این هورمون بلافاصله پس از فعالیت شد. همین‌طور پس از ۶۰ دقیقه هورمون رشد نیز افزایش نشان داد. افزون بر این کاهش هورمون کورتیزول در زمان ۳۰ دقیقه و دقیقهٔ ۶۰ و افزایش هورمون تستوسترون را نشان داد ($P<0/05$). در سطوح متغیرهای دیگر تغییر معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد مصرف مکمل ال‌آرژنین می‌تواند تأثیرات سودمندی بر ریکاوری کوتاه‌مدت شناگران استقامتی داشته باشد.

استناد: سوری، رحمان؛ موسی‌خانی، علیرضا؛ و همکاران (۱۴۰۰). تأثیر مکمل‌سازی آرژنین بر توالی پاسخ‌های برخی شاخص‌های بیوشیمیایی مردان شناگر استقامتی در دورهٔ بازیافت. نشریهٔ *علوم زیستی ورزشی*، (۲)۱۶، ۱۶-۵.
DOI: http//doi.org/10.22059/jsb.2018.206741.1080

دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کریتیو کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است. | آدرس نشریه: https://jsb.ut.ac.ir/ | ایمیل: jsb@ut.ac.ir

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.
© نویسندگان.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

آرژنین، پیش‌ساز نیتریک اکسید[1] و کراتین محسوب می‌شود و مصرف آن افزایش هورمون رشد را در پی دارد [۳-۱]. این اسید آمینه سبب افزایش قدرت [۲، ۴]، افزایش ترشح نیتریک اکسید [۱، ۳، ۵]، بهبود ریکاوری کوتاه‌مدت [۷-۵] و همین طور به تأخیر افتادن خستگی [۵، ۸، ۹] و در نتیجه بهبود عملکرد ورزشکاران می‌شود [۱]. این اسید آمینه با تحریک دستگاه ایمنی موجب افزایش تولید کلاژن و بهبود زخم می‌شود [۱۰]. افزون بر این با افزایش الاستیسیتهٔ عروق و نیز تنظیم هورمون‌های کنترل‌کنندهٔ گلوکز خون، تخلیهٔ زودهنگام گلیکوژن عضلانی را به تأخیر می‌اندازد [۱، ۳].

آرژنین با سرکوب سوماتواستاتین درون‌زا سبب افزایش ترشح هورمون رشد می‌شود [۲]. این اسید آمینه، مکملی است که مصرف آن در سال‌های اخیر بین ورزشکاران رواج زیادی پیدا کرده است و برخی تحقیقات به بررسی تأثیرات آن بر عملکرد و شاخص‌های مختلف پرداخته‌اند، که نشان از اهمیت و رواج آن در بین ورزشکاران حرفه‌ای دارد. پژوهش‌ها و تحقیقات انجام‌گرفته در این حوزه بیشتر روی ورزش‌هایی مانند دوچرخه‌سواری، دوومیدانی، جودو و کشتی متمرکز بوده است. در همین زمینه، پژوهشی به بررسی اثر مکمل آرژنین به مدت سه هفته و طی یک آزمون بی‌هوازی روی ورزشکاران سالم پرداخته است. در گروه آرژنین کاهش اسید لاکتیک خون و افزایش حداکثر توان هوازی نشان داده شده است [۸]. از طرفی در تحقیقی دیگر، تأثیر مصرف خوراکی آرژنین‌پیش از تمرین مقاومتی، با کاهش هورمون رشد و همین‌طور عدم تغییر معنادار سطوح هورمون کورتیزول در ورزشکاران مرد همراه بوده است [۱۱]. اما تأثیر مکمل‌دهی آرژنین و الاورنیتین در کوتاه‌مدت در ورزشکاران مقاومتی تمرین‌کرده بررسی شد، که افزایش هورمون رشد و عدم تغییر معنادار هورمون انسولین را نشان داد [۱۲]. متعاقباً گزارش شده است مکمل‌دهی آرژنین‌با افزایش معنادار آستانهٔ بی‌هوازی و نیز عدم تغییر معنادار حداکثر اکسیژن مصرفی پس از آزمون هوازی همراه بوده است [۹].

افزایش سطوح گلوکز و انسولین پس از مصرف آرژنین در ترکیب با مکمل‌های دیگر مانند اسیدهای آمینهٔ شاخه‌دار[2] در برخی پژوهش‌های دیگر نیز نشان داده شده است [۲، ۱۳، ۱۴]، درحالی‌که تزریق وریدی آرژنین پیش و در حین فعالیت‌های استقامتی آثار معناداری بر برخی هورمون‌ها، مانند انسولین نداشته است[۱۵]. همان‌طورکه در نتیجهٔ پژوهش‌های مختلف گزارش شده است، افزایش، کاهش یا عدم تغییر سطوح هورمون‌های انسولین، رشد، تستوسترون و کورتیزول و همچنین سطوح لاکتات و قند خون در توالی‌های مختلف پیش و پس از فعالیت‌های ورزشی مشاهده می‌شود [۳-۱]. برخی تحقیقات عدم تغییر موارد بالا را در پژوهش‌های مختلف به دلایل ویژه‌ای، مانند مناسب نبودن دوز روزانهٔ مکمل، تفاوت در رشته‌های ورزشی یا طول مدت مصرف مرتبط دانسته‌اند [۱۱، ۱۲، ۱۵]. به‌نظر می‌رسد مصرف آرژنین با توجه به زمان و دوز مصرف، شدت، مدت و نوع فعالیت‌ها

[1]. Nitric oxide (NO)

[2]. Branched chain amino acids

آثار متفاوتی در پی داشته باشد. بر این اساس، در پژوهش حاضر تأثیر هفت روز مکمل‌دهی آرژنین بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی مردان شناگر استقامتی در دورهٔ بازیافت کوتاه‌مدت بررسی شد.

روش‌شناسی پژوهش

آزمودنی‌ها

۲۰ نفر از شناگران مرد استقامتی (افراد سالم با سابقهٔ تمرین مداوم بیش از یک سال حداقل سه جلسه در هفته) تیم دلفین آبی (سن ۴/۵±۲۹/۲۵ سال، قد ۵/۳۵±۱۷۷/۹۳ سانتی‌متر، وزن ۷/۵±۷۸/۰۶ کیلوگرم، شاخص تودهٔ بدنی ۳/۶۹±۲۳/۹۹ کیلوگرم بر متر مربع، درصد چربی ۵/۷ ±۱۶/۴، توان هوازی (VO2MAX): ۳±۴۱/۱ میلی‌لیتر/کیلوگرم در دقیقه) داوطلب شرکت در این پژوهش شدند. این افراد پس از جلسهٔ توجیهی و پر کردن برگهٔ سلامت فردی و رضایت‌نامه به دو گروه مکمل (۱۰ نفر) و دارونما (۱۰ نفر) تقسیم و وارد پژوهش شدند. تمامی آزمودنی‌ها از یک ماه پیش از شروع آزمون و در طول یک هفته آزمون، از مصرف مکمل، دارو یا رژیم خاصی منع شدند. آزمودنی‌ها بر اساس برنامهٔ غذایی ارائه‌شده، از مصرف هرگونه مکمل غذایی یا دارویی به‌خصوص مواد حاوی کافئین یا داروهای مؤثر بر عملکرد متابولیکی بدن منع شدند. بر اساس آزمون اولیه در شروع پروتکل آزمودنی‌ها در فاکتورهای مورد اندازه‌گیری در دو گروه مکمل و دارونما، هیچ تفاوت معناداری نداشتند ($P>0/05$).

پروتکل آزمون

یک هفته پیش از شروع آزمون اصلی، آزمودنی‌ها در استخر نه دی در مجموعهٔ ورزشی شهید شیرودی در جلسهٔ توجیهی شرکت کردند و در زمینهٔ جنبه‌های مختلف پروتکل تمرین توجیه شدند و پرسش‌های آنها پاسخ داده شد. برگهٔ رضایت‌نامهٔ اخلاقی و سلامت عمومی توسط آزمودنی‌ها تکمیل و امضا شد و نیز در ابتدا پیش‌آزمون بروس برای بررسی سطح آمادگی هوازی (حداکثر اکسیژن مصرفی)[1] آزمودنی‌ها و متعادل کردن دو گروه از افراد گرفته شد. شاخص‌های فردی مانند قد، شاخص تودهٔ بدنی[2]، وزن، درصد چربی سه‌نقطه‌ای (سینه، شکم و ران) با استفاده از کالیپر از طریق فرمول جکسون و پولاک بررسی و ثبت شد.

آزمودنی‌ها با هماهنگی پس از پنج ساعت ناشتا بودن در ساعت پنج بعدازظهر، در محل استخر حاضر شدند و یک ساعت پیش از اولین خون‌گیری یک بیسکویت و آبمیوه (آبمیوهٔ ۹۵ کیلوکالری و بیسکویت ۲۱۳ کیلوکالری) به آنها داده شد. سپس خون‌گیری‌ها در زمان پیش از آزمون شنا، بلافاصله پس از آن (دقیقهٔ صفر) و دقایق ۵، ۳۰ و ۶۰ در دورهٔ ریکاوری گرفته شد. پس از آزمون اولیهٔ پروتکل، آزمودنی‌ها به مدت یک هفته روزانه هفت گرم (دو گرم صبح، دو گرم ظهر و سه گرم شب پیش از خواب) مکمل آرژنین و دارونما در دو گروه مصرف کردند [۱۴، ۲۲] و در روز هفتم آزمونی کاملاً مشابه آزمون اولیهٔ پروتکل انجام گرفت.

[1]. VO2MAX
[2]. BMI

آزمون شنا شامل ۱۵۰۰ متر شنای کرال سینه با تمام توان و زمان‌های ثبت‌شده در شرایط یکسان در هر دو آزمون و در استخر نه دی انجام گرفت. هر دو گروه در یک روز و به‌طور کاملاً مشابه در آزمون ورزشی شرکت کردند.

نمونه‌گیری‌های خونی

دو متخصص برای خون‌گیری در محل استخر حاضر شدند و دستگاه سانتریفیوژ و دیگر وسایل خون‌گیری برای گرفتن نمونه‌های خونی نیز آماده شد. خون‌گیری از ورید آرنج به‌عمل آمد و نمونه‌ها بلافاصله پس از گرفتن در لوله‌های خونی EDTA قرار گرفتند و با دور ۱۵۰۰ سانتریفیوژ شدند و به مدت ۱۰ دقیقه و در ظرف مخصوص حمل نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شدند. فاکتورهای خونی شامل هورمون انسولین، هورمون رشد، هورمون تستوسترون، هورمون کورتیزول، لاکتات و قند خون با روش الایزا با سیستم ایمنی جاذب با کیت‌های شرکت فراساعد و پارس‌آزمون (BIONIK) بررسی شد.

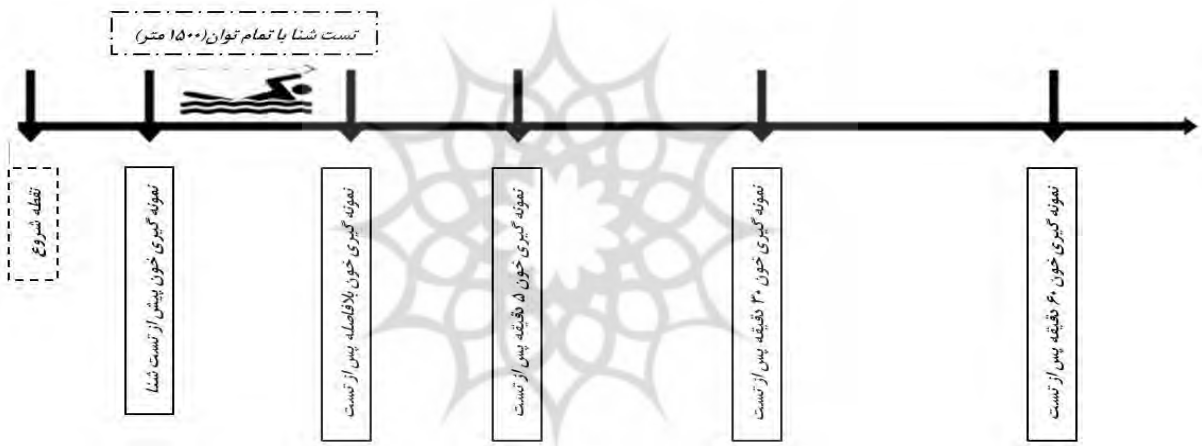
تجزیه‌وتحلیل آماری

داده‌ها به‌وسیلهٔ نرم‌افزار SPSS-21 تحلیل آماری شد. آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری (۲×۵) برای بررسی و تشخیص کلی اندازه‌گیری‌ها و تفاوت میان دو گروه در زمان‌های مکرر انجام گرفت. همچنین تحلیل و بررسی نقطه به نقطه میان دو گروه با آزمون تی زوجی صورت پذیرفت. در این آزمون سطح معناداری $P<0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

نتایج نشان داد که در پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین گروه مکمل و دارونما در ابتدای پژوهش وجود نداشت و در پس‌آزمون مقایسهٔ دو گروه و تفاوت‌های معنادار نشان‌دهندهٔ اثر مکمل آرژنین بر فاکتورهای اندازه‌گیری‌شده بود. در ذیل یافته‌های هر بخش به تفکیک بیان می‌شود. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر همبستگی معناداری بین هورمون‌های انسولین، رشد، تستوسترون و کورتیزول با مصرف آرژنین مشاهده شد ($P<0/05$). مصرف خوراکی مکمل آرژنین به‌صورت کوتاه‌مدت سبب کاهش سطوح استراحتی هورمون انسولین ($P=0/04$) و افزایش این هورمون در زمان بلافاصله پس از فعالیت ($P=0/002$) شد. همین‌طور در زمان ۶۰ دقیقه بازیافت، هورمون رشد افزایش معناداری را نشان داد ($P=0/046$) و با کاهش هورمون کورتیزول در زمان ۳۰ دقیقه ($P=0/001$) و ۶۰ دقیقه ($P=0/036$) همراه بود. افزون بر این آزمون تحلیل واریانس در مجموع پنج زمان بررسی‌شده، نشان داد که هورمون انسولین کاهش معنادار ($P=0/012$ بین‌گروهی، $P=000$ درون‌گروهی، $F=8/872$، $DF=1$، $\eta^2=1$، ضریب اتا) و نیز هورمون تستوسترون افزایش معناداری داشته است ($P=0/004$ بین‌گروهی، $P=0/000$ درون‌گروهی، $F=5/008$، $DF=1$، $\eta^2=1$، ضریب اتا). در دیگر موارد بررسی‌شده، تأثیر معناداری دیده نشد (جدول ۱).

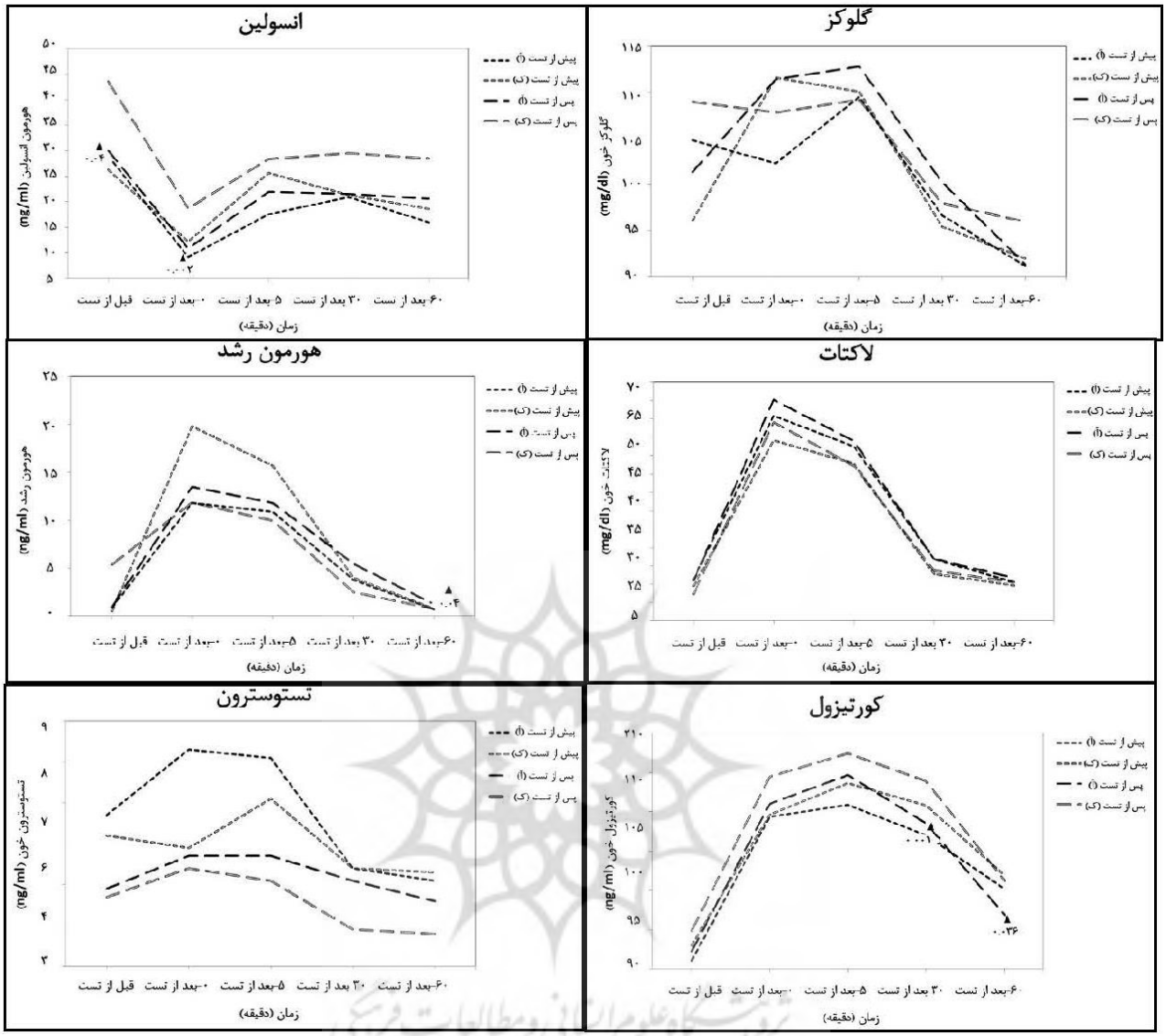
شکل ۱. پروتکل پژوهشي و مراحل خون‌گيري



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱. داده‌های توصیفی فاکتورهای خونی در پنج نوبت در زمان‌های استراحتی و دقایق ۰، ۵، ۳۰ و ۶۰

متغیرها	پیش آزمون و پس آزمون	گروه مکمل و دارونما	استراحتی	دقیقه ۰	دقیقه ۵	دقیقه ۳۰	دقیقه ۶۰
هورمون انسولین(mg/ml)	پیش آزمون	مکمل	۲۹/۰۷±۱۲/۰۲	۹/۲۸±۳/۲۲	۱۷/۶۶±۶/۸۷	۲۰/۹۲±۲۰/۶۸	۱۶/۱۰±۵/۱۵
		دارونما	۲۶/۳۸±۱۴/۱۴	۱۲/۲۴±۳/۱۲	۲۵/۶۵±۹/۵۴	۲۱/۳۲±۱۴/۴۹	۱۸/۶۱±۱۱/۷۶
	پس آزمون	مکمل	۳۰/۰۱±۹/۷۹[δ]	۱۰/۸۲±۲/۹۴[δ]	۲۲/۰۱±۱۰/۱۶	۲۱/۵۵±۹/۳۱	۲۰/۶۱±۱۲/۸۹
		دارونما	۴۲/۶±۱۲/۹	۱۸/۷۲±۱۱/۱۲	۲۸/۴۴±۹/۷	۲۹/۵۸±۱۳/۹۶	۲۸/۵۶±۹/۸۱
هورمون رشد(mg/ml)	پیش آزمون	مکمل	۰/۸۷±۱/۵۵	۱۱/۸۲±۸/۰۸	۱۰/۸۶±۸/۰۷	۳/۷۵±۳/۶۲	۰/۷±۰/۵
		دارونما	۰/۵۲±۰/۴۷	۱۹/۸۱±۵/۰۵	۱۵/۶۶±۶/۰۸	۳/۹۷±۲/۲۵	۰/۷۶±۰/۳۹
	پس آزمون	مکمل	۰/۹۹±۲/۲۵	۱۳/۴۸±۱۰/۷۱	۱۱/۷۸±۸/۱۱	۵/۴۲±۴/۵۴	۱/۱/±۰/۸۲[δ]
		دارونما	۵/۳۹±۱۰/۴۴	۱۱/۸۸±۸/۲۸	۹/۹۶±۷/۰۹	۲/۵±۱/۶۲	۰/۱۷۶±۰/۴۸
هورمون تستوسترون(mg/ml)	پیش آزمون	مکمل	۶/۶۷±۳/۰۲	۸/۳۱±۲/۵۹	۸/۱۵±۲/۹۳	۵/۴۵±۱/۹۵	۵/۰۸±۱/۸۵
		دارونما	۶/۲۲±۱/۳۲	۵/۹±۲/۲۳	۷/۰۷±۱/۵۷	۵/۴۲±۰/۶۴	۵/۳۶±۲/۱۵
	پس آزمون	مکمل	۴/۹۲±۰/۵۹	۵/۷۴±۰/۶۷	۵/۷۸±۱/۱۵	۵/۱۵±۰/۵۸	۴/۶۷±۰/۹۸
		دارونما	۴/۷±۰/۲۲	۵/۴۴±۰/۶۳	۵/۰۷±۰/۶۵	۳/۹۸±۰/۷۷	۳/۸۸±۰/۵۵
هورمون کورتیزول(mg/ml)	پیش آزمون	مکمل	۳۳/۹۴±۲۷	۱۶۷/۴۴±۴۶/۲۱	۱۷۳/۶۶±۳۹/۶۳	۱۵۸±۵۳/۵۸	۱۳۰/۸۸±۴۲/۲۳
		دارونما	۱۰۲/۱۶±۳۳/۲۸	۱۶۸/۵±۳۳/۳۱	۱۸۴/۶۶±۳۸/۹۱	۱۷۳/۳۳±۴۴/۵۴	۱۳۷/۸۳±۴۴/۲۲
	پس آزمون	مکمل	۹۹/۲۲±۲۲/۱۶	۱۷۴±۵۴/۱۲	۱۸۸/۷۷±۶۱/۴۲	۱۶۴/۱۱±۳۸/۵۷[δ]	۱۷۷/۵۵±۴۴/۳۷[δ]
		دارونما	۱۰۹/۶±۳۱/۸۷	۱۸۸±۴۲/۶۹	۱۹۹/۸±۵۲/۳۶	۱۸۵/۶±۵۸/۱۵	۱۳۵±۴۳/۳۹
گلوکز(mg/dl)	پیش آزمون	مکمل	۱۰۴/۸۸±۲۰/۴۷	۱۰۲/۳۳±۲۴/۲۶	۱۰۹/۵۵±۲۴/۱۳	۹۶/۷۷±۱۳/۸۶	۹۱/۲۲±۸/۹۹
		دارونما	۹۶/۱۶±۱۱/۵۱	۱۱۱/۶۶±۱۴/۹۸	۱۱۰/۱۶±۱۵/۳۲	۹۵/۵±۴/۸۴	۹۲±۹/۶۹
	پس آزمون	مکمل	۱۰۱/۴۴±۱۶/۳۴	۱۱۱/۴۴±۲۳/۸۵	۱۱۲/۸۸±۲۲/۷۲	۱۰۰/۳۳±۱۷	۹۱/۴۴±۱۲/۹۴
		دارونما	۱۰۹±۱۸/۲۶	۱۰۷/۸±۱۴/۰۴	۱۰۹/۲±۱۳/۰۴	۹/۸±۸/۷۴	۹۶±۹/۹۴
لاکتات(mg/dl)	پیش آزمون	مکمل	۱۶/۳۴±۲/۹۵	۶۰/۹۵±۱۴/۵۲	۵۲/۵۱±۱۳/۵۹	۲۱/۸۸±۵/۵۲	۱۵/۶۷±۴/۳۵
		دارونما	۱۴/۶±۳/۲۲	۵۴/۱۶±۱۳/۱	۴۷/۹۱±۱۲/۴	۱۷/۹۱±۳/۴۳	۱۴/۷۱±۷.۲
	پس آزمون	مکمل	۱۶/۰۵±۴/۲۶	۶۵/۲۸±۱۰/۸۸	۵۴/۰۴±۱۲/۲۴	۲۱/۹۴±۶/۵۲	۱۶/۸۷±۶/۷۲
		دارونما	۱۲/۳±۲/۵۴	۵۹/۱۴±۱۰/۷۹	۴۷/۳±۱۰/۸۲	۱۸/۸۶±۵/۷۳	۱۵/۶۲±۳/۷۷



نمودار ۱. شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در پنج اندازه‌گیری پیش از فعالیت، پس از فعالیت و دقایق ۵، ۳۰ و ۶۰ در دو گروه مکمل (آرژنین) و دارونما (کنترل). نمودارهای مذکور نشان‌دهندهٔ تغییرات هورمون انسولین، هورمون رشد، هورمون تستوسترون، هورمون کورتیزول، گلوکز و اسید لاکتیک خون هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هفت روز مکمل‌دهی آرژنین (هفت گرم روزانه) بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی مردان شناگر استقامتی در دورهٔ بازیافت کوتاه‌مدت انجام گرفت. آرژنین اسید آمینه‌ای است که می‌تواند بر شاخص‌های بیوشیمیایی همچون نیتریک اکسید و برخی هورمون‌ها و شاخص‌های خونی تأثیرگذار باشد [۱، ۲، ۴]. بیشتر تحقیقات تأثیر معنادار تزریق آرژنین را گزارش کرده‌اند [۵، ۱۶]. آثار مصرف خوراکی مکمل آرژنین در تحقیقات مختلفی بر فاکتورهای خونی و عملکرد ورزشکاران، بیماران و افراد سالم بررسی شده است، با این حال

نتیجه‌گیری قطعی را نمی‌توان از این تحقیقات استخراج کرد [۱، ۱۷]. آدام زاجاک[1] و همکاران (۲۰۱۰) اعلام کردند مکمل‌دهی آرژنین (۳ گرم) و آمینو اسید الارنیتین (۲/۲ گرم) در طول سه هفته بر ورزشکاران تمرین‌کردهٔ مقاومتی سبب افزایش هورمون رشد IGF-1 و IGFBP-3 سرم شده است. این در حالی است که تأثیر معناداری در هورمون تستوسترون، هورمون کورتیزول و هورمون انسولین نشان داده نشده است [۱۲]. کولیر و همکاران (۲۰۰۵) تحقیقی را با هدف بررسی دوزهای متفاوت آرژنین (۵، ۹ و ۱۳ گرم) روی ترشح هورمون رشد در افراد سالم بررسی کردند.

نتایج این پژوهش نشان داد دوزهای ۵ و ۹ گرم سبب افزایش معنادار هورمون رشد می‌شود [۱۷]. نتایج کولیر و زاجاک با نتایج پژوهش حاضر تا حدودی همخوانی دارد. اما فوربس[2] و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند مصرف ۰/۰۷۵ گرم آرژنین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن سبب کاهش معنادار هورمون رشد در گروه آرژنین و تمرین نسبت به گروه تمرین طی یک آزمون طراحی‌شدهٔ قدرتی در افراد تمرین‌کرده شد و بر فاکتورهای GHRH، IGF-1 وGHERLIN تأثیر معناداری نداشت [۱۱]. تیاگو سیلوا و همکاران (۲۰۱۴) طی پژوهشی روی دونده‌های استقامتی اعلام کردند، چهار هفته مکمل‌دهی آرژنین (۶ گرم روزانه) تأثیر مشخصی در بهبود شاخص‌های بیوشیمیایی آنها نداشت. دلیل این نتایج وجود فاکتور ADMA عنوان شده است که اثر مستقیم بر آنزیم محرک نیتریک اکساید با حضور آرژنین می‌گذارد [۱۸]. کولیر و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی دیگر به بررسی تأثیر مصرف خوراکی آرژنین (۷ گرم) بر هورمون رشد افراد سالم پرداختند، که نتایج آن بر خلاف انتظار، با افزایش هورمون رشد در گروه تمرین در مقایسه با گروه آرژنین و تمرین همراه بود. پژوهش‌های ذکرشده با نتایج تحقیق حاضر ناهمسوست که از علت‌های این موضوع می‌توان به نامشخص بودن سازوکار افزایش هورمون رشد طی فعالیت یا زمان مصرف آن اشاره کرد [۱۹].

نتایج پژوهش حاضر نشان داد در زمان ۶۰ دقیقه بازیافت هورمون رشد در گروه آرژنین نسبت به گروه دارونما افزایش داشته است. تحقیقات نشان داده است آرژنین می‌تواند سبب افزایش ترشح هورمون رشد شود [۱، ۲، ۲۰]، این اسید آمینه از طریق سرکوب سوماتواستاتین درون‌زا این مکانیزم را تحریک می‌کند و افزایش می‌دهد [۵]. در مقاله‌ای مروری دکتر بیت کنتچل و اندرو بوش[3] (۲۰۰۸) به مقاله‌ای اشاره دارند که مصرف آرژنین در ورزشکاران مقاومتی به کاهش سطوح استراحتی انسولین منجر شده است. می چیچ هسو[4] و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند که آرژنین و کربوهیدرات و اسیدهای آمینهٔ شاخه‌دار در یک مکمل نوشیدنی ترکیبی که پس از یک فعالیت استقامتی به آزمودنی‌ها در گروه مکمل داده شد، نسبت به گروه دارونما با افزایش معنادار در هورمون انسولین و گلوکز در دقایق ۴۰ و ۶۰ و همین‌طور تفاوت معنادار در نسبت هورمون تستوسترون به هورمون کورتیزول در دقیقهٔ ۱۲۰ همراه بوده است [۱۴].

تیلمر کلیبگ و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی روی رت‌های مبتلا به دیابت نوع دو بیان کردند آرژنین (۱ گرم به اضافهٔ وزن بدن) سبب بهبود

[1]. Adam zajac
[2]. Forbes
[3]. Beat Knechtle & Andrew Bosch
[4]. Mei-Chich Hsu

عملکرد انسولین و کاهش مقاومت انسولینی شد. آنها مسیر جایگزین آرژنین به‌جای نیتریک اکساید را دلیل این تأثیر دانستند [۲۱]. آرژنین از طریق افزایش گلوکاگون سبب افزایش قند خون نیز می‌شود که در برخی پژوهش‌ها به آن اشاره شده است [۲۲]. همچنین تی سانگ هان[1] و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر مکمل‌دهی آرژنین را بر جودوکاران ورزیده طی یک آزمون طراحی‌شدهٔ بیشینه در زمان پس از فعالیت وامانده‌ساز سنجیدند. آنها گزارش کردند که هورمون انسولین در دقیقهٔ ۳۰ پس از فعالیت ورزشی در گروه مکمل دارای تفاوت معناداری بوده است. همچنین پس از گذشت ۱۵ دقیقه گلوکز خون به‌صورت معناداری بالاتر بوده است [۹].

نتایج پژوهش‌های کنتچتل (۲۰۰۷) و هسو و هان (۲۰۱۱) با نتایج تحقیق حاضر همسوست. اما در پژوهشی دیگر مککونل[2] و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر تزریق آرژنین (۳۰ گرم در طول یک ساعت) را در ورزشکاران استقامتی دوچرخه‌سوار طی یک فعالیت دوساعتهٔ زیر بیشینه روی هورمون انسولین، قند خون، گلیسرول و FFA بررسی کردند. نتایج نشان داد کاهش غلظت گلیسرول، FFA و نیز از طرفی افزایش برداشت قند خون در گروه آرژنین در مقایسه با دیگر گروه‌ها رخ داده است. اما نکتهٔ شایان توجه این بود که سطوح هورمون انسولین تغییری نداشت. مککونل این تغییرات را بر اثر افزایش نیتریک اکساید و تأثیر آن بر بهبود فعالیت GLUT-4 در حین فعالیت دانسته است. نتایج پژوهش مذکور با نتایج تحقیق حاضر ناهمسوست. یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از آن است که مصرف خوراکی مکمل آرژنین به‌صورت کوتاه‌مدت (یک هفته) سبب کاهش هورمون انسولین به‌طور کلی در پنج اندازه‌گیری زمان بازیافت‌شده (اثر میان‌گروهی) و نیز کاهش معنادار در زمان استراحتی (پیش از آزمون) و افزایش این هورمون در بلافاصله پس از فعالیت در مقایسه با گروه دارونما شده است. آرژنین از طریق سازوکارهای متفاوتی بر ترشح انسولین تأثیرگذار است. آرژنین نقش حفاظتی برای سلول‌های بتاپانکراس دارد و از طریق افزایش نیتریک اکساید در سازوکاری با ارتباط و همکاری با اسید فولیک، بر حساسیت انسولینی و کاهش مقاومت انسولین می‌تواند تأثیرگذار باشد [۱، ۲۳، ۲۴].

دیوی ویارا داسیلوا[3] (۲۰۱۴) نشان دادند یک وعده مکمل‌دهی آرژنین با دوز شش گرم به دوندگان استقامتی، پس از آزمون دو استقامت ۱۰ کیلومتر که در دو بخش انجام گرفت، به تغییرات هورمون سرمی کورتیزول در گروه آرژنین پس از قسمت اول آزمون، و نیز کاهش معنادار ۲۰ دقیقه پس از اتمام فعالیت منجر شد، اما تغییر معناداری در سطوح هورمون انسولین و IGF-1 دیده نشد [۱۱]. نتایج این پژوهش به نتایج تحقیق انجام‌گرفته نزدیک است. در پژوهش حاضر هورمون کورتیزول در گروه آرژنین نسبت به گروه دارونما در دقایق ۳۰ و ۶۰ بازیافت کاهش معناداری داشت. عوامل مختلفی همچون زمان اجرای آزمون‌ها در طول روز یا زمان مصرف و مقدار مکمل می‌توانند سبب تفاوت‌های معناداری در نتایج پژوهش‌ها با یکدیگر شوند، البته زمان گرفتن آزمون‌ها و خون‌گیری‌ها در تغییرات سطوح کورتیزول می‌تواند تأثیر بیشتری داشته باشد. اما آرژنین از طریق افزایش هورمون رشد، سبب فسفوریله کردن گیرنده‌های هورمون تستوسترون

[1]. Tsung –Han liu
[2]. Glenn K. McConell
[3]. Davi Vieira Teixeira da Silva

و بهبود عملکرد یا افزایش ترشح آن می‌شود [۱۲]. در پژوهش مذکور هورمون تستوسترون در گروه آرژنین نسبت به گروه دارونما با افزایش همراه بود (اثر درون‌گروهی). آدام زاجاک و دیوی ویارا داسیلوا (۲۰۱۰) اثر معنادار آرژنین را بر هورمون تستوسترون گزارش نکردند [۱۱، ۱۲]. نتایج ذکرشده با پژوهش حاضر ناهمسوست. درحالی‌که در تحقیقی دیگر کرمادس و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که مصرف مکمل آرژنین در حیوانات پستاندار سبب افزایش تستوسترون شد [۲۵]. در برخی مقالات ذکر شده مصرف آرژنین سبب افزایش نسبت هورمون تستوسترون به کورتیزول یا افزایش آن شده است [۱۲، ۱۷، ۲۵]، که با نتایج پژوهش حاضر همسوست. معظمی و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر مصرف ۳ گرم آرژنین به مدت یک هفته را روی دختران سالم طی یک آزمون بروس، بر فاکتورهای تنفسی و غلظت اسید لاکتیک خون بررسی کردند که به کاهش اسید لاکتیک در گروه مکمل منجر شد [۸]. آرژنین از طریق افزایش نیتریک اکساید ممکن است سبب افزایش جذب گلوکز و کاهش گلیکولیز شود و از این طریق بر سطوح لاکتات خون تأثیرگذار باشد [۱۶]. معززانه و همکاران (۲۰۱۰) نیز مقدار ۵ گرم آرژنین روزانه را به مدت سه هفته در مردان ورزشکار سالم، طی آزمون کانکانی بررسی کردند که نتایج مشابهی با معظمی گرفتند [۲۶]. مارتین بوتچر[1] و همکاران (۲۰۰۹) نیز تأثیر مکمل آرژنین آسپارتات (۳ گرم به مدت ۳ هفته) را بر فاکتورهای تنفسی و سطوح اسید لاکتیک خون در مردان سالم طی یک آزمون بیشینه بررسی کردند که نتایج آن نیز کاهش سطوح اسید لاکتیک را گزارش کردند [۱۶]. تفاوت در نتایج ممکن است به‌علت تفاوت در آزمون بیشینه و آزمون زیربیشینه باشد یا دوز و مدت مصرف مکمل نیز می‌تواند تأثیرگذار باشد. بر اساس یافته‌های پژوهش همبستگی معناداری بین هورمون‌های انسولین، رشد، تستوسترون و کورتیزول با مصرف آرژنین مشاهده شد، البته در خصوص ارتباط آنها پیش از این مواردی مطرح شد. اما در خصوص ارتباط آرژنین با گلوکز و لاکتات خون ارتباط معناداری مشاهده نشد. ارتباط بین مصرف مکمل آرژنین و سطوح لاکتات در بیشتر مقالات معنادار گزارش شده است [۱، ۱۶، ۲۶] که این تفاوت با مشاهدات ما می‌تواند در نوع آزمون باشد، که به‌صورت زیربیشینه انجام گرفته است. اما سازوکار بسیار حساس کبد و دیگر قسمت‌های درگیر در تنظیم گلوکز در خون هنگام فعالیت و پس از آن و نیز سازوکارهای ثانویهٔ انتقال گلوکز به داخل سلول‌ها مانند GLUT-4 می‌تواند علت معنادار نشدن گلوکز خون در این پژوهش باشد [۱۵].

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور خلاصه، احتمالاً مکمل‌دهی آرژنین در کوتاه‌مدت می‌تواند از طریق بهبود برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سبب بهبود و تسریع بازسازی در زمان ریکاوری کوتاه‌مدت شود.

تقدیر و تشکر

[1]. Martin Burtscher

در پایان مراتب تشکر صمیمانة خود را از همة شناگران تیم شنای دلفین آبی، کارکنان استخر نه دی مجموعة شهید شیرودی و نیز حمایت‌های آزمایشگاه مبنا که در این پژوهش یاریگر ما بودند، اعلام می‌کنیم.

References

[1]. Forbes SC, Harber V, Bell GJ. Oral L-arginine before resistance exercise blunts growth hormone in strength trained males. International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2014;24(2):236-44.

[2]. Forbes SC. Oral l-Arginine Supplementation in Young Males: Endocrinology, Metabolic, and Physiological Responses at Rest and During Exercise. L-Arginine in Clinical Nutrition: Springer; 2017. p. 301-10.

[3]. 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 Society of Sports Nutrition. 2012;9(1):1-6.

[4]. Rahimi M, Naghizadeh MM. The Effect of L-Arginin Supplementation on lipid profiles in patients with diabetes type 2. Journal of Fasa University of Medical Sciences. 2014;4(1):99-110.(In Persian)

[5]. Willoughby DS, Boucher T, Reid J, Skelton G, Clark M. Effects of 7 days of arginine-alpha-ketoglutarate supplementation on blood flow, plasma L-arginine, nitric oxide metabolites, and asymmetric dimethyl arginine after resistance exercise. International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2011;21(4):291-9.

[6]. Bailey SJ, Winyard PG, Vanhatalo A, Blackwell JR, DiMenna FJ, Wilkerson DP, et al. Acute L-arginine supplementation reduces the O2 cost of moderate-intensity exercise and enhances high-intensity exercise tolerance. Journal of Applied Physiology. 2010;109(5):1394-403.

[7]. Jang T-R, Wu C-L, Chang C-M, Hung W, Fang S-H, Chang C-K. Effects of carbohydrate, branched-chain amino acids, and arginine in recovery period on the subsequent performance in wrestlers. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2011;8(1):1-11.

[8]. Knechtle B, Bosch A. The influence of arginine supplementation on performance and metabolism in athletes. Int Sportmed J. 2007;9.

[9]. Chen S, Kim W, Henning SM, Carpenter CL, Li Z. Arginine and antioxidant supplement on performance in elderly male cyclists: a randomized controlled trial. Journal of the international society of sports nutrition. 2010;7(1):1-7.

[10]. Campbell BI, La Bounty PM, Roberts M. The ergogenic potential of arginine. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2004;1(2):1-4.

[11]. 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.

[12]. 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.

[13]. Collier SR, Casey DP, Kanaley JA. Growth hormone responses to varying doses of oral arginine. Growth hormone & IGF research. 2005;15(2):136-9.

[14]. 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;290(1):E60-E6.

[15]. 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.

[16]. McConell GK. Effects of L-arginine supplementation on exercise metabolism. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care. 2007;10(1):46-51.

[17]. Maccario M, Oleandri S, Procopio M, Grottoli S, Avogadri E, Camanni F, et al. Comparison among the effects of arginine, a nitric oxide precursor, isosorbide dinitrate and molsidomine, two nitric oxide donors, on hormonal secretions and blood pressure in man. Journal of endocrinological investigation. 1997;20(8):488-92.

[18]. Alvares TS, Conte-Junior CA, Silva JT, Paschoalin VMF. L-arginine does not improve biochemical and hormonal response in trained runners after 4 weeks of supplementation. Nutrition research. 2014;34(1):31-9.

[19]. 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.

[20]. Hsu M-C, Chien K-Y, Hsu C-C, Chung C-J, Chan K-H, Su B. Effects of BCAA, arginine and carbohydrate combined drink on post-exercise biochemical response and psychological condition. Chin J Physiol. 2011;54(2):71-8.

[21]. Campbell B, Roberts M, Kerksick C, Wilborn C, Marcello B, Taylor L, et al. Pharmacokinetics, safety, and effects on exercise performance of L-arginine α-ketoglutarate in trained adult men. Nutrition. 2006;22(9):872-81.

[22]. Muazzezzaneh A, Keshavarz SA, Yaraghi AS, Djalali M, Rahimi A. Effect of L-Arginine supplementation on blood lactate level and VO2 max at anaerobic threshold performance. Feyz Journal of Kashan University of Medical Sciences. 2010;14(3). (In Persian)

[23]. Moazami M, Taghizadeh V, Ketabdar A, Dehbashi M, Jalilpour R. Effects of oral L-arginine supplementation for a week, on changes in respiratory gases and blood lactate in female handballists. Iranian journal of nutrition sciences & food technology. 2015;9(4):45-52. (In Persian)

[24]. Pourghassem Gargari B, Aliasgharzadeh A. Effect of folic acid supplementation on indices of glycemic control, insulin resistance and lipid profile in patients with type 2 diabetes mellitus. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2011;13(4):354-60. (In Persian)

[25]. Cremades A, Ruzafa C, Monserrat F, López-Contreras A, Peñafiel R. Influence of dietary arginine on the anabolic effects of androgens. Journal of endocrinology. 2004;183(2):343-51.

[26]. Burtscher M, Brunner F, Faulhaber M, Hotter B, Likar R. The prolonged intake of L-arginine-L-aspartate reduces blood lactate accumulation and oxygen consumption during submaximal exercise. Journal of sports science & medicine. 2005;4(3):314.