

## تأثیر چهار هفته تمرینات دایره‌ای مبتنی بر فنون جودو با مکمل دهی ال - آرژنین بر سطح اسید-لاکتیک خون و شاخص‌های عملکردی مردان جودوکار

محمد بابایی<sup>۱</sup>✉، جواد وکیلی<sup>۲</sup>، سعید دباغ نیکوخلص<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۴

### چکیده

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

[M.babaei9674@gmail.com](mailto:M.babaei9674@gmail.com)

۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

هدف: هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر ۴ هفته تمرینات دایره‌ای مبتنی بر فنون جودو با مکمل دهی ال آرژنین بر سطح اسید لاکتیک خون و عوامل عملکردی جودوکاران است.

روش‌شناسی: در یک طرح تحقیقی نیمه تجربی ۲۰ جودوکار مرد سالم با میانگین سنی ۱۷/۷۷ ± ۱۷/۸۵ سال و میانگین وزنی ۷۲/۰۸ ± ۷/۲۴ کیلوگرم با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به صورت تخصیص تصادفی به دو گروه تمرین-مکمل (۱۰ نفر) و تمرین دارونما (۱۰ نفر) تقسیم شدند. دو گروه تمرینات دایره‌ای مبتنی بر فنون جودو را به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ۸۵ الی ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه به عنوان پروتکل اصلی تمرین (۳ جلسه در هفته و به مدت ۴ هفته) انجام دادند. آزمودنی‌های گروه تمرین-مکمل، قرص‌های یک گرمی ال آرژنین را به میزان ۴ گرم در روز، به مدت ۴ هفته مصرف کردند. آزمون‌های استفاده شده شامل آزمون رست برای توان بی‌هوازی و آزمون کوپر برای توان هوازی بود. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، t مستقل و t وابسته در سطح معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) استفاده شد.

یافته‌ها: کاهش معنی‌دار سطوح لاکتات خون در گروه تمرین-مکمل مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). افزایش معنی‌دار توان هوازی، توان بی‌هوازی و کاهش معنی‌دار شاخص خستگی در هر دو گروه مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). این تغییرات در گروه تمرین-مکمل به طور معنی‌داری بیشتر بود ( $P < 0.05$ ).

نتیجه‌گیری: انجام تمرینات دایره‌ای ویژه جودو به همراه مصرف مکمل ال - آرژنین باعث بهبود توان هوازی و بی‌هوازی، کاهش شاخص خستگی و کاهش تولید اسیدلاکتیک در مردان جودوکار می‌شود.

واژگان کلیدی: ال - آرژنین، تمرینات دایره‌ای، اسیدلاکتیک، توان هوازی، توان بی‌هوازی.

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

### ارجاع دهی:



## The Effect of 4 - Week Circuit Training Based on Judo Techniques with L-Arginine Supplementation on Blood Lactic Acid Level and Functional Indicators of Male Judokas

Mohammad Babaei<sup>1✉</sup>, Javad Vakili<sup>2</sup>, Saeed Dabbagh Nikou Kheslat<sup>3</sup>

Received: 2023/11/15

Accepted: 2023/12/24

### Abstract

**Aims:** The purpose of this study is to investigate the effect of 4 weeks of circular exercises based on judo techniques with L-arginine supplementation on blood lactic acid level and performance factors of judo players.

**Methods:** In a semi-experimental research project, 20 healthy male judo players with an average age of  $17.85 \pm 1.77$  years and an average weight of  $72.08 \pm 7.24$  kg were selected using available sampling method. Subjects were randomly assigned into two groups of exercise-supplement (10 people) and placebo exercise (10 people). Two groups performed circular exercises based on judo techniques for 20 minutes with an intensity of 85-90% of maximum heart rate as the main training protocol (3 sessions per week for 4 weeks). Subjects in the exercise-supplement group consumed 1 gram L-arginine tablets at the rate of 4 grams per day for 4 weeks. The tests used included the Rust test for anaerobic power and the Cooper test for aerobic power. To analyze the data, variance analysis tests with repeated measurements, independent t and dependent t were used at a significant level ( $p < 0.05$ ).

**Results:** A significant decrease in blood lactate levels was observed in the exercise-supplement group ( $P < 0.05$ ). A significant increase in aerobic power, anaerobic power and a significant decrease in fatigue index were observed in both groups ( $P < 0.05$ ). These changes were significantly higher in the exercise-supplement group ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** Carrying out special judo circular exercises along with L-arginine supplementation improves aerobic and anaerobic capacity, reduces fatigue index and reduces lactic acid production in male judo players.

**Key words:** L-arginine, circular exercises, lactic acid, aerobic power, anaerobic power.

1. MSc in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

✉ **Corresponding author:**  
[M.babaei9674@gmail.com](mailto:M.babaei9674@gmail.com)

2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

3. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

### Citation:

Babaei M, Vakili J, and Nikokheslat SD, The Effect of 4 - Week Circuit Training Based on Judo Techniques with L-Arginine Supplementation on Blood Lactic Acid Level and Functional Indicators of Male Judokas. *Research in Exercise Nutrition*, 2023. 2(2): p.1 -13. <https://doi.org/10.22034/ren.2023.140171.1033>.

## مقدمه

جودو را می‌توان به عنوان روش مبارزه‌ای شدید تعریف کرد که ورزشکار تلاش می‌کند پشت حریف خود را به زمین زده یا او را در حالت خاک کنترل کند. هردوی این کارها نیازمند تکنیک‌ها و تاکتیک‌های ویژه‌ای هستند که به آمادگی بدنی خوب وابسته‌اند. رقابت‌های جودو به صورت یک دور مبارزه مداوم پنج دقیقه‌ای برگزار می‌شود که در صورت تساوی، مبارزه در وقت اضافه تا زمانی ادامه می‌یابد که یکی از دو حریف امتیاز کسب کنند (۱). تجزیه و تحلیل اعمال رقابتی نشان داده است که کلیه مسیرهای تولید انرژی اعم از هوازی و بی‌هوازی در این ورزش به کار گرفته می‌شوند. محققان سهم هریک از سیستم‌های انرژی را در رقابت های جودو به ترتیب ۷۰٪ دستگاه بی‌هوازی و ۳۰٪ دستگاه هوازی گزارش کرده‌اند. تکنیک‌های جودو مانند پرتاب کردن‌ها، قفل کردن‌ها و روش‌های بی‌حرکت کردن حریف، هر دو منابع بی‌هوازی انرژی (سیستم با و بدون اسیدلاکتیک) را به چالش می‌کشند (۲، ۳). همچنین با توجه به زمان مبارزه و تعداد رقابت‌ها در یک رویداد، ظرفیت هوازی به لحاظ استفاده بهتر از سیستم های انرژی و پیشبرد روند بازگشت به حالت اولیه مهم است (۴). برای طراحی برنامه‌های تمرینی ورزشکاران، شناسایی نیازهای فیزیولوژیکی هر ورزش و شناخت روش‌های تمرینی مناسب ضروری است. یکی از روش‌های بهبود توان هوازی و توان بی-هوازی در جودوکاران، انجام تمرینات دایره‌ای است که در سال‌های اخیر مورد توجه مربیان و متخصصان علوم ورزشی قرار گرفته است (۵، ۶).

تمرینات دایره‌ای یک نوع تمرین ترکیبی است که از چندین ایستگاه تمرینی مختلف تشکیل شده است. در طراحی تمرینات دایره‌ای انواع گسترده‌ای از حرکات و وسایل سبک، دمبل، هالتر و دستگاه‌های تمرین قدرتی می‌توانند به کار گرفته شوند. تمرینات دایره‌ای در سه شکل کوتاه مدت (۶ تا ۹ ایستگاه)، میان مدت (۹ تا ۱۲ ایستگاه) و یا بلند مدت (۱۲ تا ۱۵ ایستگاه) طراحی می‌شوند. برای تصمیم‌گیری در خصوص تعداد تکرارها در هر ایستگاه، تعیین میزان بار و زمان استراحت بین ایستگاه‌ها سطح آمادگی ورزشکار عامل تعیین‌کننده است. دامنه‌ای از سازگاری‌ها پس از انجام تمرینات دایره‌ای در شدت‌های ۸۵-۹۵ درصد حداکثر ضربان قلب مشاهده شده است که شامل بهبود کارایی سوخت و سازی، افزایش محتوای گلیکوژن عضلات، افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک، اکسایشی و بهبود ظرفیت بافر کردن یون هیدروژن است (۷). یکی از ویژگی‌های این تمرینات کم حجم بودن آن‌ها است. نشان داده شده است که انجام این تمرینات به

مدت ۴ هفته علاوه بر افزایش توان بی‌هوازی، موجب افزایش توان هوازی ورزشکاران نیز می‌گردد (۸).

یکی از چالش‌هایی که جودوکاران در رقابت‌های جودو با آن مواجه هستند فرایند خستگی است که می‌تواند منابع متفاوتی داشته باشد (۹). در رقابت‌های جودو تجمع یون‌های هیدروژن ( $H^+$ ) در عضلات از عوامل اصلی خستگی جودوکاران است. اسیدلاکتیک یکی از فراورده‌های سوخت و ساز بی‌هوازی و تعبیر یافته فته‌ها در بافت‌های انسانی با فرمول شیمیایی « $C_3H_5O_3$ » است. در PH بدن اسیدلاکتیک به شکل یونی آن یعنی لاکتات « $C_3H_5O_3^-$ » وجود دارد (۱۰). غلظت بالای اسیدلاکتیک منجر به افزایش غلظت یون هیدروژن، کاهش PH، کاهش رهایش کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی، مهار آنزیم فسفوفروکتوکیناز و در نتیجه مهار فرایند گلیکولیز شده که به کاهش نیروی تولید شده در عضلات منجر می‌شود (۱۱، ۱۲). بنا به دلایل ذکر شده جودوکاران در راستای بهبود عملکرد ورزشی و تأخیر در شروع خستگی در کنار انجام شیوه‌های مختلف تمرینی از مکمل‌های تغذیه‌ای استفاده می‌کنند.

ال - آرژنین<sup>۱</sup> یک اسید آمینه ضروری مشروط است زیرا می‌تواند در کبد و کلیه سنتز شود (۱۳). گزارش‌ها نشان می‌دهند که ال - آرژنین پیش ساز سنتز درون زاد نیتریک اکسید<sup>۲</sup> (NO) است و نیتریک اکسید به عنوان پیامبر ثانویه باعث انبساط عروقی و افزایش جریان خون عضلات فعال در هنگام ورزش و کاهش تجمع اسیدلاکتیک ناشی از ورزش می‌شود (۱۴). معزانه و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش کردند که ال - آرژنین از طریق افزایش سطوح پلاسمایی NO سبب مهار گلیکولیز و کاهش تولید اسیدلاکتیک می‌شود (۱۵). همچنین NO گیرنده‌های عامل رشد عروقی مشتق از اندوتلیال<sup>۳</sup> (VEGF) را افزایش می‌دهد و موجب تحریک فرایند آنژیوژنز (رگ‌زایی) می‌شود که از این طریق خون رسانی به عضلات را افزایش می‌دهد (۱۶). شواهدی هم وجود دارد که نشان می‌دهد NO مسیر پیام‌رسانی سلولی<sup>۴</sup> (mTOR) را در عضله اسکلتی به منظور افزایش سنتز پروتئین فعال می‌کند که می‌تواند باعث افزایش نیروی عضلانی و بهبود عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران شود (۱۷). برای مثال یامان و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) اثر یک هفته مکمل دهی ال - آرژنین (۶ گرم در روز) را بر حداکثر اکسیژن مصرفی فوتبالیست‌های مرد مورد بررسی قرار دادند و نتیجه تحقیق آن‌ها مبین افزایش معنی‌دار حداکثر اکسیژن مصرفی

1 - L-arginin

2 -Nitric oxide

3 - Vascular Endothelial Growth Factor

4 - Mammalian target of rapamycin

5 - Yaman et al

آزمودنی‌های هر دو گروه، آزمون رست را برای تعیین توان بی-هوازی با اسیدلاکتیک و آزمون دوازده دقیقه دویدن کوپر را برای تعیین توان هوازی اجرا کردند. همچنین نمونه‌های خونی سه دقیقه بعد از اجرای آزمون رست برای اندازه گیری غلظت لاکتات خون ورزشکاران گرفته شد (شکل ۱. طرح تحقیق).

**پروتکل تمرین:** برنامه تمرینات دایره‌ای ویژه جودو ۳ جلسه در هفته و به مدت ۴ هفته انجام شد. جودوکاران بعد از انجام ۱۵ دقیقه گرم کردن عمومی و اختصاصی، بر روی تشک جودو حاضر می‌شدند و به مدت ۲۰ دقیقه پروتکل محقق ساخته تمرینات دایره‌ای مبتنی بر فنون جودو را انجام می‌دادند. برنامه تمرین دایره‌ای شامل هشت تکنیک: ۱- اوگوشی<sup>۲</sup>، ۲- اوچی گاری<sup>۳</sup>، ۳- ایبون سئوی ناگه<sup>۴</sup>، ۴- اوسوتوگاری<sup>۵</sup>، ۵- اوچیماتا<sup>۶</sup>، ۶- تای اوتوشی<sup>۷</sup>، ۷- هارای گوشی<sup>۸</sup>، ۸- کوچی گاری<sup>۹</sup> بود. هر تکنیک هشت تکرار و فاصله بین دو ایستگاه (تکنیک) یک متر بود و در هر ایستگاه یک جودوکار ثابت برای همه وزن‌ها به عنوان دریافت کننده فن حاضر بود. میان ایستگاه‌ها فاصله استراحت وجود نداشت و جودوکاران بلافاصله بعد از اتمام تکرارها با سرعت به سمت ایستگاه بعدی می‌رفتند. شدت تمرینات در دامنه ۸۵ - ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه ورزشکاران بود (کنترل شدت بعد از اتمام هر دور از طریق گرفتن ۱۰ ثانیه نبض ورزشکاران بود). بعد از اتمام هر دور سه دقیقه استراحت به آزمودنی‌ها داده شد. به منظور رعایت اصل اضافه بار در انجام تمرینات دایره‌ای، تمرینات به صورت ۴ دور در هفته اول، ۵ دور در هفته دوم، ۶ دور در هفته سوم و ۵ دور در هفته چهارم (کاهش بار تمرین) اجرا شد (۲۳).

**نحوه مصرف مکمل ال - آرژنین:** مکمل ال - آرژنین ساخت شرکت دارو سازی کارن؛ ایران به صورت قرص‌های یک گرمی به جودوکاران داده شد. طریقه مصرف ال - آرژنین در روزهای تمرین، یک ساعت قبل از تمرین (مصرف دو قرص) و بعد از تمرین (مصرف دو قرص) در کل چهار قرص در روز، همچنین در روزهای غیر تمرین صبح (مصرف دو قرص) و شب (مصرف دو قرص) بود. آزمودنی‌های گروه تمرین دارونما نیز روزانه ۴ کپسول یک گرمی نشاسته استفاده کردند (۲۴).

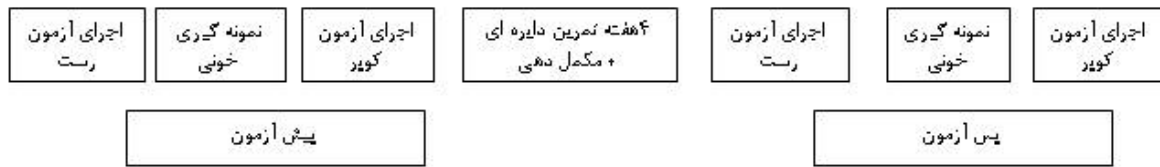
بود (۱۸). همچنین معظمی و همکاران (۱۳۹۳) با مطالعه ۱۶ دختر هندبالبست گزارش دادند یک هفته مکمل دهی ال - آرژنین (۳ گرم در روز) باعث بهبود توان هوازی و کاهش اسیدلاکتیک خون در گروه تمرین با مصرف مکمل ال - آرژنین شد (۱۹). بسیاری از تحقیقات گذشته کاهش سطوح اسیدلاکتیک خون و بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از تأثیر متقابل فعالیت ورزشی و مصرف مکمل ال - آرژنین را گزارش کرده‌اند (۱۱، ۲۰، ۲۱) اما تناقضاتی هم وجود دارد که احتمالاً ناشی از شدت و مدت فعالیت و مقدار مصرف مکمل ال - آرژنین باشد. بطور مثال فوربس و همکاران (۲۰۱۳) اثرات حاد ال - آرژنین بر پاسخ‌های سوخت و سازی و هورمونی دوچرخه سواران تمرین کرده را بررسی و نشان دادند که مصرف حاد ال - آرژنین پاسخ‌های هورمونی، سوخت و سازی یا قلبی تنفسی را تغییر نمی‌دهد (۲۲). با توجه به کمبود مطالعات صورت گرفته در رشته ورزشی جودو و اهمیت بالای توان هوازی و بی‌هوازی و همچنین به تأخیر انداختن خستگی در جودوکاران، تاکنون مطالعه‌ای در زمینه تأثیر متقابل تمرینات دایره‌ای ویژه جودو با مکمل دهی ال - آرژنین یافت نشده است. بنابراین تحقیق حاضر با این هدف انجام می‌گیرد که آیا چهار هفته تمرینات دایره‌ای مبتنی بر فنون جودو با مصرف مکمل ال - آرژنین بر سطوح اسیدلاکتیک خون و شاخص‌های عملکردی مردان جودوکار تأثیر دارد؟

### روش‌شناسی

تحقیق حاضر به صورت نیمه تجربی و در چهارچوب طرح‌های یک سویه کور در دو گروه (تمرین - مکمل و تمرین دارونما) با تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه تبریز با کد IR.TABRIZU.REC.1399.028 انجام شد. پس از فراخوان شرکت در طرح ورزشی، ۲۰ پسر جودوکار داوطلب حضور در تحقیق با توجه به شاخص‌های ورود به تحقیق شامل: دامنه سنی ۲۰-۱۵ سال، دامنه وزنی ۵۵-۹۰ کیلوگرم، داشتن حداقل یک سال سابقه تمرین منظم در رشته جودو، عدم مشکل پزشکی یا بیماری‌های متابولیکی، عدم اعتیاد به سیگار و سایر مواد مخدر و عدم مصرف مکمل‌های ورزشی در دو ماه اخیر، پس از تشریح شرایط آزمون و امضاء برگه رضایت نامه شرکت در تحقیق، وارد مطالعه شدند (۲۳). آزمودنی‌ها از طریق ویژگی‌های وزن، توان بی‌هوازی اوج از طریق آزمون رست و حداکثر اکسیژن مصرفی از طریق آزمون کوپر، همسان سازی شدند و سپس به صورت تخصیص تصادفی به دو گروه تمرین - مکمل و تمرین دارونما تقسیم شدند. ۴۸ ساعت قبل و بعد از انجام پروتکل تمرینی،

2 - O goshi  
3 - Uchi gari  
4 - Ippon seoi nage  
5 - Osoto gari  
6 - Uchimata  
7 - Tai otoshi  
8 - Harai goshi  
9 - Kuchi gari

1 - Forbes et al



### شکل ۱. طرح تحقیق.

حساسیت ۰/۰۰۱ میلی مول در لیتر توسط دستگاه آنالایزر (سلکترا پرو ام؛ هلند) انجام شد.

**اندازه گیری توان هوازی:** به منظور کاهش یا به حداقل رساندن آثار خستگی، آزمون اندازه گیری توان هوازی رأس ساعت ۱۶ همان روز (۲ ساعت بعد از آخرین وعده غذایی) انجام شد. آزمودنی‌ها، آزمون دوازده دقیقه دویدن کوپر را اجرا کردند. سپس مسافت طی شده آن‌ها اندازه گیری و با استفاده از معادله زیر توان هوازی آزمودنی‌ها محاسبه شد (۲۶).

$۱۱/۳ - (مسافت به متر) * ۰/۰۲۶۸ =$  حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر دقیقه)

### روش‌های آماری

در این مطالعه ابتدا ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها و داده‌های تحقیق با استفاده از آمار ارائه شدند. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها (آزمون شاپیرو - ویلک)، نتایج تحقیق با استفاده از آزمون‌های آنوا با اندازه گیری مکرر، t مستقل و t وابسته بررسی شدند. کلیه عملیات و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS.21 در سطح معنی داری  $P < ۰/۰۵$  انجام شد.

### یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های دو گروه در جدول ۱ آمده است.

**لاکتات پلاسما:** مطابق یافته‌های آماری، تفاوت معنی داری بین مراحل اندازه گیری در هردو گروه مشاهده شد ( $P < ۰/۰۰۱$ ). همچنین اثر تفاوت‌های گروهی معنی دار بود ( $P = ۰/۰۰۲$ ). بررسی اثر تعاملی بین زمان‌های اندازه گیری و بین گروهی معنی دار بود ( $P < ۰/۰۰۱$ ). یعنی عامل مصرف مکمل بر مقادیر لاکتات پلاسما مردان جودوکار تأثیر معنی داری داشته است.

### روش‌های اندازه گیری متغیرهای وابسته

**اندازه گیری توان بی‌هوازی:** در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون، آزمودنی‌های هردو گروه رأس ساعت ۹ صبح روز جمعه (۲ ساعت بعد از آخرین وعده غذایی) در مجموعه ورزشی شهید سلیمانی شهرستان سراب حاضر شدند و آزمون رست را برای اندازه گیری توان بی‌هوازی اجرا کردند. به این صورت که آزمودنی‌ها مسافت ۳۵ متری را ۶ بار با حداکثر سرعت دویندن و بین هر وهله ۱۰ ثانیه استراحت کردند. سپس با استفاده از فرمول‌های زیر توان بی‌هوازی با اسیدلاکتیک آزمودنی‌ها محاسبه شد (۲۵).

$۳ (زمان) / ۲ (مسافت) * وزن =$  (کیلوگرم / وات) توان

حداکثر توان بین ۶ تکرار = توان بیشینه

مجموع توان ۶ تکرار تقسیم بر ۶ = توان متوسط

حداقل توان بین ۶ تکرار = توان حداقل

مجموع زمان ۶ مرحله دویندن / (توان حداقل - توان حداکثر) = (کیلوگرم / وات) شاخص خستگی

**نمونه گیری خونی:** دو مرحله خون گیری به مقدار ۳ سی سی از ورید بازویی آزمودنی‌ها سه دقیقه بعد از اجرای آزمون رست (این زمان برای انتشار لاکتات از عضلات به رگ‌های خونی مورد نیاز است (۱۵)، توسط متخصص خون گیری گرفته شد و سریعاً به لوله‌های آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد (EDTA) اضافه شد. سپس به مدت ۳۰ ثانیه به هم زده شد تا خون با ماده ضد انعقاد به صورت کامل مخلوط شود. با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ (هتیچ<sup>۱</sup> - یونیور سال ۳۲۰؛ آلمان) با دور ۳۰۰۰ در دقیقه و به مدت ۱۵ دقیقه، نمونه‌های خون سانتریفیوژ شدند تا پلاسما بدست آید.

**اندازه گیری لاکتات خون:** اندازه گیری لاکتات طبق روش - های طراحی شده در کیت لاکتات (شرکت پارس آزمون؛ ایران) با

<sup>2</sup> - Selectra pro m

<sup>1</sup> - Hetich universal

تأثیر چهار هفته تمرینات دایره‌ای مبتنی بر فنون جودو با مکمل دهی...

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های آزمودنی‌های دو گروه

انحراف استاندارد ± میانگین		متغیر
تمرین دارونما (n=۱۰)	تمرین - مکمل (n=۱۰)	
۱۷/۶۰ ± ۱/۸۹	۱۸/۱۰ ± ۱/۶۶	سن (سال)
۱۷۵/۲۰ ± ۶/۱۷	۱۷۵/۳۰ ± ۲/۷۹	قد (سانتی متر)
۷۱/۷۸ ± ۱۲/۳۰	۷۲/۳۹ ± ۱۲/۱۵	وزن (کیلوگرم)
۲۳/۰۲ ± ۲/۷۱	۲۳/۳۸ ± ۳/۲۱	شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)

جدول ۲: نتایج تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی برای شاخص‌های لاکتات پلاسما، توان هوازی، توان بی‌هوازی و شاخص خستگی در دو گروه.

نام متغیر	منبع تغییر	مجموع مجذور	درجه آزادی	میانگین	میزان F	معنی داری
لاکتات پلاسما	اثر مرحله	۲۱/۰۹۸	۱/۰۰۰	۲۱/۰۹۸	۵۵۶/۰۴۰	۰/۰۰۰
	اثر گروه	۱۳/۳۵۲	۱/۰۰۰	۱۳/۳۵۲	۱۲/۴۱۷	۰/۰۰۲
	اثر تعاملی	۱۹/۰۰۳	۱/۰۰۰	۱۹/۰۰۳	۵۰۰/۸۲۷	۰/۰۰۰
توان هوازی	اثر مرحله	۳۱/۹۱۶	۱/۰۰۰	۳۱/۹۱۶	۴۱۱/۳۸	۰/۰۰۰
	اثر گروه	۴/۰۶۴	۱/۰۰۰	۴/۰۶۴	۰/۱۱۰	۰/۷۴۴
	اثر تعاملی	۶/۲۴۹	۱/۰۰۰	۶/۲۴۹	۸۰/۵۳۷	۰/۰۰۰
توان بی‌هوازی اوج	اثر مرحله	۱۳۵۵۲۲/۱۹۴	۱/۰۰۰	۱۳۵۵۲۲/۱۹۴	۴۹۴/۱۱۰	۰/۰۰۰
	اثر گروه	۲۷۸۰۲/۴۲۰	۱/۰۰۰	۲۷۸۰۲/۴۲۰	۰/۸۹۶	۰/۳۵۶
	اثر تعاملی	۳۲۸۹۴/۸۱۳	۱/۰۰۰	۳۲۸۹۴/۸۱۳	۱۱۹/۹۳۴	۰/۰۰۰
شاخص خستگی	اثر مرحله	۳۸/۳۷۷	۱/۰۰۰	۳۸/۳۷۷	۲۸۸/۷۴۶	۰/۰۰۰
	اثر گروه	۳/۸۸۱	۱/۰۰۰	۳/۸۸۱	۱/۱۸۱	۰/۳۶۲
	اثر تعاملی	۶/۵۹۳	۱/۰۰۰	۶/۵۹۳	۴۹/۶۰۹	۰/۰۰۰

(p < ۰/۰۵)

گروه به طور همگن بوده اند. در مقادیر پس آزمون و همچنین تفاضل دو مرحله تفاوت معنی‌داری بین دو گروه

لاکتات پلاسما: در مقادیر اولیه لاکتات پلاسما تفاوت معنی - داری بین دو گروه مشاهده نشد (P > ۰/۵۳۱). یعنی دو

برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی و درون گروهی از آزمون t مستقل و t وابسته استفاده شد (جدول ۳ و ۴).  
گیری و بین گروهی معنی‌دار بود ( $P < 0/001$ ). یعنی عامل مصرف مکمل بر مقادیر توان هوازی مردان جودوکار تأثیر معنی‌داری داشته است.

**شاخص خستگی:** تفاوت معنی‌داری بین مراحل اندازه‌گیری در هر دو گروه مشاهده شد ( $P < 0/001$ ). همچنین اثر تفاوت‌های گروهی معنی‌دار نبود ( $P > 0/362$ ). بررسی اثر تعاملی بین زمان‌های اندازه‌گیری و بین گروهی معنی‌دار بود ( $P < 0/001$ ). یعنی عامل مصرف مکمل بر مقادیر شاخص خستگی مردان جودوکار تأثیر معنی‌داری داشته است.

مشاهده شد. در گروه تمرین - مکمل کاهش معنی‌داری در مقادیر لاکتات پلاسما وجود داشت ( $P < 0/001$ ).

**توان هوازی:** تفاوت معنی‌داری بین مراحل اندازه‌گیری در هر دو گروه مشاهده شد ( $P < 0/001$ ). همچنین اثر تفاوت‌های گروهی معنی‌دار نبود ( $P = 0/744$ ). بررسی اثر تعاملی بین زمان‌های اندازه‌گیری و بین گروهی معنی‌دار بود ( $P < 0/001$ ). یعنی عامل مصرف مکمل بر مقادیر توان بی‌هوازی اوج مردان جودوکار تأثیر معنی‌داری داشته است.

جدول ۳: مقایسه تغییرات میانگین‌های بین گروهی شاخص‌های لاکتات پلاسما، توان هوازی، توان بی‌هوازی و شاخص خستگی

شاخص‌ها	انحراف استاندارد $\pm$ میانگین		تغییرات بین گروهی (ت مستقل)	
	تمرین-مکمل (n=10)	تمرین دارونما (n=10)	آزمون t	سطح معنی‌داری
لاکتات پلاسما (میلی مول / لیتر)	پیش آزمون	10/0 $\pm$ 79/79	10/0 $\pm$ 57/76	0/939
	پس آزمون	7/0 $\pm$ 96/76	10/0 $\pm$ 50/65	-7/97
	تفاضل	-2/0 $\pm$ 86/26	-0/0 $\pm$ 074/28	-22/37
توان هوازی (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)	پیش آزمون	4047 $\pm$ 3658	36/4 $\pm$ 73/36	-0/939
	پس آزمون	4014 $\pm$ 3915	37/4 $\pm$ 73/19	-0/454
	تفاضل	2/0 $\pm$ 57/50	0/0 $\pm$ 099/23	8/97
توان بی‌هوازی اوج (وات / کیلوگرم)	پیش آزمون	725/144 $\pm$ 40/48	730/127 $\pm$ 02/02	-0/933
	پس آزمون	899/124 $\pm$ 16/92	789/132 $\pm$ 08/96	-0/72
	تفاضل	173/15 $\pm$ 76/66	59/29 $\pm$ 06/18	10/95
شاخص خستگی (وات / کیلوگرم)	پیش آزمون	10/1 $\pm$ 16/36	9/1 $\pm$ 97/74	-0/790
	پس آزمون	7/1 $\pm$ 39/01	8/1 $\pm$ 82/79	-2/17
	تفاضل	-2/0 $\pm$ 77/61	-1/0 $\pm$ 14/39	-7/04

( $p < 0/05$ )

تأثیر چهار هفته تمرینات دایره‌ای مبتنی بر فنون جودو با مکمل دهی...

تفاضل دو مرحله، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده شد. در گروه تمرین - مکمل افزایش معنی‌داری در مقادیر توان بی‌هوازی اوج وجود داشت ( $P < 0/001$ ). شاخص خستگی: در مقادیر اولیه شاخص خستگی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد ( $P = 0/790$ ) یعنی دو گروه به طور همگن بوده‌اند. در مقادیر پس از آزمون تغییر معنی‌داری بین دو گروه مشاهده شد ( $P = 0/041$ ). همچنین در تفاضل دو مرحله، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده شد. در گروه تمرین - مکمل کاهش معنی‌داری در مقادیر شاخص خستگی وجود داشت ( $P < 0/001$ ).

لاکتات پلاسما: در مقادیر اولیه لاکتات پلاسما تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد ( $P = 0/531$ ). یعنی دو گروه به طور همگن بوده‌اند. در مقادیر پس از آزمون و همچنین تفاضل دو مرحله تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده شد. در گروه تمرین - مکمل کاهش معنی‌داری در مقادیر لاکتات پلاسما وجود داشت ( $P < 0/001$ ).

توان هوازی: در مقادیر اولیه توان هوازی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد ( $P = 0/939$ ). یعنی دو گروه به طور همگن بوده‌اند. در مقادیر پس از آزمون تغییر معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد ( $P = 0/454$ ). اما در تفاضل دو مرحله، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده شد. در گروه تمرین - مکمل افزایش معنی‌داری در مقادیر توان هوازی وجود داشت ( $P < 0/001$ ).

توان بی‌هوازی اوج: در مقادیر اولیه توان بی‌هوازی اوج تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد ( $P > 0/933$ ). یعنی دو گروه به طور همگن بوده‌اند. در مقادیر پس از آزمون تغییر معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد ( $P > 0/072$ ). اما در

جدول ۴: مقایسه تغییرات میانگین‌های درون گروهی شاخص‌های لاکتات پلاسما، توان هوازی، توان بی‌هوازی و شاخص خستگی

شاخص‌ها	پیش آزمون		پس آزمون		سطح معنی‌داری
	(انحراف استاندارد ± میانگین)	(انحراف استاندارد ± میانگین)	(انحراف استاندارد ± میانگین)	آزمون t	
لاکتات پلاسما (میلی مول / لیتر)	۱۰/۰ ± ۷۹/۷۹	۷/۰ ± ۹۶/۷۶	۰/۰۰۰	۳۳/۷۷۰	
توان هوازی (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)	۴۰/۴۷ ± ۳۶/۵۸	۴۰/۱۴ ± ۳۹/۱۵	۰/۰۰۰	-۱۶/۱۸۴	
توان بی‌هوازی اوج (وات / کیلوگرم)	۳۶/۴ ± ۷۳/۳۶	۳۷/۴ ± ۷۳/۱۹	۰/۰۰۰	-۱۳/۲۱۵	
شاخص خستگی (وات / کیلوگرم)	۷۲۵/۱۴۴ ± ۴۰/۴۸	۸۹۹/۱۲۴ ± ۱۶/۹۲	۰/۰۰۰	-۳۵/۰۷۸	
	۷۳۰/۱۲۷ ± ۰۲/۰۲	۷۸۹/۱۳۲ ± ۰۸/۹۶	۰/۰۰۰	-۶/۴۰۰	
	۱۰/۱ ± ۱۶/۳۶	۷/۱ ± ۳۹/۰۱	۰/۰۰۰	-۱۴/۲۸	
	۹/۱ ± ۹۷/۷۴	۸/۱ ± ۸۲/۷۹	۰/۰۰۰	۹/۶۴	

( $p < 0/05$ ).



دختران فوتسالیست شد (۲۴). آتان و همکاران (۲۰۱۸) با مطالعه روی ۲۸ مرد فوتبالیست در دو گروه تمرین مکمل (۱۴ نفر) و تمرین دارونما (۱۴ نفر) نشان دادند که مکمل سازی ال-آرژنین به مدت دو هفته و به مقدار ۶ گرم در روز، کاهش معنی دار اسیدلاکتیک در فوتبالیست های مرد را گزارش کردند (۱۱). علت همسو بودن نتایج تحقیق حاضر با تحقیقاتی که عنوان شدند می-تواند این مسئله باشد که ال-آرژنین پیش ساز نیتریک اکسید (NO) است. NO در بسیاری از فرایندهای بیولوژیک قلب و عروق از طریق تحریک گوانیل سیکلاز محلول که نهایتاً منجر به تولید گوانوزین مونوفسفات حلقوی (cGMP) می شود، باعث انبساط عضلات صاف عروق خونی شده که ضمن افزایش جریان خون عضلات، از تجمع لاکتات ناشی ورزش جلوگیری می کند (۱۴). معزانه و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش کردند که ال-آرژنین از طریق افزایش سطوح پلاسمایی NO سبب مهار گلیکولیز و کاهش تولید اسیدلاکتیک می شود (۱۵). همچنین شواهد نشان می دهند که نیتریک اکسید، نقش اساسی در تکثیر سلول های اندوتلیال دارد و میانجی مهمی برای برخی از مواد محرک رشد اندوتلیوم، مانند عامل رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) به حساب می آید. VEGF زنجیره های از واکنش ها را فعال می کند که سبب بقا، تکثیر، مهاجرت و نفوذ پذیری سلول های اندوتلیال شده و در نهایت، سبب تحریک فرایند رگ زایی می شود. افزایش تراکم مویرگی عضلات باعث بهبود خون رسانی به عضلات و کاهش تجمع لاکتات حین ورزش می شود (۲۷). از سوی دیگر، برخی مطالعات عدم تغییر معنی دار سطوح لاکتات خون، ناشی از مکمل دهی ال-آرژنین را گزارش کرده اند. برای مثال طاهری و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیقی با مطالعه ۱۴ مرد دانشجوی غیر فعال در دو گروه ۷ نفری تمرین - مکمل و تمرین دارونما به این نتیجه رسیدند که مکمل دهی حاد ال-آرژنین به میزان ۵ گرم قبل و بعد از یک وهله اجرای آزمون فزاینده بروس، اثر معنی داری بر سطوح اسیدلاکتیک خون ندارد (۲۸). همچنین فوربس و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه ۱۵ مرد دوچرخه سوار تمرین کرده در دو گروه تمرین - مکمل و تمرین دارونما، گزارش کردند که مصرف حاد ال-آرژنین به میزان (۰/۰۷۵) گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) قبل از فعالیت زیر بیشینه بر سطوح لاکتات خون دوچرخه سواران تمرین کرده تأثیر معنی دار ندارد (۲۲). علت عدم تأثیر مکمل ال-آرژنین بر سطوح اسیدلاکتیک خون می-تواند این مسئله باشد که در مطالعات فوق مدت مکمل دهی کوتاه بوده و احتمالاً این مدت برای افزایش سطح آرژنین پلاسما و

**لاکتات پلاسما:** در مقادیر لاکتات پلاسما گروه تمرین - مکمل بین دو مرحله اندازه گیری کاهش معنی دار مشاهده شد ( $P < 0.001$ ). در مقادیر لاکتات پلاسما گروه تمرین دارونما بین دو مرحله اندازه گیری تغییر معنی داری مشاهده نشد ( $P = 0.434$ ). در نتیجه تمرینات دایره ای ویژه جودو اثر معنی داری بر سطوح لاکتات پلاسما مردان جودوکار نداشت.

**توان هوازی:** در مقادیر توان هوازی گروه تمرین - مکمل بین دو مرحله اندازه گیری افزایش معنی دار مشاهده شد ( $P < 0.001$ ). در مقادیر توان هوازی گروه تمرین دارونما بین دو مرحله اندازه گیری افزایش معنی داری مشاهده شد ( $P < 0.001$ ). در نتیجه تمرینات دایره ای ویژه جودو اثر معنی داری بر توان هوازی مردان جودوکار داشته است.

**توان بی هوازی اوج:** در مقادیر توان بی هوازی اوج گروه تمرین - مکمل بین دو مرحله اندازه گیری افزایش معنی دار مشاهده شد ( $P < 0.001$ ). در مقادیر توان بی هوازی اوج گروه تمرین دارونما بین دو مرحله اندازه گیری افزایش معنی داری مشاهده شد ( $P < 0.001$ ). در نتیجه تمرینات دایره ای ویژه جودو اثر معنی داری بر توان بی هوازی اوج مردان جودوکار داشته است.

**شاخص خستگی:** در مقادیر شاخص خستگی گروه تمرین - مکمل بین دو مرحله اندازه گیری کاهش معنی دار مشاهده شد ( $P = 0.001$ ). در مقادیر شاخص خستگی گروه تمرین دارونما بین دو مرحله اندازه گیری کاهش معنی داری مشاهده شد ( $P = 0.001$ ). در نتیجه تمرینات دایره ای ویژه جودو اثر معنی داری بر شاخص خستگی مردان جودوکار داشته است.

## بحث و نتیجه گیری

براساس نتایج مطالعه حاضر چهار هفته تمرینات دایره ای مبتنی جودو با مکمل دهی ال-آرژنین منجر به کاهش معنی دار سطوح اسیدلاکتیک خون در گروه تمرین - مکمل و افزایش معنی دار توان هوازی، توان بی هوازی و کاهش معنی دار شاخص خستگی در هر دو گروه شد. در رابطه با تأثیر متقابل تمرینات دایره ای و مکمل دهی ال-آرژنین بر روی سطوح لاکتات خون جودوکاران مطالعه ای یافت نشد. اما نتایج سایر تحقیقات در رابطه با مکمل دهی ال-آرژنین همسو با مطالعه حاضر می باشد. برای مثال حسینی و همکاران (۱۳۹۴) با مطالعه ۲۰ زن سالم فوتسالیست در دو گروه تمرین مکمل (۱۰ نفر) و تمرین دارونما (۱۰ نفر)، به این نتیجه رسیدند که انجام چهار هفته تمرینات تناوبی شدید با مصرف همزمان مکمل ال-آرژنین به میزان ۴ گرم در روز باعث کاهش معنی دار سطوح اسیدلاکتیک خون

<sup>1</sup> - Atan et al

<sup>2</sup> - Forbs et al

ضربه‌ای، بایوژنز میتوکندریایی (مسیر سیگنالینگ AMPK<sup>2</sup>،<sup>۳</sup> P38/MAPK و PGC1- $\alpha$ <sup>4</sup>) و افزایش فعالیت آنزیم‌های میتوکندریایی مانند سوکسینات دهیدروژناز و سترات سنتتاز باشد (۳۴). از سوی دیگر، برخی مطالعات عدم تغییر معنی‌دار توان هوازی، ناشی از مکمل دهی ال - آرژنین را گزارش کرده اند. برای مثال ساندبک و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۴)، با مطالعه ۹ مرد دوندۀ نخبه مشاهده کردند مصرف یک وهله مکمل ال - آرژنین به میزان ۶ گرم، عملکرد هوازی مردان دوندۀ نخبه را تغییر نداد (۳۵). کایل و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۱)، با مطالعه ۱۸ دوچرخه سوار مرد نخبه در گروه تمرین مکمل (۹ نفر) و تمرین دارو نما (۹ نفر) مشاهده کردند مصرف چهار هفته مکمل ال - آرژنین به میزان ۲ گرم در روز، حداکثر اکسیژن مصرفی مردان دوچرخه سوار نخبه را تغییر نداد (۳۶). علت عدم تأثیر مکمل ال - آرژنین بر مقادیر توان هوازی در مطالعات فوق می‌تواند این مسئله باشد که مدت مکمل دهی کوتاه بوده و احتمالاً این مدت برای افزایش سطح آرژنین پلاسما و مشاهده اثرات ناکافی است. برای بهبود عملکرد دستگاه‌های تولید انرژی، مکمل ال - آرژنین باید به مقدار ۴ - ۱۰ گرم در روز و به مدت ۴ الی ۸ هفته مصرف شود (۳۷). در رابطه با تأثیر متقابل تمرینات دایره‌ای و مکمل دهی ال - آرژنین بر روی توان بی‌هوازی جودوکاران مطالعه‌ای یافت نشد. اما نتایج سایر تحقیقات در رابطه با سایر روش‌های تمرینی و مکمل دهی ال - آرژنین همسو با مطالعه حاضر می‌باشد. برای مثال کنابدار و همکاران (۱۳۹۴) با مطالعه ۴۰ دختر سالم در چهار گروه ۱۰ نفری به این نتیجه رسیدند که انجام چهار هفته تمرینات تناوبی شدید با مصرف همزمان مکمل ال - آرژنین به میزان (۱-۲ گرم در روز) در هفته اول و (۳-۴ گرم در روز) در سه هفته بعد باعث افزایش معنی‌دار توان بی‌هوازی دختران بسکتبالیست شد (۳۸). یاووز و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۴) نیز با مطالعه ۹ مرد کشتی گیر نخبه گزارش دادند مکمل دهی مدت ال - آرژنین به مدت یک هفته و به میزان ۱/۵ گرم به ازای هر ۱۰ کیلوگرم وزن بدن باعث بهبود توان بی‌هوازی کشتی گیران نخبه می‌شود (۳۹). کیان زاده و همکاران (۱۳۹۷) هم با مطالعه ۳۲ کشتی گیر آزادکار در دو گروه تجربی (۱۶ نفر) و گروه کنترل (۱۶ نفر)، گزارش کردند انجام ۱۲ هفته تمرینات دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی، منجر به افزایش

مشاهده اثرات ناکافی است (۲۹). در رابطه با تأثیر متقابل تمرینات دایره‌ای و مکمل دهی ال - آرژنین بر روی توان هوازی جودوکاران مطالعه‌ای یافت نشد. اما نتایج سایر تحقیقات در رابطه با سایر روش‌های تمرینی و مکمل دهی ال - آرژنین همسو با مطالعه حاضر می‌باشد. برای مثال کوماران<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) با مطالعه ۳۰ مرد دانشجوی تربیت بدنی در دو گروه تمرین دایره‌ای (۱۵ نفر) و گروه کنترل (۱۵ نفر)، گزارش داد که انجام شش هفته تمرینات دایره‌ای باعث افزایش معنی‌دار توان هوازی در گروه تمرین دایره‌ای شد (۳۰). کیان زاده و همکاران (۱۳۹۷) با مطالعه ۳۲ کشتی گیر آزادکار در دو گروه تجربی (۱۶ نفر) و گروه کنترل (۱۶ نفر)، گزارش کردند انجام ۱۲ هفته تمرینات دایره‌ای مبتنی بر فنون کشتی، منجر به بهبود توان هوازی در کشتی گیران گروه تجربی شد (۳۱). دهنو و همکاران (۱۳۹۶) با مطالعه ۲۲ فوتبالیست در دو گروه ۱۱ نفری تمرین مکمل و تمرین دارونما با مکمل سازی ال - آرژنین به مدت ۴ روز و به میزان ۶ گرم در روز، گزارش کردند که مکمل دهی ال - آرژنین باعث افزایش معنی‌دار توان هوازی در مردان فوتبالیست شد (۳۲). حسینی و همکاران (۱۳۹۴) نیز با مطالعه ۲۰ زن سالم فوتبالیست در دو گروه تمرین مکمل (۱۰ نفر) و تمرین دارونما (۱۰ نفر)، به این نتیجه رسیدند که انجام چهار هفته تمرینات تناوبی شدید با مصرف همزمان مکمل ال - آرژنین به میزان ۴ گرم در روز باعث افزایش معنی‌دار توان هوازی دختران فوتبالیست شد (۲۴). مکانیسم‌های احتمالی در رابطه با همسو بودن نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات فوق می‌تواند این مسئله باشد که ال - آرژنین سوپرسترای سنتز نیتریک اکسید (NO) است... مکمل دهی ال - آرژنین با افزایش سطوح NO و متعاقباً سیگنالینگ آن می‌تواند با اثر بر قسمت داخلی عروق، در منبسط شدن عضلات صاف نقش داشته باشد که در نهایت با گشاد شدن عروق افزایش جریان خون موجب بهبود عملکرد ورزشی شود. شواهد نشان می‌دهند که نیتریک اکسید، نقش اساسی در تکثیر سلول‌های اندوتلیال دارد و میانجی مهمی برای برخی از مواد محرک رشد اندوتلیوم، مانند عامل رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) به حساب می‌آید. VEGF زنجیره‌ای از واکنش-ها را فعال می‌کند که سبب بقا، تکثیر، مهاجرت و نفوذ پذیری سلول‌های اندوتلیال شده و در نهایت، سبب تحریک فرآیند رگ-زایی می‌شود که باعث افزایش خون رسانی به عضلات و بهبود عملکرد استقامتی می‌شود (۳۳). افزایش توان هوازی ناشی از انجام تمرینات دایره‌ای ممکن است به علت بهبود در حمل و تحویل اکسیژن به عضلات اسکلتی از طریق افزایش حجم

2 - AMP-activated protein kinase

3 - Mitogen-activated protein kinase p38

4 - Peroxime proliferator-activated receptor- $\gamma$ -coactivator-1 $\alpha$

5 - Sandbak et al

6 - Kyle et al

7 - Yavuz et al

1 - Kumaran

## تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد دانشجوی فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز است که با هزینه شخصی دانشجو انجام شده است. از تمامی دوستان و عزیزانی که به عنوان همکار و آزمودنی ما را در انجام این مطالعه یاری کردند تشکر و قدردانی می‌کنیم.

## تعارض منافع

نویسندگان مقاله هیچگونه تعارض منافی ذکر نکردند.

## منابع

1. Franchini E, Nunes AV, Moraes JM, Del Vecchio FB. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *J Physiol Anthropol*. 2007;26(2):59-67.
2. Laskowski R. Training loads and physical capacity in female practicing judo. *Gdansk: Awfis*. 2007;5(6):15.
3. Torres-Luque G, Hernández-García R, Escobar-Molina R, Garatachea N, Nikolaidis PT. Physical and physiological characteristics of judo athletes: An update. *Sports*. 2016;4(1):20.
4. Ikai M, Haga S, Kaneko M. The characteristic of physical fitness of judoists from the viewpoint of respiratory and cardiovascular functions. *Bull Assoc Sci Study Judo*. 1972;4:43-52.
5. Imanudin I, Sultoni K, Umaran U, Hardwis S, editors. The Impact of Aerobic Circuit Training Methods on the Improvement of Anaerobic Dynamic and Aerobic Capacity. 4th International Conference on Sport Science, Health, and Physical Education (ICSSHPE 2019); 2020: Atlantis Press.
6. Baudry S, Roux P. Specific circuit training in young judokas: Effects of rest duration. *Research quarterly for exercise and sport*. 2009;80(2):146-52.
7. Hoff J, Helgerud J. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports medicine*. 2004;34:165-80.
8. Bogdanis GC, Ziagos V, Anastasiadis M, Maridaki M. Effects of two different short-term training programs on the physical and technical abilities of adolescent basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2007;10(2):79-88.
9. Kashef M, Heydari N, Karmi S. The effect of acute beta-alanine supplementation on the performance of elite judokas. 8th

معنی‌دار توان بی‌هوازی و کاهش معنی‌دار شاخص خستگی در کشتی گیران گروه تجربی شد (۳۱). نادریان شاد و همکاران (۱۳۹۱) نیز در تحقیقی با مطالعه ۱۲ بسکتبالیست نخبه در دو گروه تمرین ویژه (۶ نفر) و گروه تمرین عمومی بسکتبال (۶ نفر)، نشان دادند که انجام شش هفته تمرینات دایره ای ویژه بسکتبال باعث افزایش معنی‌دار توان بی‌هوازی (توان بی‌هوازی اوج، متوسط توان بی‌هوازی، حداقل توان بی‌هوازی و کاهش معنی‌دار شاخص خستگی) در بسکتبالیست‌های گروه تمرین ویژه شد (۴۰). علت همسو بودن نتایج تحقیق حاضر با تحقیقاتی که عنوان شدند می‌تواند این مسئله باشد که سطوح نیتریک اکسید (NO) با مصرف ال - آرژنین افزایش می‌یابد. فعالیت NO برای فعال سازی مسیر سیگنالینگ Akt (مسیر درگیر در واکنش‌های آبشاری ترجمه و سنتز پروتئین) وابسته به کلسیم ضروری می‌باشد. NO سیگنال دهی Akt را از طریق مسیر cgMP/PI3k تحت تأثیر قرار می‌دهد که یکی از مسیرهای اصلی بیش تنظیمی ترجمه ژن و پروتئین سازی است. همچنین NO می‌تواند عملکرد عضلانی را با تأثیر بر جفت شدن تحریک - انقباض، عملکرد فیبر عضلانی و متابولیسم عضله را تحت تأثیر قرار دهد (۴۱). از این رو می‌توان بخشی از ارتقاء عملکرد بی‌هوازی آزمودنی‌های گروه - تمرین مکمل را به افزایش بیشتر NO در این گروه نسبت داد. افزایش معنی‌دار توان بی‌هوازی ناشی از انجام تمرینات دایره‌ای ممکن است به دلیل سازگاری‌های دستگاه‌های انرژی بی‌هوازی (فسفاژن و گلیکولیتیک) باشد. این سازگاری‌ها ممکن است در اثر افزایش ذخایر گلیکوژن، کراتین فسفات و ATP عضلات، افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکوژن فسفوریلاز، فسفوفروکتوکیناز، لاکتات دهیدروژناز، کراتین کیناز، میو کیناز و بهبود ظرفیت تامپونی عضلات باشد. ذخیره بیشتر کراتین فسفات عضلات به این معنی است که در ثانیه‌های آغازین فعالیت ورزشی شدید در حد زیاد میسر خواهد شد. تمرینات دایره ای ظرفیت تحمل عضلات در برابر انباشت اسیدلاکتیک را از طریق کاهش حساسیت گیرنده‌های شیمیایی بهبود بخشیده و همچنین با افزایش ظرفیت تامپونی کاهش PH سلولی را به تأخیر می‌اندازد. افزایش ظرفیت تامپونی عضلات باعث می‌شود دفع یون‌های H<sup>+</sup> آزاد شده بهتر انجام شود و عضلات برای مدت طولانی تری انرژی تولید کنند (۴۲). از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به دسترسی نداشتن به ضربان سنج مچی و لاکتومتر قابل حمل اشاره کرد. همچنین به دلیل تعداد کم آزمودنی‌های داوطلب برای شرکت در مطالعه، نتوانستیم برای اندازه گیری اثر مکمل، گروه مکمل (بدون انجام تمرین) داشته باشیم.

21. Mayorga-Vega D, Viciano J, Cocca A. Effects of a circuit training program on muscular and cardiovascular endurance and their maintenance in schoolchildren. *Journal of Human Kinetics*. 2013;37(1):153-60.
22. 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.
23. Zahedi h, mehrdad f, rashid lamir a, serajian a. The effect of 8-weeks circuit judo training on the AGRP amount and functional characteristics of trained judo males. *Journal of motor behavior and sports psychology*. 2016;8(2):1248-1.
24. hoseini a, valipour dehnou v, azizi m, khanjari alam m. Effect of High-Intensity Interval Training (HIT) for 4 Weeks with and without L-Arginine Supplementation on the Performance of Women's Futsal Players. *Internal Medicine Today*. 2015;21(2):113-9.
25. Ahmadi R, Kazemipour A. Executive order and normative data, analysis of measurement of physical abilities. Tehran, Iran: samt; 2015.
26. H V, Hayward. *Advanced physical fitness (evaluation and prescription of sports activity)*. . Tehran. iran: Samt Publications; 2017.
27. Lee S-J, Kim K-M, Namkoong S, Kim C-K, Kang Y-C, Lee H, et al. Nitric oxide inhibition of homocysteine-induced human endothelial cell apoptosis by down-regulation of p53-dependent Noxa expression through the formation of S-nitrosohomocysteine. *Journal of Biological Chemistry*. 2005;280(7):5781-8.
28. Taheri H, Shafii M, Behrman Z. The effect of acute consumption of L-arginine supplement on maximal oxygen consumption and blood lactic acid levels of inactive men. Gilan University IRAN. 2018.
29. Sales RP, Miné CEC, Franco AD, Rodrigues ÉL, Cogo JC, Lopes-Martins RA, et al. Effects of the acute arginine aspartate supplement on the muscular fatigue in trained volunteers. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2005;11:347-51.
30. Kumaran S. Senthil Kumaran. *International Journal of Computational Research and Development (IJCRD)*, . 2018.
31. Kianzadeh A, Shreb M, Behpour N. The effect of twelve weeks of circular training on the aerobic and anaerobic capacity of free-lance wrestlers. the fourth national Conference on Physical Education and Sports Sciences, Tehran Iran. 2013.
10. Cladden L. Lactate metabolism-a new paradigm for the third millenjum. *J Appl Physiol*. 2004;53(6):1987-93.
11. Mor A, Atan T, Agaoglu SA, Ayyildiz M. Effect of arginine supplementation on footballers' anaerobic performance and recovery. *Prog Nutr*. 2018;20:104-12.
12. Schaefer A, Piquard F, Geny B, Doutreleau S, Lampert E, Mettauer B, Lonsdorfer J. L-arginine reduces exercise-induced increase in plasma lactate and ammonia. *International journal of sports medicine*. 2002;23(06):403-7.
13. Campbell BI, La Bounty PM, Roberts M. The ergogenic potential of arginine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2004;1(2):35.
14. Alvares TS, Meirelles CM, Bhambhani YN, Paschoalin VM, Gomes PS. L-Arginine as a potential ergogenic aidin healthy subjects. *Sports medicine*. 2011;41:233-48.
15. Muazzezaneh 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):200-208.
16. Shashar M, Chernichovski T, Pasvolsky O, Levi S, Grupper A, Hershkovitz R, et al. Vascular endothelial growth factor augments arginine transport and nitric oxide generation via a KDR receptor signaling pathway. *Kidney and Blood Pressure Research*. 2017;42(2):201-8.
17. Hou E, Sun N, Zhang F, Zhao C, Liang M, Tian Z. Malate and aspartate increase L-arginine and nitric oxide and attenuate hypertension. *Cell reports*. 2017;19(8):1631-9.
18. Yaman H, Tiryaki-Sönmez G, Gürel K. Effects of oral L-arginine supplementation on vasodilation and □ Omax in male soccer players. *Biomedical Human Kinetics*. 2010;2(2010):25.ª-
19. 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 and Food Technology*. 2015;9(4):45-52.
20. Ahmed P. Comparative effect of two variations of circuit training on explosive strength, strength endurance and speed of movement of judokas. 2018.

41. Hou E, Sun N, Zhang F, Zhao C, Usa K, Liang M, Tian Z. Malate and Aspartate Increase L-Arginine and Nitric Oxide and Attenuate Hypertension. *Cell Rep.* 2017;19(8):1631-9.
42. Wilmore J, H, Castiel, Davidal, L. K. *Physiology of exercise and physical activity.* IRAN: Mobatkaran Publications.; 2017.
32. Valipour dehno v, rezaei rasekh n. Hormonal and functional responses to L-Arginine supplementation during recovery in football players. *Complementary Medicine Journal.* 2017;7(3):2025-40.
33. Egginton S. Invited review: activity-induced angiogenesis. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology.* 2009;457:963-77.
34. Little JP ,Safdar A, Bishop D, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 $\alpha$  and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.* 2011.
35. 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.
36. L K, Felicia G. Vo<sub>2</sub>max & ventilator threshold of trained are not affected 25 day L-arginin supplementation. *Journal of strength conditioning research.* 2012;25(3):833-7.
37. Viribay A, Burgos J, Fernández-Landa J, Seco-Calvo J, Mielgo-Ayuso J. Effects of arginine supplementation on athletic performance based on energy metabolism: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients.* 2020;12(5):1300.
38. Ketabdar A, N B, A RL. The effect of four weeks of intense interval training with and without L-arginine supplementation on the performance of basketball girls. the fourth national sports science student conference of Shahid Beheshti University2016. 2016.
39. U YH, H. T, A D. pre-exercise arginine supplementation increase time to exhaustion in elite male wrestlers *Bio Sport.* 2014;31(4):187-91.
40. The effect of basketball specific and general training on physical and physiological fitness in male basketball players trained. *Research in Sport Medicine and Technology.* 2012;10(3):25-32.