

Research Paper

Comparison of the Effect of 6 Weeks of Creatine and Ginseng Supplementation on Blood Ammonia, Lipoprotein and Homocysteine of Male Players of Iran's EPE Fencing Team in 2021



Ahmad Yaghoobi¹, *Tahereh Bagherpoor¹, Nematollah Nemat¹

1. Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran.



Citation Yaghoobi A, Bagherpoor T, Nemat N. [Comparison of the Effect of 6 Weeks of Creatine and Ginseng Supplementation on Blood Ammonia, Lipoprotein and Homocysteine of Male Players of Iran's EPE Fencing Team in 1400 (Persian)]. *Journal of Arak University of Medical Sciences (JAMS)*. 2023; 26(2):474-483. <https://doi.org/10.32598/JAMS.25.3.6963.1>

doi <https://doi.org/10.32598/JAMS.25.3.6963.1>



Article Info:

Received: 16 May 2022

Accepted: 03 Jul 2022

Available Online: 10 Jul 2023

ABSTRACT

Background and Aim Food and sports supplements are used by athletes all over the world, and correct and optimal consumption improves performance and prevents sports injuries. In this regard, creatine and ginseng supplements can be effective on physiological indicators and sports performance. Therefore, considering that no research has been done on the use of these supplements on blood indicators on fencers. The present study compares the effect of creatine and ginseng supplements on blood ammonia, HDL, LDL and homocysteine indices of the male players of the Iranian Epe fencing team.

Methods & Materials In the present study, 14 male players of the Epe national fencing team were divided into two creatine supplement groups (7 people) and ginseng supplement group (7 people). Subjects in two groups performed their normal exercises with the team during the research, and on the day before the measurement, after a specific activity in a sitting position, blood was taken from the arm vein of the subjects by a specialist. The statistical significance difference was determined at the level of $P \geq 0.05$ and ANCOVA test was used to determine the differences between groups and the data was analyzed by SPSS software, version 25.

Ethical Considerations This article was approved by the Ethics Committee of Islamic Azad University, Shahrood Branch (Code: IR.IAU.SHAHROOD.REC.1400.073).

Results The results showed that after six weeks, there is a significant difference between the creatine and ginseng groups in the blood indices of ammonia, LDL, HDL and homocysteine ($P \geq 0.05$). so that the average of creatine supplement group in ammonia, LDL, HDL and homocysteine index in terms of mg/dL respectively (2.56 ± 0.83 , 1.16 ± 0.33 , 7.45 ± 0.48 , 8.89 ± 0.18) and Ginseng group (2.05 ± 0.29 , 1.46 ± 0.78 , 8.11 ± 0.27 , 7.63 ± 0.45).

Conclusion The results showed that there is a significant difference in the average of blood ammonia, HDL, LDL and hemocytin between the creatine supplement group and the ginseng supplement group. Therefore, the role of ginseng supplement in reducing blood ammonia and homocysteine and in increasing HDL was more than that of creatine supplement, and the role of creatine supplement in reducing LDL was more than that of ginseng supplement. So it can be concluded that the role of ginseng supplement in the changes of blood ammonia, homocysteine and HDL is more than the role of creatine supplement.

Keywords:

Creatine Supplement, Ginseng Supplement, Ammonia, Homocysteine, Lipid, Fencing

* Corresponding Author:

Tahereh Bagherpoor, PhD.

Address: Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran.

E-mail: Bagherpoor_ta@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

Food and sports supplements are used by athletes all over the world, and correct and optimal consumption improves performance and prevents sports injuries. In this regard, creatine and ginseng supplements can be effective in physiological indicators and sports performance. On the other hand, the characteristics of physical fitness indicate having the necessary ability to perform skills correctly and achieve success in athletes in dynamic disciplines, such as fencing. Therefore, considering that no research has been done on the use of these supplements on blood indicators in fencers. The present study compared the effect of creatine and ginseng supplements on blood ammonia, HDL, LDL, and homocysteine indices of the male players of the Iranian Epee fencing team.

Materials and Methods

In the present study, 14 male players of the Epee national fencing team were divided into two creatine supplement groups (7 people) and a ginseng supplement group (7 people). During the research, the subjects in three groups performed their normal exercises with the team, and on the day before the measurement, after a certain activity in a sitting position, a specialist took 2 ml of blood from the arm vein of the subjects. In order to measure the level of homocysteine, HDL, and LDL in the blood, immediately after four minutes after the time of the subject's pedaling on the bicycle, the level of homocysteine, HDL, and LDL in their blood was measured with the Scout lactometer device made in Germany (mg/dL). The statistically significant difference was determined at the level of $P \geq 0.05$ and the ANCOVA was used to determine the differences between groups and the data were analyzed by SPSS software, version 25.

Results

The Shapiro-Wilk test was used to check the normal distribution of the variables. The results of this test for all variables showed the normality of the data ($P > 0.05$). Also, to check the assumption of homogeneity of variances, Levene's test was used, and the homogeneity of the variances of the groups' scores was confirmed ($P > 0.05$). Therefore, according to the above assumptions, ANCOVA was used to investigate the effect of exercises on the variables. The results showed that after six weeks, there was a significant difference between the creatine and ginseng groups in the blood indices of ammonia, LDL,

HDL, and homocysteine ($P \geq 0.05$). The average levels of ammonia, LDL, HDL, and homocysteine were creatine supplement group 2.56 ± 0.83 , 1.16 ± 0.33 , 7.45 ± 0.48 , and 8.89 ± 0.18 mg/dL and ginseng group 2.05 ± 0.29 , 1.46 ± 0.78 , 8.11 ± 0.27 , and 7.63 ± 0.45 in the ginseng group, respectively.

Discussion

The results showed that there was a significant difference in the average blood ammonia, HDL, LDL, and homocysteine levels between the creatine supplement group and the ginseng supplement group. The results showed that the ginseng supplement was more effective in reducing blood ammonia and homocysteine and in increasing HDL compared to the creatine supplement, and the creatine supplement was more effective in reducing LDL compared to the ginseng supplement.

Regarding blood ammonia, the results of Attarzadeh et al.'s study (2018) showed that ginseng supplementation causes a significant decrease in ammonia concentration, which is similar to the results of this study [19]. Ammonia is formed in the kidneys as a result of the activity of phosphate-dependent and non-phosphate-dependent glutaminase enzymes, and all the produced NH_3 appears in primary ducts as NH_4^+ ammonium ions. Since there is no ammonium secretion mechanism in the urinary collecting ducts, and there is not much permeability to it, a small percentage of ammonia in the interstitial water is released into the ducts through non-ionic diffusion. Also, if the pH of urine increases due to the injection of bicarbonate or acetazolamide, ammonium is decomposed and ammonia is released into the blood. In this regard, it has been reported that long-term intense exercise will increase plasma ammonium levels. Also, the increase observed in professional athletes is less.

It can be concluded ginseng supplement is more effective in changes in blood ammonia, homocysteine, and HDL than creatine supplement.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This article was approved by the Ethics Committee of Islamic Azad University, Shahrood Branch (Code: IR.IAU.SHAHROOD.REC.1400.073).

Funding

This article is taken from Ahmad Yaghoobi's PhD thesis. The present research has no financial sponsor.

Authors' contributions

All authors participated in the design, execution, and writing of all parts of this research.

Conflicts of interest

According to the authors, this article has no conflict of interest.

Acknowledgements

This article is extracted from the doctoral dissertation by Ahmed Yaqoubi. We hereby thank the Fencing Federation of the Islamic Republic of Iran and all those who helped us in conducting this research.

مقاله پژوهشی

مقایسه اثر ۶ هفته مصرف مکمل کراتین و جنسینگ بر آمونیاک خون، لیپوپروتئین و هموسیستئین بازیکنان مرد تیم ملی شمشیربازی ایه ایران در سال ۱۴۰۰

احمد یعقوبی^۱، طاهره باقرپور^۱، نعمت‌الله نعمتی^۱

۱. گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، دامغان، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Yaghoobi A, Bagherpoor T, Nemati N. [Comparison of the Effect of 6 Weeks of Creatine and Ginseng Supplementation on Blood Ammonia, Lipoprotein and Homocysteine of Male Players of Iran's EPE Fencing Team in 1400 (Persian)]. *Journal of Arak University of Medical Sciences (JAMS)*. 2023; 26(2):474-483. <https://doi.org/10.32598/JAMS.25.3.6963.1>

doi <https://doi.org/10.32598/JAMS.25.3.6963.1>

چکیده

زمینه و هدف: مکمل‌های غذایی و ورزشی در سراسر جهان توسط ورزشکاران استفاده شده و مصرف صحیح و بهینه باعث بهبود عملکرد و جلوگیری از آسیب‌های ورزشی می‌شود. در همین راستا، مکمل کراتین و جنسینگ می‌تواند بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشی تأثیرگذار باشد؛ بنابراین با توجه به اینکه تا به حال تحقیقی در رابطه با مصرف این مکمل‌ها بر شاخص‌های خونی روی شمشیربازان انجام نشده است، تحقیق حاضر به مقایسه تأثیر مکمل‌های کراتین و جنسینگ روی شاخص‌های آمونیاک خون، لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین با چگالی بالا و هموسیستئین بازیکنان مرد تیم ملی شمشیربازی ایه ایران می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: در مطالعه حاضر، ۱۴ نفر از بازیکنان مرد تیم ملی شمشیربازی ایه در ۲ گروه مکمل کراتین (۷ نفر) و گروه مکمل جنسینگ (۷ نفر) تقسیم شدند. در طول پژوهش آزمودنی‌ها در ۳ گروه، تمرینات عادی خود را به همراه تیم انجام دادند. یک متخصص روز پیش از اندازه‌گیری، پس از یک فعالیت مشخص در حالت نشسته از ورید بازویی آزمودنی‌ها عمل خون‌گیری را انجام داد. اختلاف معنادار آماری نیز در سطح $P \leq 0.05$ تعیین و برای تعیین تفاوت‌های بین گروهی از آزمون آنکواوا استفاده شد. داده‌ها نیز با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ تجزیه و تحلیل شد.

ملاحظات اخلاقی: همچنین پژوهش حاضر با کد اخلاق IR.IAU.SHAHROOD.REC.1400.073 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود تأیید شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد پس از ۶ هفته در شاخص‌های خونی آمونیاک، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی کم و هموسیستئین بین گروه کراتین و جنسینگ تفاوت معنادار وجود دارد ($P \leq 0.05$). به طوری که میانگین گروه مکمل کراتین در شاخص آمونیاک، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی کم و هموسیستئین بر حسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر به ترتیب $(2/56 \pm 0/183)$ ، $(1/16 \pm 0/133)$ و $(1/89 \pm 0/118)$ و گروه جنسینگ $(2/05 \pm 0/29)$ ، $(1/46 \pm 0/178)$ ، $(1/11 \pm 0/27)$ ، $(1/45 \pm 0/163)$ بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد اختلاف معناداری در میانگین آمونیاک خون، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی کم و هموسیستئین بین گروه مکمل کراتین و گروه مکمل جنسینگ وجود دارد؛ بنابراین نقش مکمل جنسینگ در کاهش آمونیاک خون و هموسیستئین و در افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا بیشتر از مکمل کراتین بود و نقش مکمل کراتین در کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی کم بیشتر از مکمل جنسینگ بود. پس می‌توان نتیجه گرفت نقش مکمل جنسینگ در تغییرات آمونیاک خون و هموسیستئین و لیپوپروتئین با چگالی بالا بیشتر از نقش مکمل کراتین است.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۶ اردیبهشت ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۲ تیر ۱۴۰۱

تاریخ انتشار: ۱۰ مرداد ۱۴۰۱

کلیدواژه‌ها:

مکمل کراتین، مکمل جنسینگ، آمونیاک، هموسیستئین، لیپید، شمشیربازی

* نویسنده مسئول:

دکتر طاهره باقرپور

نشانی: دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی.

ایمانامه: Bagherpoor_ta@yahoo.com

مقدمه

در صورت مصرف مقادیر زیاد مکمل کراتین افزایش می‌یابد. این امر امکان بازگشت سریع‌تر ورزشکاران به حالت اولیه را پس از کارهای سرعتی فراهم آورده و اجازه می‌دهد تا هنگام هریک از فعالیت‌های شدید بعدی، کار بیشتری انجام شود [۶].

این اثرات موجب کار بیشتر در تمرینات شده و موجب پاسخ تمرینی گسترده‌تر می‌شود. این شرایط، زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که بدنیم موجودی کراتین عضله پس از تنها چند روز مصرف مقادیر زیاد مکمل کراتین، هفته‌ها یا حتی ماه‌ها در سطح بالایی باقی می‌ماند [۷]. می‌توان از جنسینگ به عنوان یکی دیگر از مکمل‌های رایج اشاره کرد. این گیاه در کشورهای کره، شمال شرق چین و نیز شرق سیبری رشد می‌کند. گیاه جنسینگ چندین سال برگ‌ریزی می‌کند و متعلق به گروه آرالیاسی است و به عنوان مرغوب‌ترین نوع بین گونه‌های موجود دیگر از گیاهان در نظر گرفته شده است و نام آن از واژه یونانی به معنای «تمام شفا دهنده» گرفته شده است. این واژه بومی در خاور دور، به‌ویژه چین و کره رایج است و سابقه پزشکی برای بیش از ۵ هزار سال دارد. این گیاه برای مصرف طولانی‌مدت بدون ضرر است و مصرف زیاد آن در یک دفعه لازم نیست [۸]. مصرف طولانی‌مدت گیاه جنسینگ به عنوان ابزار کمکی ژنتیکی بوده و تأثیر آن بر پایداری، قدرت و سیستم ایمنی بدن به طور مداوم تست شده است [۹].

مصرف روزانه این گیاه را به اندازه ۲۰۰ میلی‌گرم به ورزشکاران تجویز کرده و کاهش تغییرات را در پارامترهای تنفسی قلبی اسیدلاکتیک خون و میزان تلاش ادراکی گزارش کرده‌اند [۱۰]. حسینی و گنج‌بخش، تحقیق خود را با عنوان «تمرینات مقاومتی همراه با مصرف مکمل جنسینگ بر ترکیب بدن، قدرت عضلانی و استرس اکسیداتیو» انجام دادند. در پژوهش آن‌ها گروه‌ها ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه به تمرین پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد بین میانگین‌های پس‌آزمون، تمام متغیرها در ۲ گروه تفاوت معنادار وجود ندارد. آن‌ها نتیجه گرفتند استفاده از مکمل جنسینگ همراه تمرینات مقاومتی نسبت به تمرینات مقاومتی به تنهایی تأثیر مضاعفی بر متغیرهای تحقیق نداشته باشد [۱۱].

آتشک و ستمدیده، پژوهشی با عنوان «نقش آنتی‌اکسیدانی مکمل یاری جنسینگ در برابر فشار اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی و ماندن‌ساز در ورزشکاران جوان» انجام دادند. نتایج پژوهش بیانگر این بود که افزایش مالون‌دی‌آلدهید^۱ در مراحل بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت در گروه دارونما نسبت به گروه مکمل به طور معناداری بالاتر بود. همچنین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز^۲ در بعد از فعالیت و ماندن‌ساز در گروه جنسینگ در مقایسه با گروه دارونما به طور معناداری افزایش پیدا می‌کند ($P < 0.05$). مکمل‌یاری کوتاه‌مدت جنسینگ

تعامل عوامل آنتروپومتریکی، فیزیولوژیکی، روان‌شناختی و زیست‌حرکتی با یکدیگر سبب اجرای صحیح مهارت‌های ورزشی می‌شود. شناخت و اطلاع از این ویژگی‌ها سبب می‌شود ورزشکاران ضعف‌ها و قدرت خود را بیابند و به رفع یا اصلاح آن اقدام کنند. ویژگی‌های پیکری مناسب در بسیاری از رشته‌های ورزشی حائز اهمیت است. لازمه کسب موفقیت‌های ورزشی برخورداری از قابلیت‌های بدنی، مانند ویژگی‌های پیکری و زیست‌حرکتی است. این موارد همه از عواملی هستند که می‌توانند در ویژگی‌های قهرمانی ورزشکاران نخبه نقش داشته باشند [۱].

ویژگی‌های آمادگی جسمانی بیان‌کننده داشتن توانایی لازم برای اجرای صحیح مهارت و کسب موفقیت در ورزشکاران رشته‌های پرتحرکی همچون شمشیربازی است. آزمون‌هایی که از این ورزشکاران گرفته می‌شود، به استعدادیابی و طبقه‌بندی ورزشکاران با توجه به داشتن ویژگی‌های پیکری و بدنی مناسب در این رشته کمک زیادی می‌کند [۲].

تعیین استعدادهای فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی در ورزش‌های مبارزه‌ای مانند شمشیربازی انجام شده است. هرچند در شمشیربازی وزن‌های مختلف وجود ندارد، اما بر حسب نوع اسلحه (فلوره، ایه و ساپر)، نحوه ضربه زدن و امتیازگیری در هر کدام از این ۳ اسلحه با هم متفاوت است. در ایه و فلوره ضربه‌ها با پوینت (نوک شمشیر) زده می‌شود، در حالی که در ساپر، ضربه‌ها علاوه بر پوینت با بغل تیغه نیز زده می‌شود. هدف‌های بارزش در اسلحه فلوره قسمت سینه و پشت هر بازیکن، در اسلحه ساپر از ناحیه کمر به بالا و در اسلحه ایه تمام بدن است [۳].

از طرفی، امروزه مکمل‌های غذایی و ورزشی در سراسر جهان توسط ورزشکاران استفاده شده و مصرف صحیح و بهینه آن‌ها باعث بهبود عملکرد و جلوگیری آسیب‌های ورزشی می‌شود. مکمل‌های ورزشی بنابر تعریف، ترکیب یا فرآورده‌ای است که مستقیماً از طریق اثرات شبه‌دارویی خود باعث بهبود عملکرد و بازده ورزشی ورزشکاران شود [۴]. یکی از مکمل‌های ورزشی پرکاربرد کراتین است. کراتین یک عنصر طبیعی در رژیم غذایی است که به وسیله کبد در بدن سنتز می‌شود.

بسیاری از ورزشکاران برای افزایش عملکرد و در بسیاری از مواقع برای افزایش توانایی تمرین، این مکمل را مصرف می‌کنند. مکمل کراتین موجب بارگیری عضله با کراتین و افزایش مجموع ذخایر آن در اشکال آزاد و فسفریله (که در اصطلاح به آن کراتین و فسفوکراتین می‌گویند) می‌شود [۵]. سازوکاری که به‌واسطه آن مکمل کراتین می‌تواند عملکرد را بهبود بخشد، به طور کامل مشخص نیست. اگرچه روشن است که این اثر به افزایش موجودی کراتین فسفات عضله مرتبط است. نتایج اخیر نشان می‌دهد سرعت نوسازی کراتین فسفات پس از تمرینات شدید

1. Malondialdehyde (MDA)
2. Superoxide Dismutase (SOD)

مبتنی بر این نکته است که فعالیت‌های بدنی و تمرینات ورزشی مختلف و کاهش عوامل خطرزای قلبی عروقی، جلوگیری از آسیب و بهبود عملکرد و غیر از اهمیت بالایی برخوردار است. برای اجرای یک تمرین ورزشی که به مقدار بالا به قدرت نیاز دارد، عضلات باید به طور مطلوب، فعال باشد و تمرینات مقاومتی یکی از بهترین تمرین‌هایی که برای افزایش توده عضلانی و افزایش قدرت و استحکام بدن نیازمند است. تمرینات مقاومتی در ابتدا باعث افزایش هماهنگی عصبی عضلانی می‌شود و در نتیجه این هماهنگی باعث کارایی بهتر و بهبود عملکرد ورزشی می‌شود [۱۶].

حال با توجه به تأثیر مکمل کراتین و تأثیر مکمل جنسینگ بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشی و اینکه تاکنون تحقیقی در رابطه با مصرف این مکمل‌ها بر شاخص‌های خونی روی شمشیربازان انجام نشده است، در این تحقیق به دنبال آن هستیم که ۶ هفته مصرف مکمل کراتین و جنسینگ بر آمونیاک خون، لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین با چگالی بالا و هموسیستئین بر بازیکنان مرد تیم ملی شمشیربازی اهر ایران چه تأثیری دارد؟

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات توسعه‌ای است که در قالب طرح‌های کارآزمایی بالینی تصادفی‌سازی شده با اندازه‌گیری پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. در مطالعه حاضر، با توجه به حجم جامعه که ورزشکاران تیم ملی شمشیربازی در رشته اهر بودند و با توجه به جدول تعیین حجم نمونه مورگان ۱۴ نفر از بازیکنان مرد تیم ملی شمشیربازی اهر در ۲ گروه مکمل کراتین (۷ نفر) و گروه مکمل جنسینگ (۷ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در ۲ گروه در طول پژوهش تمرینات عادی خود را همراه تیم انجام داده و از آنجا که تمرینات تیم هفته‌ای ۳ جلسه بود، در طول تحقیق آزمودنی‌ها ۳ جلسه تمرینی پشت سر می‌گذارند. آزمودنی‌ها در هر جلسه تمرینی حدوداً ۱۵ دقیقه به گرم کردن بدن می‌پردازند. بعد از گرم کردن، ۱۰ دقیقه با شدت بالا طناب می‌زنند. سپس مدت ۲۰ دقیقه به تمرین تکنیک‌ها می‌پردازند. آخرین تمرین آن‌ها به مدت ۳۰ دقیقه (۲ گیم ۱۵ دقیقه) است که بین هر نیمه ۵ دقیقه استراحت می‌کنند. با ۱۰ دقیقه نرمش برای سرد کردن بدن، ۱ جلسه تمرینی پایان می‌یابد [۱۷].

تمام آزمودنی‌ها به‌جز تمرینات تیمی، به طور جداگانه به مدت ۶ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه تمرین نیز در سالن وزنه داشتند که از آن‌ها خواسته می‌شد در طول پژوهش از انجام این تمرینات خارج از تیم خودداری کنند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که در صورت انجام هرگونه فعالیت تمرینی یا تفریحی، جزئیات آن را در فرم‌هایی که به آن‌ها اختصاص داده شده است، ذکر کنند. مکمل‌های کراتین، جنسینگ در بسته‌های ۵ گرمی و هر ۲۴ بسته در ۱ کیسه پلاستیکی تقسیم‌بندی شد. مجموعاً ۲۰ کیسه

فشار اکسایشی ناشی از فعالیت هوازی و امانده‌ساز را با کاهش مالون‌دی‌آلدهید و افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در ورزشکاران جوان مهار می‌کند [۱۲].

گزارشات گسترده‌ای وجود دارد که بیان می‌کند جنسینگ اثرات مفیدی بر سیستم عصبی مرکزی، غدد درون‌ریز، سیستم ایمنی و سیستم قلبی عروقی دارد [۱۳]. از سوی دیگر، تجویز خوراکی عصاره گیاه جنسینگ بر سطوح تری‌گلیسرید^۳، کلسترول تام^۴ و LDL-C و همچنین سطوح مقادیر HDL-C مفید است [۱۴]. واکس^۵ و همکاران، پژوهشی با عنوان «کراتین برای ورزش و عملکرد ورزشی، با ملاحظات بهبودی برای افراد ورزشکار» بیان کردند که شمشیربازان به دنبال بهبود عملکرد ورزشی، افزایش سازگاری تمرینات ورزشی و کاهش زمان بازبازی هستند. مطالعات به طور مداوم نشان می‌دهد مکمل کراتین اثرات ارگونومیک مثبت بر تمرینات تکی و چندگانه تمرینات کوتاه‌مدت و با شدت بالای فعالیت‌ها، علاوه بر تقویت سازگاری تمرینات ورزشی را اعمال می‌کند [۱۵].

مصرف مزمن مکمل جنسینگ سبب بهبود ترشح هموسیستئین، افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا، کاهش لیپوپروتئین با چگالی کم، عملکرد اجرا و فرآورده‌های فیزیولوژیکی انتخابی می‌شود و برای مثال ۶ تا ۹ هفته، مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم گیاه جنسینگ توسط ورزشکاران مرد به طور چشم‌گیری در میزان پایداری، حیات، حجم تنفس و ضربان قلب تأثیر مثبت گذاشته و سبب کاهش تولید اسیدلاکتیک در مقایسه با گروه مصرف‌کننده دارونمایی شده است. به عبارت دیگر، ۲ بار مصرف روزانه به مدت ۸ هفته پارامترهای تنفسی قلبی و نیز اسیدلاکتیک خون ورزشکاران سالم را تغییر نمی‌دهد. مصرف روزانه این گیاه ۲۰۰ میلی‌گرم را به ورزشکاران تجویز کرده و کاهش تغییرات در پارامترهای تنفسی قلبی اسیدلاکتیک خون و میزان تلاش ادراکی را گزارش کرده‌اند [۱۰].

ورزش شمشیربازی، بازی پرتحرکی است که حرکات مختلفی مانند ضربه زدن، خم شدن، دویدن، سرعت عکس‌العمل و غیره را در ذات خود دارد. این حرکات گاه بسیار سریع و گاه آرام انجام می‌شوند و برای اجرای صحیح آن‌ها در سطوح حرفه‌ای این رشته تمام قابلیت‌های جسمانی بدن از سرعت، استقامت، توان، هماهنگی، چابکی، تعادل و غیره باید تقویت شود که فرد بهترین عملکرد را داشته باشد.

امروزه انجام منظم فعالیت بدنی و ورزش به طور گسترده از سوی جامعه پزشکی و ورزشی حمایت شده است. این حمایت به دلیل وجود مدارک و شواهد معتبر همه‌گیر شناختی و بالینی

3. Triglyceride (TG)
4. Total Cholesterol (TC)
5. Wax

گاز آنالایزر (مدل A.V.L) و روش آنزیماتیک استفاده شد. جهت اندازه‌گیری میزان سطح هموسیستئین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی کم خون، بلافاصله بعد از ۴ دقیقه پس از گذشت زمان رکاب‌زدن آزمودنی روی دوچرخه کارسنج، سطح هموسیستئین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی کم خون آنان با دستگاه لاکتومتر اسکات ساخت آلمان، بر حسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر اندازه‌گیری و ثبت شد.

برای توصیف و تجزیه و تحلیل آماری از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک^۶ استفاده شد. میانگین متغیرهای پژوهش در بین ۲ گروه مکمل کراتین و مکمل جنسینگ با هدف تعیین تفاوت‌های بین گروهی، با استفاده از آزمون آنکووا^۷ برای هر یک از متغیرهای وابسته بررسی شد. اختلاف معناداری آماری نیز در سطح $P \leq 0.05$ تعیین شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی به تفکیک گروه‌ها در جدول شماره ۱ آمده است. برای بررسی توزیع نرمال متغیرها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. نتایج این آزمون برای تمام متغیرها $P < 0.05$ نشان داد که نشانگر نرمال بودن داده‌هاست. همچنین برای بررسی پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده شد که نتایج $P < 0.05$ را نشان می‌دهد و همگنی واریانس‌های نمرات گروه‌ها در متغیرهای تحقیق تأیید می‌شود؛ بنابراین با توجه به مفروضه‌های فوق از آزمون آماری آنکووا برای بررسی اثر تمرینات بر متغیرها استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

نتایج نشان داد در شاخص‌های خونی آمونیاک، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی کم و هموسیستئین بین گروه کراتین و جنسینگ و کنترل تفاوت معناداری وجود دارد.

6. Shapiro-Wilk Test

7. ANCOVA

که ۱۰ کیسه آن حاوی کراتین و ۱۰ کیسه دیگر جنسینگ بود، شخصی که خارج از اجرای تحقیق بود، از یکدیگر تفکیک کرد و هر کیسه به هریک از آزمودنی‌ها تعلق گرفت. آزمودنی‌ها از صبح روز بعد از اجرای پیش‌آزمون‌ها، مصرف مکمل‌ها را آغاز کرده، به نحوی که هر روز ۴ بسته از ۲۴ بسته‌ای که به آن‌ها تحویل داده شده بود را در ۴ وعده مصرف کردند. به آزمودنی‌ها توصیه شد محتوای هر بسته را در ۲۵۰ سی‌سی (۱ شیشه نوشابه) آب ولرم حل کرده و همراه صبحانه، ناهار، شام و وعده آخر را قبل از خواب مصرف کنند [۱۷].

در روز پیش و پس‌آزمون برای اندازه‌گیری آمونیاک خون، آزمودنی‌ها (۳۶ ساعت پس از آخرین نوبت تمرینی) به دنبال ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی و ۵ دقیقه گرم کردن (فقط به وسیله حرکات کششی)، به ۱۰ نوبت پدال زدن با حداکثر سرعت و توان به مدت ۶ ثانیه (۱۰×۶ ثانیه) روی دوچرخه کارسنج انجام پرداختند [۱۸].

آزمودنی‌ها بین هر تکرار به مدت ۳۰ ثانیه استراحت غیرفعال انجام می‌دادند. برای جلوگیری از هرگونه خطا در زمان فعالیت و استراحت از یک نوار کاست که در آن شروع و پایان هر تکرار با صدای سوت مشخص می‌شد و همچنین شروع هر تکرار را با شمارش معکوس از ۵ تا ۱ به آزمودنی گوشزد می‌کرد. حداکثر سرعت رکاب زدن هر آزمودنی در هر ۶ ثانیه رکاب زدن که به صورت دور در دقیقه روی نمایشگر دوچرخه مشخص می‌شد، ثبت شد. میانگین ۱۰ عدد، که هرکدام بیانگر حداکثر سرعت در یک نوبت (۶ ثانیه) رکاب زدن بود، به عنوان میانگین حداکثر سرعت رکاب زدن، مد نظر قرار گرفته شد.

بلافاصله بعد از این فعالیت، یک متخصص در حالت نشسته از ورید بازویی آزمودنی‌ها به میزان ۲ میلی‌لیتر خون‌گیری به عمل آورد. نمونه‌های خونی هر آزمودنی بلافاصله بعد از خون‌گیری در یک ظرف یخ قرار داده می‌شد و به سرعت در مدت حداکثر ۱۵ دقیقه برای تحلیل به آزمایشگاه منتقل شد [۱۸].

در این پژوهش، تحلیل نمونه‌های خونی برای سنجش شاخص‌های خونی همانند روش با و مورگان از دستگاه بلاد

جدول ۱. یافته‌های توصیفی مربوط به همسان‌سازی آزمودنی‌ها (n=۷)

گروه‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
مکمل کراتین	۲۲/۸۵±۰/۵۷	۱۸۳/۲۲±۰/۹۸	۸۰/۲۷±۰/۸۴
مکمل جنسینگ	۲۴/۰۹±۰/۷۳	۱۸۷/۶۵±۱/۰۳	۸۱/۷۳±۱/۱۸
P	۰/۸۶	۰/۲۳	۰/۴۵



جدول ۲. نتایج آزمون آنکووا برای مقایسه اثر بین گروه مکمل جنسینگ و کراتین بر شاخص‌های خونی آمونیاک، لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین با چگالی بالا و هموسیستئین

P	میانگین \pm انحراف معیار		گروه	متغیر
	پس آزمون	پیش آزمون		
۰/۰۰۱	۲/۵۶±۰/۸۴	۳/۲۷±۰/۷۴	کراتین	آمونیاک
	۲/۰۵±۰/۲۹	۳/۷۳±۰/۳۸	جنسینگ	(میلی گرم/دسی لیتر)
۰/۰۰۱	۱/۱۶±۰/۳۳	۲/۹۳±۰/۵/۵۹	کراتین	لیپوپروتئین با چگالی کم
	۱/۴۶±۰/۷۸	۲/۲۲±۰/۴۵	جنسینگ	(میلی گرم/دسی لیتر)
۰/۰۰۱	۷/۴۵±۰/۴۸	۶/۱۵±۰/۸۵	کراتین	لیپوپروتئین با چگالی بالا
	۸/۱۱±۰/۲۷	۶/۲۶±۰/۳۸	جنسینگ	(میلی گرم/دسی لیتر)
۰/۰۰۱	۸/۸۹±۰/۱۸	۱۱/۱۶±۰/۵۲	کراتین	هموسیستئین
	۷/۶۳±۰/۴۵	۱۲/۷۳±۰/۷۱	جنسینگ	(میلی گرم/دسی لیتر)



مستقل از همدیگر است. همچنین گزارش شده در فعالیت‌های فزاینده شدید، آلکالوز متابولیکی تأثیری بر تجمع آمونیاک در پلاسما یا ظرفیت استقامتی ندارد [۱۹].

به این ترتیب، مشخص می‌شود با وجود شواهد روشن در حمایت از تأثیرات ارگونومیک مصرف جنسینگ، هنوز در مورد قطعیت این یافته‌ها و همچنین چگونگی سازوکارهای درگیر، اطلاعات زیادی وجود ندارد. در این تحقیق برای اولین بار مقایسه مصرف مکمل جنسینگ و کراتین، به طور هم‌زمان بررسی شده است. سعی محققان در تأکید بیشتر بر مطالعه نقش این ۲ مکمل بر میزان آمونیاک در تعامل با PH و لاکتات و همچنین، درگیری آن در چرخه پورین فسفات و در نهایت، خستگی ورزشکاران مرد تیم ملی شمشیربازی بود.

از طرفی در مطالعه افضل‌پور و همکاران، بعد از یک دوره تمرین هوازی متوسط و شدید در شاخص‌های لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی کم در اندازه‌گیری‌های پیش، میان و پس‌آزمون تفاوت معنادار داشتند که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی دارد که نشان‌دهنده تأثیر مثبت مکمل جنسینگ بر بهبود لیپوپروتئین با چگالی بالا است [۲۰]. در مطالعه لاکسون و همکاران که به بررسی نیم‌رخ چربی بعد از تمرین هوازی در مردان دیابتی پرداختند، کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا و افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا در گروه مکمل کراتین و جنسینگ و بهبود وضعیت چربی خون در گروه جنسینگ تأییدی بر نتایج مطالعه حاضر است [۲۱].

بحث

یافته‌های پژوهش حاکی از اختلاف معناداری در میانگین آمونیاک خون، لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین با چگالی بالا و هموسیستئین بین گروه مکمل کراتین و گروه مکمل جنسینگ دارد. نتایج نشان داد نقش مکمل جنسینگ در کاهش آمونیاک خون و هموسیستئین و در افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا بیشتر از مکمل کراتین بوده و نقش مکمل کراتین در کاهش لیپوپروتئین با چگالی کم بیشتر از مکمل جنسینگ بود.

در خصوص آمونیاک خون، نتایج مطالعه عطارزاده و همکاران نشان داد مکمل جنسینگ موجب کاهش معنادار در غلظت آمونیاک می‌شود که مشابه نتایج این مطالعه است [۱۹]. آمونیاک در کلیه‌ها در نتیجه فعالیت آنزیم گلوتامیناز وابسته به فسفات و غیروابسته به فسفات تشکیل می‌شود و تمام NH₃ تولیدشده در مجاری ابتدایی به صورت یون آمونیوم NH₄⁺ ظاهر می‌شود. از آنجا که در مجاری جمع‌کننده ادراری، سازوکار ترشح آمونیم و همچنین نفوذپذیری چندانی نسبت به آن وجود ندارد، درصد کمی از آمونیاک موجود در آب میان‌بافتی از طریق انتشار غیر یونی به داخل مجاری منتشر می‌شود. همچنین در صورت افزایش PH ادرار در اثر تزریق بی‌کربنات یا استازولامید، آمونیوم تجزیه‌شده و آمونیاک به خون منتشر می‌شود.

در این راستا، گزارش شده که ورزش شدید طولانی‌مدت سبب افزایش سطوح پلاسمایی آمونیوم خواهد شد. همچنین افزایش مشاهده‌شده در ورزشکاران حرفه‌ای کمتر است. از سویی، مشاهده شده متابولیسم لاکتات و آمونیاک هنگام مصرف مکمل،

کراتین درون‌زاد، تولید هموسیستین که یک متابولیت در این چرخه محسوب می‌شود نیز کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد نقش مکمل جنسینگ در کاهش آمونیاک خون و هموسیستین و در افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا بیشتر از مکمل کراتین بوده و نقش مکمل کراتین در کاهش لیپوپروتئین با چگالی کم بیشتر از مکمل جنسینگ بود. پس می‌توان نتیجه گرفت نقش مکمل جنسینگ در تغییرات آمونیاک خون و هموسیستین و لیپوپروتئین با چگالی بالا بیشتر از نقش مکمل کراتین است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

آزمودنی‌ها قبل از شرکت در آزمون، فرم موافقت آگاهانه را تکمیل و امضا کردند. همچنین پژوهش حاضر با کد اخلاق IR.IAU.SHAHROOD.REC.1400.073 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود تأیید شد.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری احمد یعقوبی است. پژوهش حاضر، حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از فدراسیون شمشیربازی جمهوری اسلامی ایران و تمام کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، سپاس‌گزاری می‌کنیم.

نتایج مطالعه قاسم‌نیان و همکاران نیز پس از یک دوره تمرین استقامتی تناوبی به همراه مکمل کراتین روی نوجوانان دچار اضافه وزن نشان داد شاخص مقاومت به انسولین و غلظت تری‌گلیسرید به طور معناداری کاهش یافت. در این مطالعه، بین کاهش لیپوپروتئین با چگالی کم و مقاومت به انسولین همبستگی مثبت وجود داشت. به طور کلی، تجمع چربی اضافی از ۲ مسیر اصلی مجزا، موجب مقاومت به انسولین می‌شود که شامل دگرگون شدن سیگنالینگ انسولین با سایتوکاین‌های ترشح‌شده از بافت چربی و آسیب یا مرگ سلول‌های بتای پانکراس در اثر تجمع اسیدهای چرب آزاد است، اما تمرینات طولانی‌مدت ورزشی با مصرف مکمل کراتین، احتمالاً ضمن تغییر در میزان برخی از آدیپوکاین‌ها و کاهش تجمع اسیدهای چرب، حساسیت به انسولین را نیز بهبود می‌بخشد و از مقاومت به انسولین پیش‌گیری می‌کند. از طرفی، در اغلب مطالعات به نقش مکمل کراتین در کاهش لیپوپروتئین با چگالی کم اذعان شده است [۲۲].

همچنین نورلاند و همکاران، ارتباط معناداری بین هموسیستین پلاسما و مقدار جنسینگ سرم نشان دادند و پیشنهاد کردند تغییر و تبدیل جنسینگ، عامل مهمی در تعیین میزان هموسیستین پلاسماست [۲۳]. کورزان آزمودنی‌های سالمی را که به مدت ۲۸ روز مکمل‌گیری جنسینگ داشتند، بررسی و کاهش معنادار مقدار سطوح هموسیستین پلاسما را نسبت به گروه کنترل بعد از این مدت مشاهده کرد [۲۴].

استینگ در پژوهشی تأثیر ۸ هفته مکمل‌گیری کراتین (۵ روز بارگیری و ۸ هفته مصرف روزانه ۳ گرم) و تمرین مقاومتی را در زنان سالم ۱۹ تا ۳۸ ساله بررسی کرد. آزمودنی‌ها در قالب ۳ گروه مصرف کراتین (A)، مصرف کراتین به همراه تمرین مقاومتی (B) و تمرین مقاومتی محش (C) در این پژوهش شرکت کردند. سطوح هموسیستین در گروه A اندکی کاهش یافت که معنادار نبود. سطوح هموسیستین ۲ گروه دیگر نسبت به گروه A کاهش بیشتری داشت، اما باز هم معنادار نبود، اما وقتی داده‌های گروه‌های B و C با یکدیگر ادغام شد، این کاهش نسبت به گروه A معنادار بود که عدم نقش کراتین در کاهش هموسیستین با نتایج این تحقیق هم‌سو است [۲۵].

برومند و همکاران در سال ۱۳۹۵ به بررسی اثر مکمل کراتین بر هموسیستین پلاسما و عوامل خطر ساز لیپیدی پرداختند که نتایج آن با تحقیق حاضر هم‌سو است. این مطالعه نشان داد ۱۰ هفته مکمل‌سازی کراتین باعث کاهش سطح هموسیستین می‌شود [۲۶]. دلیل این یافته‌ها احتمالاً به دلیل بالا بودن میزان متیونین رژیمی آزمودنی‌های استینگ بوده که اثر کراتین را خنثی کرده است. مکمل‌گیری کراتین به این دلیل حائز اهمیت است که می‌تواند با تأمین کراتین مورد نیاز به صورت برون‌زاد، کراتین درون‌زاد را کاهش دهد یا حتی سرکوب کند، با کاهش

References

- [1] Kresta JY, Oliver JM, Jagim AR, Fluckey J, Riechman S, Kelly K, et al. Effects of 28 days of beta-alanine and creatine supplementation on muscle carnosine, body composition and exercise performance in recreationally active females. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014; 11(1):55 [DOI:10.1186/s12970-014-0055-6] [PMID] [PMCID]
- [2] Antonio J, Ciccone V. The effects of pre versus post workout supplementation of creatine monohydrate on body composition and strength. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013; 10:36. [DOI:10.1186/1550-2783-10-36] [PMID]
- [3] Hoffman JR, Stout JR, Falvo MJ, Kang J, Ratamess NA. Effect of low-dose, shortduration creatine supplementation on anaerobic exercise performance. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(2):260-4. [DOI:10.1519/00124278-200505000-00004] [PMID]
- [4] Lanhers C, Pereira B, Naughton G, Trousselard M, Lesage FX, Duthel F. Creatine supplementation and lower limb strength performance: A systematic review and metaanalyses. *Sports Med.* 2015; 45(9):1285-94. [DOI:10.1007/s40279-015-0337-4] [PMID]
- [5] Ratamess NA, Hoffman JR, Ross R, Shanklin M, Faigenbaum AD, Kang J. Effects of an Amino Acid/ Creatine/ energy supplement on performance and the acute hormonal response to resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007; 17(6):608-23. [DOI:10.1123/ijnsnm.17.6.608] [PMID]
- [6] Rico-Sanz J, Mendez MM. Creatine enhances oxygen uptake and performance during alternating intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(2):379-85. [DOI:10.1097/00005768-200002000-00018] [PMID]
- [7] Graef JL, Smith AE, Kendall KL, Fukuda DH, Moon JR, Beck TW, et al. The effects of four weeks of creatine supplementation and high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness: A randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2009; 6:18. [DOI:10.1186/1550-2783-6-18] [PMID] [PMCID]
- [8] Park BJ, Lee YJ, Lee HR, Jung DH, Na HY, Kim HB, et al. Effects of Korean red ginseng on cardiovascular risks in subjects with metabolic syndrome: A double-blind randomized controlled study. *Korean J Fam Med.* 2012; 33(4):190-6. [DOI:10.4082/kjfm.2012.33.4.190] [PMID] [PMCID]
- [9] Wiklund IK, Mattsson LA, Lindgren R, Limoni C. Effects of a standardized ginseng extract on quality of life and physiological parameters in symptomatic postmenopausal women: A double-blind, placebo-controlled trial. *Swedish Alternative Medicine Group. Int J Clin Pharmacol Res.* 1999; 19(3):89-99. [DOI:10.1080/07268609908599576]
- [10] Oh KJ, Chae MJ, Lee HS, Hong HD, Park K. Effects of Korean red ginseng on sexual arousal in menopausal women: Placebocontrolled, double-blind crossover clinical study. *J Sex Med.* 2010; 7(4 Pt 1):1469-77. [DOI:10.1111/j.1743-6109.2009.01700.x] [PMID]
- [11] Hosseini SP, Ganjibakhsh F. [Effect of 8 weeks resistance training with ginseng supplementation on body composition, muscle strength and oxidative stress in athletes' Men (Persian)]. *Med J Mashhad Univ Med Sci.* 2020; 63(4):2601-8. [doi:10.22038/mjms.2020.18008]
- [12] Atashk S, Setamdideh M. [The antioxidant role of ginseng supplementation against oxidative stress caused by strenuous exercise in young athletes (Persian)]. *J Med Plants.* 2015; 14(56):35-44. [Link]
- [13] Attele AS, Wu JA, Yuan CS. Ginseng pharmacology: Multiple constituents and multiple actions. *Biochem Pharmacol.* 2017; 58(11):1685-93. [DOI:10.1016/S0006-2952(99)00212-9] [PMID]
- [14] Dai X, Zhou Y, Yu X. [Effect of ginseng injection in treating congestive heart failure and its influence on thyroid hormones (Chinese)]. *Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi.* 2015; 19(4):209-211. [PMID]
- [15] Wax B, Kerksick CM, Jagim AR, Mayo JJ, Lyons BC, Kreider RB. Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. *Nutrients.* 2021; 13(6):1915. [DOI:10.3390/nu13061915] [PMID] [PMCID]
- [16] Roschel H, Gualano B, Marquezi M, Costa A, Lancha AH. Creatine supplementation spares muscle glycogen during high intensity intermittent exercise in rats. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010; 7(1):6. [DOI:10.1186/1550-2783-7-6] [PMID] [PMCID]
- [17] Biwer CJ, Jensen RL, Schmidt WD, Watts PB. The effect of creatine on treadmill running with high-intensity intervals. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(3):439-45. [DOI:10.1519/00124278-200308000-00003] [PMID]
- [18] Kinugasa R, Akima H, Ota A, Ohta A, Sugiura K, Kuno SY. Short-term creatine supplementation does not improve muscle activation or sprint performance in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 91(2-3):230-7. [DOI:10.1007/s00421-003-0970-8] [PMID]
- [19] Hooshmand B, Attarzade Hosseini SR, Kordi MR, Davaloo T. [The effect of 8-week aerobic exercise with spirulina supplementation consumption on plasma levels of MDA, SOD and TAC in men with type 2 diabetes (Persian)]. *Sport Physiol Manag Invest.* 2019; 10(4):139-48. [Link]
- [20] Zahraei H, Mogharnasi M, Afzalpour ME, Fanaei H. [The effect of 8 weeks of continuous and high intensity interval swimming on chemerin levels in liver and visceral fat tissues and insulin resistance in male rats with metabolic syndrome (Persian)]. *J Sport Exerc Physiol.* 2022; 15(1):33-44. [DOI:10.52547/joepa.15.1.33]
- [21] Laaksonen DE, Atalay M, Niskanen LK, Mustonen J, Sen CK, Lakka TA, et al. Aerobic exercise and the lipid profile in type 1 diabetic men: A randomized controlled trial. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(9):1541-8. [DOI:10.1097/00005768-200009000-00003] [PMID]
- [22] Ghorbanian B, Ghasemnian A. [The effect of 8 weeks of combined intermittent endurance training on the plasma levels of IL-10, TNF- α , insulin resistance and lipid profile in male adolescents (Persian)]. *J Pract Stud Biosci Sport.* 2016; 4(7):43-54. [doi:10.22077/jpsbs.2016.382]
- [23] Soyupek F, Cerci S, Yildiz S, Yildiz M, Gumus B. Effect of homocysteine on bone mineral density of rats. *Biol Trace Elem Res.* 2007; 118(3):255-9. [DOI:10.1007/s12011-007-0034-8] [PMID]
- [24] Korzun WJ. Oral creatine supplements lower plasma homocysteine concentrations in humans. *Clin Lab Sci.* 2014; 17(2):102-6. [Link]
- [25] Steenge GR, Verhoef P, Greenhaff PL. The effect of creatine and resistance training on plasma homocysteine concentration in healthy volunteers. *Arch Intern Med.* 2001; 161(11):1455-7. [DOI:10.1001/archinte.161.11.1455] [PMID]
- [26] Borumand MA, Kordi MR, Alimoradi sheikhha N, Rabbani S, Rahimi M, Mazraeh A. [Effect of creatine supplementation in endurance swimming training on plasma homocysteine levels and lipid risk factors in rats (Persian)]. *Resin Med.* 2016; 40(3):143-8. [Link]