JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jahssp.2024.29452.1630

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Spring/Summer 2025
Volume 12, Number 1
28-39

Original Article
Open Access

The effect of short-term taurine supplementation on some muscle damage and oxidative stress indices following a simulated volleyball test in female volleyball players

Javad Vakili[*1], Saeid Nikookheslat[2] Targol Farzaneh[3]

Receive 2024 February 20; Accepted 2024 June 05

Abstract

Aim: Taurine plays a major role in cell physiology, including membrane stabilization, osmoregulation and cytoprotective effects, antioxidant and anti-inflammatory properties. Therefore, the purpose of this study was conducted to identify the effect of taurine supplementation on response of muscle damage and oxidative stress indices following a simulated volleyball test in female volleyball players**. Methods:** Twenty-four females (with mean age of 18.1±1.6 years, height: 177±9.2 cm and weight: 65.2±9.8 kg) in a randomized, quasi-experimental, double-blind design, were divided in two homogeneous supplement and placebo groups received 3 capsules containing 1g taurine or dextrose. After 14-days of the supplementation, subjects were participated in one session a simulated volleyball test. Blood samples were collected at four phases; baseline, after supplementation period, immediately and 24-hours after the test, for determination of changes in muscle damage (CK and LDH) and oxidative stress (MDA and TAC) indices. Data were analyzed by repeated measure ANOVA and Bonferroni post-hoc test at P≤0.05. **Results:** The results show that the serum level of CK decreased significantly in the supplement group compared to the placebo group (P=0.012). On the other hand, one session of a simulated test caused a significant decrease in TAC (P=0.02) and a significant increase in MDA (P=0.013). While, no significant differences were observed in any of the oxidative stress indices (TAC and MDA) and lactate dehydrogenase (LDH) between the groups immediately after performing the activity (P≥0.05). **Conclusions**: Based on the present findings short-term supplementation of taurine may have an effect in reducing muscle damage. However, taurine consumption does not have the ability to increase basal antioxidant capacity and also cannot decrease the serum oxidative stress levels.

Keywords: Taurine, Volleyball, Creatine Kinase, Lactate Dehydrogenase, Malondialdehyde, Total Antioxidant Capacity.

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Associate Professor, Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran Email: vakili.tu@gmail.com
3. Associate Professor, Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3. Msc of Exercise physiology, Faculty of sport science, University of Tabriz,Tabriz, Iran. (Corresponding Author):

Cite as: Javad Vakili,،Saeid Nikookheslat،Targol Farzaneh.. The effect of short term taurine supplementation on some muscle damage and oxidative stress indices following a simulated volleyball test in female volleyball players. Applied Health Studies in Sport Physiology. 2025; 12(1): 28-39.
Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University
Journal ISSN (online): 2676-6507
Access Type: Open Access
DOI: 10.22049/jahssp.2024.29452.1630

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jahssp.2024.29452.1630

Extended abstract

Background

Volleyball is an interval sport that is characterized by repeated short-term and intense bouts with eccentric contractions. The increasing intensity in exercises can increase the production of reactive oxygen species (ROS), the concentration of muscle enzymes such as creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) after exercise and causes oxidative stress and muscle damage (4). In this regard, the use of taurine supplement as a sulfur amino acid, can reduce oxidative stress and cellular damage. It should be used by athletes to improve performance (10). Also, Chin et al. (2021) followed a systematic study and stated that consumption of different doses of taurine (one to six grams) reduces oxidative stress and cell damage in different intensities of sports activities (12). However, Wang et al. (2022) did not report any difference between the taurine and placebo groups on cell damage indices (15). The present research aims to determine the effect of 14 days of taurine supplementation (3 capsules of 1 gram per day) on some muscle damage (CK, LDH) and oxidative stress (MDA, TAC) indices following a simulated volleyball test in female volleyball players.

Methodology

The current research was a semi-experimental two-groups double-blind design (supplement and placebo) with repeated measurements (four stages), including 24 female volleyball players, which were randomly selected in two groups of taurine supplement and placebo. Subjects in the supplement and placebo groups, consumed taurine and dextrin powder in 3 capsules of 1gr per day for 14 days. The exercise protocol included the cross shot, block solo, jump service and digging with a distance of two meters in different directions (right, left, front, back) in five times with ten repetitions. Thus, there was a two-minute rest between turns and two minutes after the end of 50 repetitions of each movement until the start of the next movement. Blood samples were collected in four stages (baseline, after supplementation, immediately and 24 hours after volleyball test) in the amount of 5 ml to determine the changes in oxidative stress and muscle damage indices. Statistical analysis was performed utilized SPSS21, the normality of the data was assessed using the Shapiro-Wilk statistic. Data were analyzed by repeated measure ANOVA and Bonferroni post-hoc test at $P \leq 0.05$. (if there is a difference between steps).

Results

The current research indicated that the range of changes in the serum levels of oxidative stress (MDA, TAC) studied among the measurement stages and groups did not differ significantly ($P \leq 0.05$). On the other hand, the results of the 2x2 variance test of (CK) have been determined that there is a significant difference ($P=0.01$) between the assessment stages (immediately and 24 hours after test compared to the baseline). In addition, the results of serum (LDH), showed that there is a significant difference between the third and fourth stages in both groups ($P \geq 0.01$).

Discussion and conclusion

Findings of the present study regarding the decrease in the serum levels of CK following taurine supplementation were in line with the results of studies by Fadaei (2023) and Asjedi (2023) (8,18). As, Fadaei et al. (2023) stated that daily consumption of three capsules of one gram of taurine for two weeks leads to a significant decrease in the amount of LDH and CK in the supplement group compared to the placebo group (8). The effect of taurine on cell damage can be dependent on the time of intervention. it should be mentioned that taurine helps to reduce ATP biosynthesis. This can affect CK levels (19). In line with the present research, Wang et al. (2022) stated that taurine consumption does not prevent the increase of LDH in statistical samples (15). On the opposite side, Asjedi et al. (2023) witnessed the improvement of LDH status during their evaluations (18). Although the mechanisms underlying the antioxidant effects of taurine are not well understood, scavenging of ROS, interference with ROS activity, and regeneration of thiol groups may be the most likely mechanisms. studies show that taurine suppresses superoxide production in mitochondria. In general, the stimulating effect of taurine on the activity of SOD, CAT and GPx enzymes leads to a significant reduction in ROS production (16-18).

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

Conclusion

According to the results of the present study, it can be stated that the short-term taurine supplementation has resulted in the modulation of cell damage caused by the increase in the amount of CK following a simulated volleyball test in girls, but this supplementation period could not improve other indicators, i.e. Oxidative stress indices, it does not have a significant effect and probably requires a longer intervention.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش
سال دوازدهم، شماره اول ؛
بهار و تابستان ۱٤٠٤؛ صفحات ۳۹-۲۸

مقاله پژوهشی Open Access

تاثیر مکمل‌سازی کوتاه مدت تورین بر برخی از شاخص‌های آسیب سلولی و فشار اکسایشی متعاقب آزمون شبیه‌سازی شده والیبال در دختران والیبالیست

جواد وکیلی*[۱]، سعید نیکوخصلت[۲]، ترگل فرزانه[۳]

تاریخ دریافت: ۱٤٠۲/۱۲/٠۱ تاریخ پذیرش: ۱٤٠۳/٠۳/۱٦

چکیده

هدف: تورین نقش مهمی در فیزیولوژی سلولی از جمله تثبیت غشاء، تنظیم اُسمزی، آثار محافظت سلولی و ویژگی‌های ضداکسایشی و التهابی دارد. لذا هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر مکمل‌دهی تورین بر پاسخ شاخص‌های آسیب عضلانی و فشار اکسایشی متعاقب آزمون شبیه‌سازی شده‌ی والیبال، در دختران والیبالیست بود. **روش‌شناسی:** ۲۴ دختر والیبالیست (با میانگین سنی ۱/۶±۱۸/۱۰ سال، قد ۹/۲±۱۷۷ سانتی‌متر و وزن ۹/۸±۶۵/۲ کیلوگرم) در یک طرح نیمه‌تجربی، تصادفی و دو سوکور، به دو گروه همگن شده‌ی مکمل یا دارونما دریافت کننده ۳ کپسول ۱ گرم در روز تورین یا دکستروز تقسیم شدند. پس از ۱۴ روز مکمل‌دهی، همه‌ی آزمودنی‌ها در یک جلسه آزمون شبیه‌سازی شده‌ی والیبال شرکت کردند. نمونه‌های خونی در چهار مرحله؛ حالت پایه، پس از دوره مکمل‌دهی، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از آزمون، برای اندازه‌گیری تغییرات شاخص‌های سرمی آسیب عضلانی (CK و LDH) و فشار اکسایشی (MDA و TAC) جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ بررسی شد. **یافته‌ها:** نتایج بدست آمده حاکی است که مکمل‌دهی تورین تأثیر معنی‌داری بر کاهش CK سرمی دارد (P=۰/۰۱۲). از طرفی دیگر، یک جلسه تمرین شبیه‌سازی شده باعث کاهش معنی‌دار TAC (P=۰/۰۲) و افزایش معنی‌دار MDA گردید (P=۰/۰۱۳). در حالی‌که، تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از شاخص‌های فشار اکسایشی (TAC و MDA) و آسیب عضلانی (LDH) بلافاصله پس از انجام فعالیت بین گروه‌ها مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). **نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌های حاضر می‌توان چنین نتیجه گرفت که مکمل‌دهی کوتاه‌مدت تورین ممکن است بر تعدیل آسیب عضلانی تأثیر بگذارد. هرچند، مصرف تورین توانایی لازم جهت افزایش ظرفیت ضداکسایشی پایه را نداشته و هم‌چنین نمی‌تواند از تغییرات نامطلوب شاخص فشار اکسایشی سرمی ناشی از انجام یک جلسه آزمون شبیه‌سازی شده در دختران والیبالیست بکاهد.

واژه‌های کلیدی: تورین، والیبال، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، مالون دی آلدئید، ظرفیت ضداکسیدانی تام.

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/. مشاهده کنید.

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. نویسنده مسئول: vakili.tu@gmail.com

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

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

نحوه ارجاع: جواد وکیلی، سعید نیکوخصلت و ترگل فرزانه." تاثیر مکمل‌سازی کوتاه مدت تورین بر برخی از شاخص‌های آسیب سلولی و فشار اکسایشی متعاقب آزمون شبیه‌سازی شده والیبال در دختران والیبالیست"مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۴: ۱۲ (۱)،۲۸-۳۹.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷
نوع دسترسی: آزاد
DOI: 10.22049/jahssp.2024.29452.1630

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jahssp.2024.29452.1630

مقدمه

والیبال به‌عنوان یک رشته ورزشی تناوبی تعریف می‌شود که با انجام مکرر وهله‌های کوتاه‌مدت و شدید شناخته می‌شود. با این حال، دستگاه انرژی غالب در والیبال سیستم بی‌هوازی بنام گلیکولیتیک بوده و سیستم انرژی هوازی نقش کمتری دارد. در طول بازی والیبال، یک بازیکن در حدود ۹۰٪ از سیستم انرژی بی‌هوازی (شامل ۷۰٪ منابع کراتین‌فسفات و ۲۰٪ منبع گلیکولیتیک) سود برده و مابقی توسط دستگاه هوازی (تقریباً ۱۰٪) تأمین می‌گردد (۳-۱). با این حال، فعالیت‌های ورزشی همچون والیبال علی‌رغم فوایدی در سازگاری‌های سیستم‌های مختلف بدن، با افزایش شدت می‌تواند آسیب‌زا باشد (۱). این امر به نوبه خود (افزایش شدت در تمرینات) می‌تواند تولید گونه‌های فعال اکسیژن (**ROS**)[۱] را افزایش داده و پس از فعالیت ورزشی نیز به طور بالقوه سبب بروز فشار اکسایشی و گسترش آسیب سلولی شود (۴). افزایش شدت فعالیت‌های ورزشی، مصرف اکسیژن در عضلات را تا چندین برابر افزایش داده که پنج درصد این اکسیژن مصرفی می‌تواند در میتوکندری‌ها به رادیکال‌های آزاد، به‌خصوص **ROS** تبدیل شود (۵). زمانی‌که تولید **ROS** از دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی انـدوژنز فراتـر رود، فشار اکسایشی ایجاد می‌شود. در اثر آسـیب‌هـای اکسایـشی لیپیدها، مالون‌دی‌آلدئیـد[۲](**MDA**) تولیـد می‌شود که به‌عنوان شاخص آسیب لیپیدی شناخته می‌شـود (۶، ۵). بنابراین فعالیت ورزشی شدید می‌تواند زیانبار باشد و پراکسیداسیون لیپیدی[۳] را افزایش دهد (۴). در دستگاه‌های بیولوژیکی سلول‌ها، جهت مقابله با رادیکال‌های آزاد از سیستم‌های قوی آنتی اکسیدانی استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان به آنزیم‌ها گلوتاتیون احیا (**GSH**)[۴]، سوپراکسیددیسموتاز (**SOD**)[۵] و کاتالاز، آنتی‌اکسیدان‌هایی با وزن ملکولی بالا(آلبومین، سرولوپلاسمین و ترانسفرین) و وزن ملکولی پائین که شامل دو دسته آنتی اکسیدان‌های محلول در چربی (توکوفرول، کاروتنوئید، کوئینین و برخی پلی فنول‌ها) و آنتی اکسیدان‌های محلول در آب (اسید اسکوربیک، اسید اوریک) اشاره داشت. به مجموعه این سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی ظرفیت تام آنتی اکسیدانی (**TAC**)[۶] گفته می‌شود (۱۳). آسیب عضلانی در نتیجه‌ی پارگی یا آسیب تارهای عضلانی کندانقباض و تندانقباض اتفاق می‌افتد که از نشانگرهای این آسیب می‌توان به کاهش عملکرد و افزایش آنزیم‌های عضلانی مثل کراتین کیناز (**CK**)[۷] و لاکتات دهیدروژناز (**LDH**)[۸] به داخل جریان خون و درد اشاره کرد (۷)، در این شرایط اغلب افزایش هر دو شاخص‌های التهابی و آسیب عضلانی مشاهده می‌شود (۱۶). میزان سرمی **CK** و **LDH**، از اصلی‌ترین نشانه‌های آسیب و وضعیت عملکرد بافت عضلانی به‌شمار می‌روند (۷). با توجه ماهیت رشته ورزشی والیبال می‌توان انتظار افزایش رادیکال‌های آزاد و شاخص‌های فشار اکسایشی و آسیب عضلانی را بعد از یک جلسه فعالیت ورزشی والیبال یا رقابت والیبال داشت (۱). به‌عنوان مثال، قانم[۹] و همکاران (۲۰۲۳) با مطالعه بازی‌های پایان فصل بازیکنان شاغل در لیگ والیبال اظهار داشتند که میزان سطوح فشار اکسایشی (**MDA**)، آسیب عضلانی (**CK**) و التهابی (**IL-6** و **TNF-a**) افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند (۱).

باتوجه به این‌که ورزش شدید (رقابت والیبال) باعث آسیب‌های متعدد می‌شود. لذا محققان پزشکی-ورزشی همواره سعی در کاهش آسیب‌های اکسایشی و سلولی دارند (۲،۴). در همین راستا، استفاده از انواع مختلفی از مکمل با هدف کاهش این آسیب‌ها رواج گسترده‌ای یافته است که گاه خطرات جبران‌ناپذیری می‌تواند برای فرد مصرف کننده به ارمغان داشته باشد. لذا انتخاب مکمل مناسب می‌تواند کمک بزرگی در این زمینه به ورزشکاران ارائه دهد (۶). در این راستا، تورین[۱۰] با نام شیمیایی ۲-آمینواتان‌سولفونیک‌اسید[۱۱] بعنوان یک **β**-اسیدآمینه برای اولین بار در سال ۱۸۲۷ میلادی توسط دانشمندان آلمانی بنام‌های فدریش تایدمان و لئوپولد گملین[۱۲] از صفرای گاو جدا شد (۸). این اسیدآمینه سولفوردار (گوگرد) در ساختار مولکولی خود بجای گروه اسیدکربوکسیلیک[۱۳] (**COOH**) دارای اسیدسولفوریک[۱۴] (**SO3H**) بوده و در بسیاری از بافت‌های بدن از جمله؛ چشم، مغز، قلب و عضله یافت شده و فراوان‌ترین اسیدآمینه پس از گلوتامین در بدن بحساب می‌آید (۹). همچنین، تورین نوعی از مکمل‌های غذایی بدون عوارض جانبی است که می‌تواند با هدف کاهش آسیب سلولی، اکسایشی و یک عامل ارگوژنیک برای بهبود عملکرد ورزشی مورد استفاده ورزشکاران قرار گیرد (۱۰). به‌عنوان نمونه، سمیعیان و همکاران (۲۰۱۹) طی مطالعه‌ای نشان دادند که مصرف هفت روزه مکمل تورین در مقادیر شش و سه گرمی باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (**SOD**) بعد از تمرینات هوازی وامانده‌ساز می‌گردد (۱۱).

[1] Reactive Oxygen Species (ROS)
[2] Malondialdehyde
[3] Lipid peroxidation
[4] Glutathione
[5] Superoxide dismutase
[6] Total antioxidant capacity
[7] Creatine kinase
[8] Lactate dehydrogenase
[9] Ghanem
[10] Taurine
[11] 2-aminoethanesulfonic acid
[12] Friedrich Tiedemann and Leopold Gmelin
[13] Carboxylic acid
[14] Sulfuric acid

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jahssp.2024.29452.1630

همچنین، چین[15] و همکاران (۲۰۲۱) بدنبال مطالعه‌ای سیستماتیک عنوان داشتند که مصرف دوزهای مختلفی از تورین (یک الی شش گرم) باعث کاهش فشاراکسایشی به همراه آسیب سلولی در شدت‌های مختلف انواع فعالیت‌های ورزشی می‌شود (۱۲). اما این در حالی است که وانگ[16] و همکاران (۲۰۲۲) هیچ تفاوتی بین گروه مصرف کننده تورین و دارونما بر شاخص‌های آسیب سلولی (**CK** و **LDH**) گزارش نکردند (۱۵). همچنین، فرامرزی و همکاران (۲۰۱۵) عنوان نمودند که مصرف مکمل تورین ۶ گرم در روز بمدت یک هفته تأثیری بر شاخص‌های آسیب عضلانی مردان بدنساز ندارد (۹). برهمین اساس و باتوجه به نتایج متناقض مطالعات محدود و عدم دسترسی به تحقیقات جامع و مدون هنوز این سوال مطرح است که آیا واقعاً مکمل‌دهی اسیدآمینه تورین می‌تواند از بروز آسیب‌های عضلانی و اکسایشی ناشی از انجام فعالیت‌های رقابتی شدید بکاهد و یا اینکه خود در تعامل با فعالیت ورزشی اثر مضاعفی بر سطوح نامطلوب شاخص‌های آسیب گردد؟ از این‌رو، تحقیق حاضر بر آن است تا تأثیر مصرف ۱۴ روز مکمل تورین (۳ کپسول ۱ گرمی در روز) بر برخی از شاخص‌های غیرمستقیم آسیب عضلانی (کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز تام سرمی) و فشار اکسایشی (مالون‌دی‌آلدهید و ظرفیت ضداکسیدانی) ناشی از انجام یک جلسه بازی شبیه‌سازی شده والیبال را در دختران والیبالیست مشخص سازد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر در قالب یک طرح نیمه‌تجربی دو گروهی دوسویه کور (گروه مکمل و دارونما) با اندازه‌گیری‌های مکرر (چهار مرحله‌ای)، شامل ۲۴ دختر والیبالیست بود که از بین ۳۵ والیبالیست داوطلب با سابقه عضویت در تیم‌های نوجوانان و جوانان شهر تبریز باتوجه به معیارهای ورود (دامنه‌ی سنی ۲۲-۱۶ سال، قد بالای ۱۷۵ سانتی‌متر و ارتفاع پرش بالای ۳۰ سانتی‌متر) و معیارهای عدم ورود (سابقه‌ی بیماری و آسیب دیدگی‌های قبلی بویژه در مچ پا، کمر و زانو، حساسیت به داروها، فشار خون بالا، بیماری‌های قلبی- عروقی و مصرف هر نوع مکمل آنتی‌اکسیدانی در ۶ ماه اخیر) انتخاب و بصورت تصادفی در یکی از دو گروه مکمل تورین و دارونما قرار گرفتند. حجم نمونه آماری نیز براساس مطالعات قبلی، در سطح معنی‌داری (آلفا یا خطای نوع اول) ۰/۰۵ درصد و توان (بتا یا خطای نوع دوم) ۰/۸ با استفاده از نرم‌افزار Medcalc نسخهٔ 10.0.2.0 برای هر گروه ۱۲ نفر و در مجموع ۲۴ نفر تعیین شد (۸).

تمام مراحل پژوهش در شرایط استاندارد با رطوبت نسبی ۵۵-۵۰٪، دمای ۲۸-۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد و در ساعت ۱۷ الی ۱۹ عصر انجام شد.

در ابتدا، همه‌ی داوطلبین با حضور در جلسه‌ی هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه‌های سلامتی، یادآمد ۲۴ ساعته‌ی رژیم غذایی و میزان کالری دریافتی، مورد معاینات پزشکی قرار گرفتند. به‌منظور همگن‌سازی گروه‌های مورد مطالعه، یک هفته قبل از شروع تحقیق و پیش از اولین مرحله‌ی خونگیری، برخی از ویژگی‌های فردی اندازه‌گیری شد. سپس آزمودنی‌های داوطلب براساس برخی از شاخص‌های آنتروپومتریک به‌طور تصادفی در دو گروه همگن ۱۲ نفری (گروه دریافت کننده‌ی مکمل تورین به میزان ۳ عدد کپسول ۱ گرمی پودر تورین و دارنما با مقادیر مشابه گروه مکمل) جایگزین شدند (جدول۱). برای اندازه‌گیری درصد چربی از دستگاه ضخامت سنج‌پوستی (Harpenden, Model 0120، انگلیس) با حساسیت ۰/۱ میلی‌متر و فرمول سه نقطه‌ای دانشکده‌ی پزشکی ورزشی آمریکا (چین‌های پوستی سه سربازویی، شکمی و فوق خاصره‌ای سمت راست) استفاده شد (۱۴).

۵/۱۸۸۴۵ – [(سن) ×۰/۱۵۷۷۲] + ۲(مجموع سه قسمت) × ۰/۰۰۱۰۵ – (مجموع سه قسمت) × (۰/۳۹۲۸۷) = %BF

ب) پروتکل مصرف مکمل

افراد گروه مکمل، پودر تورین (۱۰۰٪) ساخت شرکت MyProtein کشور انگستان (با شماره شناسایی ۱۰۵۳۰۳۰۸) که با استفاده از کپسول پُرکن دستی توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری و در کپسول‌های یک گرمی ریخته شده بود را به تعداد ۳ کپسول در روز با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی بمدت ۱۴ روز همراه با سه وعده‌ی غذایی اصلی روزانه مصرف می‌نمودند (۸). هم‌چنین، افراد گروه دارونما نیز مشابه با گروه مکمل به همان مقدار کپسول دکستروز مصرف نمودند. در ضمن مصرف مرتب مکمل‌ها نیز توسط محقق و مربی بطور تلفنی کنترل می‌گردید.

ج) روش‌های اندازه‌گیری توان بی‌هوازی و هوازی

از آزمون رست[17] برای سنجش توان بی‌هوازی ورزشکاران استفاده شد. در این آزمون ابتدا وزن ورزشکار سنجیده شده سپس آزمودنی بعد از گرم کردن خود به‌مدت حداقل هفت دقیقه، با فرمان "رو" مسافت ۳۵ متر را با حداکثر سرعت می‌دود. به ترتیب شش دوی ۳۵ متری را با تمام توان و با فاصله‌ی ده ثانیه استراحت بین تکرارهای فعالیت، طی می‌نماید. در هر مرحله رکوردها ثبت شد تا با استفاده از معادله‌ی ذیل، توان بی‌هوازی محاسبه گردد (۱۴).

$$\text{توان} = (\text{وزن بدن} \times \text{مسافت}^{۲}) \div \text{زمان}^{۳}$$

[15] Chen

[16] Wang

[17] Rast test test

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jahssp.2024.29452.1630

برای سنجش توان هوازی نیز از آزمون شاتل ران[18] استفاده گردید. در این آزمون فرد با سرعت (هشت کیلومتر در ساعت) مسیر ۲۰ متری را به صورت رفت و برگشت می‌دود. سرعت آزمودنی در هر دقیقه (۵-۰/۵کیلومتر/ ساعت) افزایش پیدا می‌کند (آزمون در ابتدا با هفت MET آغاز می‌شود و به طور مداوم در در دقیقه یک MET افزایش می‌یابد، به گونه‌ای که آزمودنی قادر به ادامه آزمون نباشد). سرعت فرد بوسیله پخش سیگنال‌های ضبط شده روی نوار در خطوط پایانی تنظیم می‌شود. وقتی آزمودنی به ابتدا یا انتهای مسیر ۲۰ متر می‌رسد سیگنال‌ها پخش شده و آزمودنی‌ها تلاش می‌کنند تا آزمون را تداوم دهند، به نحوی که دیگر قادر به ادامه آزمون نباشند. وقتی فرد برای اولین بار از صدای سیگنال‌ها عقب بماند به او هشدار داده می‌شود و در سومین هشدار آزمون متوقف شده و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) باتوجه به فرمول ذیل برآورد شد (۱۴). در ضمن ضربان قلب در سراسر مدت آزمون کنترل گردید.

$$VO_{2max} = 37.068 + 2.715\ (\text{sex; male 1, female 0}) - 0.041\ (\text{Age}) + 0.259\ (\text{reps of 20 m shuttle run}) - 0.349\ (\text{BMI}).$$

د) قرارداد آزمون شبیه‌سازی شده والیبال

قرارداد ورزشی مورد استفاده در مطالعه‌ی حاضر که یک آزمون محقق ساخته با همفکری اساتید تربیت‌بدنی دانشگاه و مربیان ملی والیبال طراحی شده بود؛ شامل اجرای حرکات آبشار، دفاع روی تور، سرویس جهشی و دریافت با فاصله‌ی دو متر در جهات مختلف (راست، چپ، جلو، عقب) در پنج نوبت با ده تکرار بود. بطوریکه، دو دقیقه استراحت بین نوبت‌ها و دو دقیقه بعد از به پایان رسیدن ۵۰ تکرار از هر حرکت تا شروع حرکت بعدی وجود داشت. یک پاسور در زمین، مسئول بلند کردن و پاس دادن توپ بود تا بازیکنان حرکت آبشار را انجام دهند. به ترتیب تمام حرکات توسط هر دو گروه اجرا شد. میزان فشار و شدت در اجرای آزمون برای هر ورزشکار، با حداکثر قدرت و سرعت همراه بود. شاخص درک فشار (RPE) در این آزمون شبیه‌سازی شده میان ۱۷ تا ۲۰ گزارش شد.

ه) نمونه‌گیری خونی و روش اندازه‌گیری

نمونه‌های خونی در چهار مرحله (مرحله‌ی اول: در حالت پایه و قبل از شروع مصرف مکمل و دارونما؛ مرحله‌ی دوم: پس از ۱۴ روز مکمل‌دهی؛ مرحله سوم: بلافاصله پس از اجرای آزمون شبیه‌سازی شده؛ و مرحله‌ی چهارم: ۲۴ ساعت پس از اجرای قرارداد اصلی) به میزان ۵ میلی‌لیتر از ورید پیش آرنجی دست راست آزمودنی‌ها برای تهیه سرم و تعیین تغییرات کراتین کیناز تام و لاکتات دهیدروژناز تام سرمی بصورت ناشتا تهیه شد. نمونه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط آزمایشگاهی ۲۵-۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شدند تا لخته شوند. پس از آن سرم نمونه‌ها توسط دستگاه سانتریفیوژ (۳۵۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۱۰ دقیقه) جدا شد. برای انجام مراحل بعدی، نمونه‌ها در دمای منفی۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شدند. فعالیت آنزیم‌های آسیب عضلانی سرمی بوسیله کیت شرکت پارس آزمون با استفاده از روش فتومتریک به کمک دستگاه اتوآنالایزر آلسیون ۳۰۰ (ساخت شرکت Abbott, آمریکا) اندازه‌گیری شد. همچنین، میزان TAC سرمی با استفاده از آزمون میلر و دستگاه اسپکتروفتومتر (ساخت شرکت Biotech آمریکا) و کیت شرکت Randox با حسایت ۰/۱ میلی‌مول در طول موج ۶۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان MDA سرمی نیز بر پایه واکنش با تیوباربیتوریک اسید (TBA) و با استفاده از روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۳۲ نانومتر تعیین گردید.

و) روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌های آماری

به‌منظور تحلیل آماری، ابتدا وضعیت طبیعی داده‌های طبیعی و همگن (میانگین ± انحراف استاندارد) با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک (SW) بررسی شد. سپس تغییرات هر یک از شاخص‌ها طی مراحل مختلف اندازه‌گیری با آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر و پس آزمون بونفرونی (در صورت وجود تفاوت بین مراحل) بررسی گردید. اختلافات بین گروهی داده‌های ابتدایی نیز با آزمون تحلیل واریانس یک طرفه‌ی دو گروهی تعیین شد. همه‌ی عملیات و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری پنج درصد با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS/PASW21 و Office ورژن ۲۰۱۶ انجام گرفت.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی مربوط به شاخص‌های تن‌سنجی به همراه چابکی، توان هوازی و بی‌هوازی آزمودنی‌های حاضر در این مطالعه به تفکیک گروه‌های مطالعاتی در جدول ۱ بصورت انحراف استاندارد ± میانگین ارائه شده است.

جدول ۱: توصیف ویژگی‌های فردی و شاخص‌های آنتروپومتریک (انحراف استاندارد±میانگین)

فاکتور/گروه‌ها	گروه مکمل (N=۱۲)	گروه دارونما (N=۱۲)
قد (cm)	۱۷۹/۲۷ ± ۹/۶۸	± ۸/۶۹ ۱۷۴/۷۵
وزن (kg)	۶۴/۲۷ ± ۶/۳۰	± ۱۳/۲۵ ۶۶/۰۸
BMI ($kg.m^2$)	۲۰/۱۸ ± ۱/۶۰	۲۱/۵۰ ± ۲/۵۴

[18] Shuttle Run Test

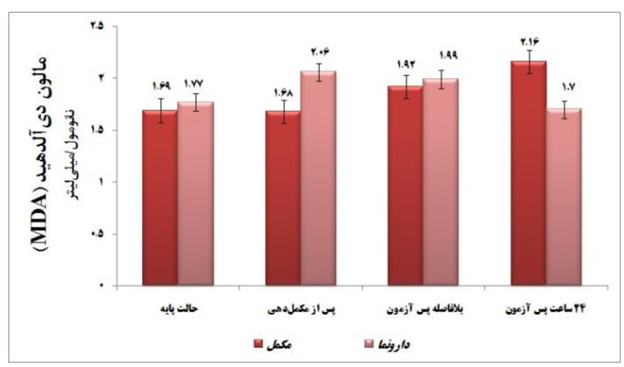
Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jahssp.2024.29452.1630

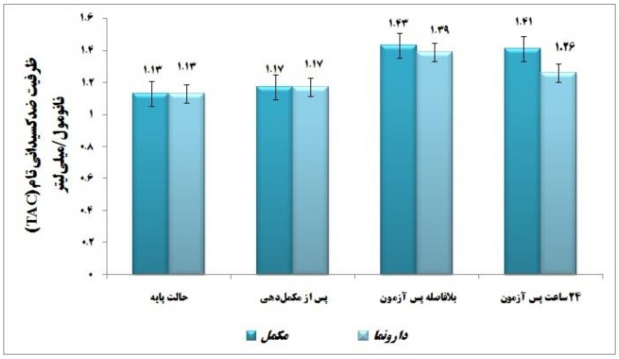
سن (سال)	۱۸/۲۷ ± ۱/۶۱	۱۸/۰۰ ± ۱/۵۹
توان هوازی (ml.kg^{-1}.min^{-1})	۴۱/۴۸ ± ۱/۸۳	۴۱/۰۶ ± ۱/۸۲
توان بی‌هوازی (وات)	۲۶۶/۸۱ ± ۸/۰۱	± ۹/۶۴ ۲۶۶/۳۱

نتایج تحقیق حاضر حاکی بود که دامنهٔ تغییرات سطوح سرمی آنزیم نشان‌دهنده فشار اکسایشی (MDA) مورد مطالعه در میان مراحل اندازه‌گیری و گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۶۵) (نمودار ۱). همچنین، سطوح دیگر شاخص ضداکسیدانی (TAC) میان گروه‌ها تفاوت قابل توجهی مشاهده نگردید (P=۰/۵۸۳)، ولی در میان مراحل اندازه‌گیری درون گروهی افزایش غیرمعنی‌داری ملاحظه گردید (P=۰/۰۵۴) (نمودار ۲).

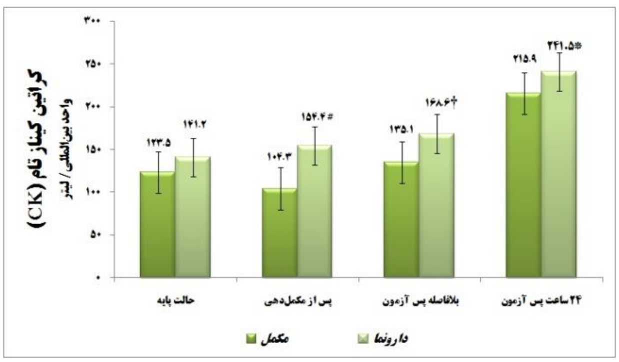
از طرفی دیگر، براساس نتایج بدست آمده حاصل از آزمون تحلیل واریانس ۲×۲ آنزیم کراتین‌کیناز تام (CK) مشخص گردید، بین مراحل ارزیابی (بلافاصله و ۲۴ ساعت در مقایسه با حالت پایه) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۱) (نمودار ۳)، که این تفاوت در بین گروه‌های مطالعاتی نیز قابل مشاهده بود (P=۰/۰۲۴). این در حالی است، که بین مراحل ارزیابی و گروه‌های مطالعاتی تعامل قابل توجهی وجود نداشت (P=۰/۶۶). به‌علاوه، نتایج دیگر شاخص مورد مطالعه یعنی آنزیم لاکتات دهیدروژناز تام سرمی (LDH) نشان داد، بین مراحل سوم و چهارم در هر دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۱). این در صورتی بود که بین مراحل ارزیابی و گروه‌های تحقیقاتی آثار تعاملی معنی‌داری وجود نداشت (P=۰/۲۶۳) (نمودار ۴).



نمودار ۱: تغییرات مالون دی آلدهید (MDA) دو گروه طی چهار مرحله اندازه‌گیری

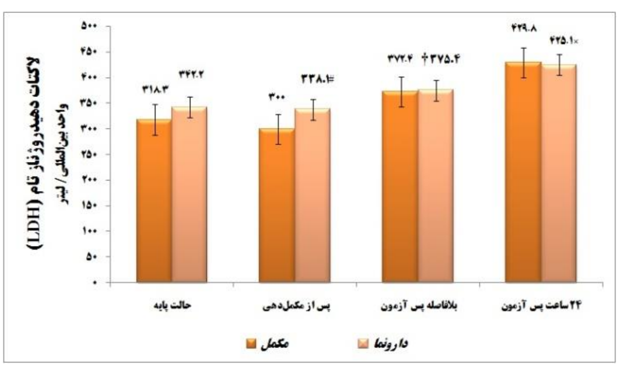


نمودار ۲: تغییرات ظرفیت ضداکسیدانی تام (TAC) دو گروه طی چهار مرحله اندازه‌گیری



نمودار ۳: تغییرات کراتین کیناز تام (CK) دو گروه طی چهار مرحله اندازه‌گیری

* نشان دهنده‌ی معنی‌داری بین مراحل ۱ و ۴ در سطح (P<۰/۰۵).
† نشان دهنده‌ی معنی‌داری بین مراحل ۲ و ۳ در سطح (P<۰/۰۵).
# نشان دهنده‌ی معنی‌داری بین مراحل ۲ و ۴ در سطح (P<۰/۰۵).



نمودار ۴: تغییرات لاکتات دهیدروژناز تام (LDH) دو گروه طی چهار مرحله اندازه‌گیری

* نشان دهنده‌ی معنی‌داری بین مراحل ۱ و ۴ در سطح (P<۰/۰۵).
† نشان دهنده‌ی معنی‌داری بین مراحل ۲ و ۳ در سطح (P<۰/۰۵).

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

نشان دهنده‌ی معنی‌داری بین مراحل ۲ و ۴ در سطح (P<۰/۰۵).

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر مبنی‌بر کاهش در سطوح سرمی آنزیم کراتین‌کیناز متعاقب مکمل‌سازی تورین به‌مدت دو هفته و هر روز سه گرم با نتایج مطالعات فدائی (۲۰۲۳) و عسجدی (۲۰۲۳) همسو بود (۸،۱۸). چنانکه، گروه مطالعاتی فدائی و همکاران (۲۰۲۳) به‌دنبال بررسی مردان تمرین کرده اظهار داشتند دو هفته مصرف روزانه سه عدد کپسول یک گرمی تورین منجربه کاهش قابل توجه در میزان لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما می‌شود (۸). به‌علاوه، عسجدی و همکاران (۲۰۲۳) طی تحقیق خود در گروه‌های مصرف کننده تورین به میزان ۲۸ روز و هر روز ۱۵۰۰ میلی‌گرم شاهد کاهش معنی‌دار در سطوح آنزیم CK در آزمودنی‌های غیرفعال بودند (۱۸). در کل، محققان چنین اظهار دارند که فعالیت‌های رقابتی شدید به‌علت اعمال فشار مکانیکی- متابولیکی بیشتر روی تارچه‌ها در نهایت منجر به پارگی تارچه‌ها، سیال شدن صفحات Z، پارگی سارکولما، جابجایی اندامک‌های درون سلولی، ناپایداری غشائ پلاسمایی و افزایش ترشح پروتئین‌های درون سلولی پس از انجام فعالیت‌های مقاومتی و شدید می‌شود (۷،۱۳). در واقع، خستگی تارهای عضلانی متعاقب فعالیت‌های وامانده‌ساز می‌تواند منجر به افزایش نفوذپذیری غشاء سلولی به یون کلسیم آزاد درون سلولی و اختلال در عملکرد پمپ‌های سدیمی- پتاسیمی شده باعث ناپایداری غشای سلولی و فعال شدن پروتئازها (الاستازها و میلوپروکسیدازها) و لیپازهای درون سلولی (فسفولیپازها) گردد (۷). به‌طوری‌که، ارتباط نزدیکی میان انتشار فسفولیپازها و کراتین‌کیناز ناشی از فعالیت آنزیم‌های پروتئولیک درون سلولی (کاسپازها و کالپاین‌ها) تحریک شده توسط کلسیم در عضله‌ی جدا شده‌ی پستانداران وجود دارد (۱۸). از طرفی دیگر، نتایج مطالعه پیش‌رو نشان داد که مصرف تورین بر روی فعالیت آنزیم LDH سرمی تأثیر معنی‌داری ندارد. نقش تورین در اثرگذاری بر روی آسیب سلولی به صراحت گزارش شده است. اما تأثیر تورین بر روی آسیب سلولی می‌تواند وابسته به تأثیر زمان مصرف باشد. بطوریکه، تجویز آن به‌عنوان مکمل قبل، بعد یا در حین ورزش، تأثیر متفاوتی به‌ویژه در کاهش آسیب عضلانی یا خستگی عضلانی دارد که مشخصهٔ آن محدود کردن عملکرد عضلانی است (۱۹). در این رابطه باید اشاره داشت که تورین به کاهش بیوسنتز ATP کمک می‌کند. این می‌تواند بر سطح CK در خون و عضلات تأثیر بگذارد (۱۹). چند عاملی که می‌توانند فواید کامل تورین را محدود کنند عبارتند از: نوع ورزش، مقادیر تورین، استراتژی‌های مصرف، زمان مصرف، بیوسنتز و خواص آنتی‌اکسیدانی (۲۰). به‌عنوان مثال، دوزهای مختلف اثرات متفاوتی را در طول ورزش ایجاد می‌کنند. دوز بالای تورین قبل از ورزش فقط بر افزایش گلیسرول تأثیر دارد، درحالیکه تجویز تورین قبل از تمرینات قدرتی یا در حین و بعد از ورزش استقامتی با کاهش آسیب DNA و فشار اکسایشی، به‌طور موثری آسیب عضلانی را کاهش می‌دهد (۲۱). در راستای یافته‌های تحقیق حاضر، وانگ و همکاران (۲۰۲۲) عنوان داشتند که مصرف تورین مانع از افزایش LDH در نمونه-های آماری نمی‌گردد (۱۵). در سوی مقابل و ناهمسو با این نتایج، عسجدی و همکاران (۲۰۲۳) شاهد بهبود وضعیت LDH طی ارزیابی-های خود بودند (۱۸). علت این تفاوت احتمالاً ناشی از نوع، مقدار و مدت مکمل‌سازی باشد. بطوریکه، در پژوهش عسجدی و همکاران (۲۰۲۳) مدت زمان مصرف ۲۸ روز و روزانه ۱۵۰۰ میلی‌گرم از تورین بود (۱۸). در این رابطه محققان چنین عنوان می‌کنند که مکمل‌دهی کوتاه مدت تورین موجب افزایش عملکرد فیزیولوژیکی بهنگام فعالیت‌های شدید می‌شود. همچنین تورین یکی از مکمل‌هایی است که عملکرد سلولی را از طریق مختلف مانند تثبیت غشای سلولی، تنظیم حجم سلولی، تعادل ردوکس سلول و کنترل کانال‌های یونی افزایش می‌دهد.

از سویی دیگر، بررسی دیگر شاخص‌های مورد مطالعه یعنی فشار اکسایشی حاکی است که انجام آزمون شبیه‌سازی شده والیبال منجربه برهم زدن وضعیت هوموستازی متغیرهای اکسایشی (MDA،TAC) شده و مکمل‌دهی تورین نیز نمی‌تواند تأثیر قابل توجهی بر این عوامل داشته باشد. این در حالی است که، بیشتر مطالعات از تأثیر معنی‌دار تورین بر کاهش MDA و افزایش TAC در نمونه‌های مورد پژوهش خود دارند. بعنوان نمونه، تیروپاتی[1] و همکاران (۲۰۱۸) پس از ۲۱ روز اجرای تمرینات تناوبی شدید و مصرف درون صفاقی تورین در موش‌های نژاد ویستار، شاهد افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی و متعاقب آن کاهش پراکسیداسیون لیپیدی بودند (۱۶). اما در سوی مقابل و همسو با این نتایج، سمندری و همکاران (۲۰۲۱) طی مطالعه خود با هدف بررسی اثرات ضد التهابی مصرف تورین در تکواندوکاران حرفه‌ای عنوان داشتند که مصرف روزانه ۱۵ میلی‌گرم تورین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، به مدت ده روز

[1] Thirupathi

JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jahssp.2024.29452.1630

بر روی شاخص‌های التهابی تأثیر نداشت (۲۲). تفاوت این نتایج را می‌توان در نوع آزمودنی‌ها به همراه مدت زمان مکمل‌یاری جستجو کرد. بطوریکه، ملکی و همکاران (۲۰۲۰) با مطالعه بر روی بیماران مبتلاء به دیابت نوع دوم، پس از هشت هفته مکمل‌یاری تورین به میزان ۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز شاهد افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (SOD و CAT) به همراه کاهش پراکسیداسیون لیپیدی بودند (۲۱). از سویی، افراد زبده و آماده (ورزشکاران) بدلیل دارا بودن سطح بالایی از سیتم دفاع آنتی‌اکسیدانی مصرف تورین در مدت زمان کوتاه تأثیر بر آن ندارد (۱۷). زوفیا گوک [1] و همکاران (۲۰۱۹) طی مطالعه خود بر روی رت‌های مبتلاء به کبد چرب الکلی، عنوان داشتند که مصرف همزمان دو ماه تورین همراه با مصرف الکل مانع از افزایش MDA می‌گردد. این در حالی است که این کاهش هم‌راستا با افزایش ظرفیت تام انتی‌اکسیدانی نمونه‌های حیوانی حاضر در مطالعه بود (۲۳). اگرچه مکانیسمهای زیربنایی اثرات آنتی‌اکسیدانی تورین به‌خوبی شناخته نشده است،حذفROS، تداخل با فعالیت ROS، و بازسازی گروه‌های تیول ممکن است محتمل‌ترین مکانیسم‌ها باشد. به‌طورخاص، مطالعات نشان می‌دهد که تورین تولید سوپراکسید را در میتوکندری سرکوب می‌کند. به‌طورکلی، اثر تحریکی تورین بر فعالیت آنزیم‌های SOD، CAT و GPx منجربه کاهش قابل توجه در تولید ROS می‌شود (۱۶-۱۸).

با این حال، نتایج مطالعات نشان داده‌اند که نوسازی تورین می‌تواند از شخصی به شخص دیگر بعلت مقادیر پروتئین مصرفی یا سنتز پروتئین متغیر باشد. چندین عامل دیگر همانند مصرف اسیدفولیک و فعالیت آنزیم شبه متیل تترا هیدروفولات ردوکتاز (MTHFR) [2] بر موجودیت سیستئین و سنتز تورین اثر می‌گذارد. سیستئین بعنوان پیش‌ساز تورین در سنتز ترکیبات ضداکسیدانی دیگری همانند گلوتاتیون و کوآنزیم A که برای تنظیم دستگاه ردوکس سلولی و هومئوستاز انرژی مهم است نقش دارد (۱۶). چنانچه یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌تواند عدم کنترل مصرف اسیدفولیک و سنجش غلظت سیستئین باشد. به هر حال، بیوسنتز تورین در نتیجه واکنش‌های بیوشیمیایی همچون اکسیداسیون سیستئین توسط سیستئین دی اکسیژناز به شکل اسیدسولفینیک سیتئین و به دنبال آن دی‌کربوکسیلاسیون اسید سولفونیک توسط اسیدسولفونیک سیستئین دی کربوکسیلاز سبب تولید هیپوتورین و در نهایت اکسیداسیون هیپوتورین به تورین انجام می شود. بطوریکه به خوبی نشان داده شده است تولید ROS ناشی از انجام فعالیت های ورزشی می تواند این توالی را تغییر دهد (۱۷،۲۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد که مکمل‌دهی کوتاه‌مدت تورین منجربه تعدیل آسیب سلولی ناشی از افزایش میزان کراتین کیناز به دنبال آزمون شبیه‌سازی شده‌ی والیبال در دختران والیبالیست شده، اما این مدت مکمل‌دهی در بهبود سایر شاخص‌های مورد بررسی یعنی شاخص‌های فشار اکسایشی، تاثیر قابل توجهی نداشته و احتمالاً به طول مداخله بیشتری نیاز است.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده و کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری رساندند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

Reference

1. Ghanem, A. The effect of competitions with a play off system on oxidative stress and its relationship to some indicators of inflammation in volleyball players. Journal of Theories and Applications of Physical Education Sport Sciences. 2023; 8(1), 1-18.
2. Silva AF ,Clemente FM, Lima R, Nikolaidis PT, Rosemann T, Knechtle B. The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019;16 (16):2960. PMCID: PMC6720263.
3. Tavakkoli MJ, Abbaspoor M, Nikooie R. The effect of 8 weeks of block and traditional periodization training models on practical factors in volleyball players. Scientific Journal of Sport and Performance. 2022;1(2):83-89.
4. Guerrero C, Collado-Boira E, Martinez-Navarro I, Hernando B, Hernando C, Balino P, et al. Impact of plasma oxidative stress markers on post-race recovery in ultramarathon runners: A sex and age perspective overview. Antioxidants. 2021;10(3):355.
5. Di Meo S, Venditti P. Evolution of the knowledge of free radicals and other oxidants.

[1] ZofiaGoc
[2] Methylenetetrahydrofolate reductase

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jahssp.2024.29452.1630

systematic review and dose-response meta-analysis of controlled trials. European Journal of Clinical Nutrition. 2022;76(5):647-58.
14. Bayles, Madeline Paternostro. ACSM's exercise testing and prescription. Lippincott williams & wilkins, 2023.
15. Wang Y, Xu T, Zhao H, Gu C, Li Z. Effect of taurine in muscle damage markers and inflammatory cytokines in running exercise. Frontiers in Physiology. 2022:1-7.
16. Thirupathi, A., Freitas, S., Sorato, H.R., Pedroso, G.S. et al. Modulatory effects of taurine on metabolic and oxidative stress parameters in a mice model of muscle overuse. Nutrition, 2018; 54:158-164.
17. Ruhee RT, Ma S, Suzuki K. Protective effects of sulforaphane on exercise-induced organ damage via inducing antioxidant defense responses. Antioxidants, 2020;9(2):122-136.
18. Asjodi F, Rasekhi H, Ebrahimi Mousavi S, Mohajer Iravani O, Khazaei Y. The combined effect of taurine and omega-3 supplementation on delayed onset muscle soreness in high-intensity eccentric exercise. Journal of Iranian Medical Council. 2023; 6(3):504-513. [In Persian]
19. Schaffer S, Kim HW. Effects and mechanisms of taurine as a therapeutic agent. Biomol Ther. 2018;26(3):225-241.
20. Galan BS, Carvalho FG, Santos PC, et al. Effects of taurine on markers of muscle damage, inflammatory response and physical performance in thriathletes. J Sports Med Phys Fitness. 2018;58(9):1318-1324.
21. Maleki V, Mahdavi R, Hajizadeh-Sharafabad F, Alizadeh M. The effects of taurine supplementation on oxidative stress indices and inflammation biomarkers in patients with type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Diabetology metabolic syndrome. 2020: 12:9.
22. Samandari A, Sanjideh F, Faramarzi M, Banitalebi E, Ghahfarrokhi MM. The effects of taurine supplementation on inflammatory cytokines and physical performance to simulated taekwondo-specific protocol in elite male athletes: A double-blinded, placebo-controlled,
Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2020; 23:9829176.
6. Al-Horani RA. A narrative review of exercise-induced oxidative stress: oxidative DNA damage underlined. The Open Sports Sciences Journal. 2022;15(1);1-13.
7. Mastali VP, Hoseini R, Azizi M. The short-term effect of vitamin D supplementation on the response to muscle and liver damages indices by exhaustive aerobic exercise in untrained men: a quasi-experimental study. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2022; 14(1):1-7.
8. Fadaei Chafy, M. R., Dashty, M. H., Hojjati, S. H. Effect of short-term taurine consumption on muscular strength and responses of muscle damage markers and hs-CRP following a single session of resistance exercise in resistance trained men. Research in Exercise Nutrition, 2022; 1(2):21-33. [In Persian]
9. Faramarzi M, Rahimi M, Azamian Jazi A, Ahmadian Joneghani J. Effect of taurine supplementation on markers of muscle damage from eccentric resistance exercise in male bodybuilders. Modern Olympic. 2015;1(2):175-88.
10. Kurtz JA, VanDusseldorp TA, Doyle JA, Otis JS. Taurine in sports and exercise. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2021;18(39):2-20.
11. Samieyan, A., Saidie, P., Mohebbi, H., Ghafouri, H. The effect of short-term supplementation of two different doses of taurine on some responses of salivary antioxidant markers to exhaustive aerobic activity in healthy young men. Metabolism and Exercise, 2019; 9(1): 55-70. [In Persian]
12. Chen, Qi, Zheng Li, Ricardo A. Pinho, Ramesh C. Gupta, Ukadike C. Ugbolue, Anand Thirupathi, and Yaodong Gu. The dose response of taurine on aerobic and strength exercises: a systematic review. Frontiers in Physiology. 2021; 1(12):1-11.
13. Faghfouri AH, Seyyed Shoura SM, Fathollahi P, Shadbad MA, Papi S, Ostadrahimi A, et al. Profiling inflammatory and oxidative stress biomarkers following taurine supplementation: a

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/10.22049/jahssp.2024.29452.1630

crossover study. Research Square. 2021; 12(2): 20-31.
23. Goc Z, Kapusta E, Formicki G, Martiniaková M, Omelka R. Effect of taurine on ethanol-induced oxidative stress in mouse liver and kidney. Chinese Journal of Physiology. 2019; 62(4):148-156.

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University