



## اثر مکمل‌سازی تورین بر خصائص قلبی-متابولیکی و اجزای آمادگی جسمانی در وضعیت استراحت و متعاقب یک جلسه ورزش وامانده‌ساز در مردان فعال

**شورش مصطفایی:** کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سفر، دانشگاه آزاد اسلامی، سقز، ایران

**فتح مرادی:** استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سفر، دانشگاه آزاد اسلامی، سقز، ایران (\* نویسنده مسئول) [moradi\\_fatah@iausaghez.ac.ir](mailto:moradi_fatah@iausaghez.ac.ir)

**بهلول عبادی:** کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سفر، دانشگاه آزاد اسلامی، سقز، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

تورین،  
توان هوایی،  
 مقاومت انسولینی،  
 فشار خون،  
 نیمرخ چربی

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۰۱  
تاریخ چاپ: ۹۹/۱۰/۱۱

**زمینه و هدف:** تورین نقش‌های زیست‌شناختی و فیزیولوژیکی متعددی در ورزشکاران و افراد فعال دارد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر مکمل‌سازی تورین بر برحی شاخص‌های قلبی-متابولیکی و اجزای آمادگی جسمانی در وضعیت استراحت و متعاقب یک جلسه ورزش وامانده‌ساز در مردان فعال بود.

**روش کار:** روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود و بیست مرد فعال از میان تکواندوکاران شهرستان سقز انتخاب شده و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (مکمل،  $n=10$ ) و کنترل (دارونمای) قرار گرفتند. ارزیابی‌ها در سه مرحله (قبل از مکمل‌سازی، پس از مکمل‌سازی و بالاگله پس از یک جلسه ورزش وامانده‌ساز) صورت گرفت. طول دوره مکمل‌سازی چهارده روز (روزانه دو کپسول دو گرمی تورین) بود. گروه دارونمای نیز در مدت مشابه هر روز دو کپسول دو گرمی نشاسته مصرف نمودند. از آزمون نوارگردان بروس به عنوان جلسه ورزش وامانده‌ساز استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر در سطح معنی‌داری  $p<0.05$  استفاده شد.

**یافته‌ها:** یک دوره مکمل‌سازی تورین تأثیر معنی‌داری بر سطوح توان هوایی، استقامت عضلانی، توان بی هوایی، قدرت عضلانی، فشار خون، درصد چربی بدن و نیمرخ چربی مردان فعال نداشت ( $p>0.05$ ), اما سطوح گلوکز ( $p=0.001$ ), انسولین ( $p=0.003$ ) و مقاومت انسولینی ( $p=0.004$ ) را کاهش داد. همچنین، مکمل‌سازی تورین تأثیری برپاسخ نیمرخ چربی، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی به یک جلسه ورزش در مردان فعال نداشت ( $p>0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** به نظر نمی‌رسد مکمل‌سازی تورین به مدت چهارده روز (روزانه چهار گرم) بتواند بر اجزای آمادگی جسمانی، فشار خون، درصد چربی بدن و سطوح استراحتی و متعاقب یک جلسه ورزش وامانده ساز نیمرخ چربیدر مردان فعال انرگذار باشد، اما سطوح استراحتی گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی را کاهش می‌دهد.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.  
**منبع حمایت کننده:** حامی مالی نداشته است.

#### شیوه استناد به این مقاله:

Mostafaei Sh, Moradi F, Ebadi B. The effect of taurine supplementation on some cardiometabolic parameters and physical fitness components at rest and following an exhaustive exercise session in active men. Razi J Med Sci. 2020;27(10):151-166.

\* منتشر این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.



Original Article

## The effect of taurine supplementation on some cardiometabolic parameters and physical fitness components at rest and following an exhaustive exercise session in active men

**Shoresh Mostafaei:** MSc of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Saghez Branch, Islamic Azad University, Saghez, Iran

**Fatah Moradi:** PhD of Exercise Physiology, B.S. of Physiotherapy, Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Saghez Branch, Islamic Azad University, Saghez, Iran (\*Corresponding author) [moradi\\_fatah@yahoo.c](mailto:moradi_fatah@yahoo.c)

**Behloul Ebadi:** MSc of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Saghez Branch, Islamic Azad University, Saghez, Iran

### Abstract

**Background & Aims:** Taurine has several biological and physiological roles in athletes and active individuals. It can protect against oxidative stress in a variety of conditions and act as an anti-inflammatory agent. Taurine has several biological and physiological roles in athletes. Due to the numerous effects associated with the action of taurine in the human body, some researchers have tried to identify the relationship between this micronutrient and physical exercise. More research is needed to determine which population groups can benefit most from taurine supplementation, and it is necessary to study on participants with different age, health, and exercise status. Also, the effect of taurine supplementation on the response of cardio-metabolic indicators to an exhaustive exercise session in active men is another subject that has been less studied so far. The purpose of this study was to investigate the effects of taurine supplementation on some cardiometabolic parameters and components of physical fitness at rest and following an exhaustive exercise session in active men.

**Methods:** The research method was quasi-experimental with pre-test and post-test assessments and twenty active men with an experience of at least two years of regular training were selected from among taekwondo players in the city of Saghez and were randomly divided into two experimental (supplementation, n=10) and control (placebo, n=10) groups. The research was done via available sampling and the subjects were randomly assigned to the groups. The assessments were carried out in three stages (pre-supplementation, post-supplementation, and immediately after an exhaustive exercise session). Pre-test evaluations were performed on two consecutive days at about 8 a.m. On the first day, resting blood pressure was measured and a blood samples (10 cc) of the volunteers were taken from a brachial vein in a sitting position. Bruce treadmill test was immediately performed to assess aerobic power (cardio-respiratory function). Then, the anthropometric and physiological characteristics of the volunteers including height, weight, body mass index and body fat percent were measured. Also, chest press and leg press tests were performed to evaluate muscle strength. On the second day, RAST (running-based anaerobic speed test) was performed to assess anaerobic power and then the curl up and chin up tests were performed to assess muscular endurance. The period of supplementation was fourteen days. Each day before breakfast and dinner, the experimental group received two 2-gram capsules of taurine and the placebo group

### Keywords

Taurine,  
Aerobic Power,  
Insulin Resistance,  
Blood Pressure,  
Lipid Profile

Received: 22/09/2020

Published: 31/12/2020

consumed four grams of starch in the same period. During the supplementation period, subjects in both groups performed their routine exercise program under the supervision of a trainer. The training program included general and specialized taekwondo exercises, three days a week. The duration of each training session was approximately 90 minutes, including 10 minutes of warm-up, 70 minutes of special taekwondo exercises and 10 minutes of cool-down. Post-test evaluations were performed 48 hours after the supplementation period. Bruce treadmill test was used as an exhaustive exercise session and immediately, the third blood samples were taken. To analyze the data, analysis of variance with repeated measurements was used at the significant level of  $p<0.05$ .

**Results:** A period of taurine supplementation had no significant effect on aerobic power, muscle endurance, anaerobic power, muscle strength, blood pressure, body fat percent and lipid profile in active men ( $p>0.05$ ), but decreased levels of glucose ( $p=0.001$ ), insulin ( $p=0.003$ ) and insulin resistance ( $p=0.001$ ). Also, taurine supplementation had no effect on the response of lipid profile, glucose, insulin and insulin resistance to an exhaustive exercise session in active men ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** Supplementation of taurine for fourteen days (four grams per day) does not appear to affect physical fitness components, blood pressure, body fat percent, and lipid profile levels at rest and following an exhaustive exercise in active men, but decreases resting levels of glucose, insulin and insulin resistance. These findings are consistent with the results of some previous research and not with others. The inconsistency of the findings of the present study with previous research can be attributed to the methodological differences of these studies such as cardio-metabolic and physical fitness components have been studied, health status of subjects (healthy or non-healthy), time interval between the end of the supplementation period and performing assessments, the length of the supplementation period (short or long term) and the species of subjects (mouse, human, etc). Carrying out similar studies in other demographic groups (e.g. sedentary men or cardiovascular patients), on a number of other indicators of physical or cardiovascular function, with different doses/periods of taurine supplementation or with physical exercise intervention can provide new research fields for researchers and augment existing knowledge in this field.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Mostafaei Sh, Moradi F, Ebadi B. The effect of taurine supplementation on some cardiometabolic parameters and physical fitness components at rest and following an exhaustive exercise session in active men. Razi J Med Sci. 2020;27(10):151-166.

\*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

## مقدمه

تورین از طریق مکانیزم‌های متعددی همچون بهبود نیمرخ چربی، تعدیل یون کلسیم درون سلولی، اثرات آنتی اکسیدانی و آنتاگونیسم عمل آنزیوتنسین ۲ به سیستم قلبی-عروقی کمک می‌کند. غلظت‌های بالای تورین در قلب و شبکیه یافت می‌شود، اما مقادیر کوچکتر آن را می‌توان در مغز، کلیه‌ها، روده کوچک و عضله اسکلتی یافت نمود. تورین از اندام‌های مختلف در برابر آسیب ناشی از فشار ذهنی و اکسایشی محافظت می‌کند. به علاوه، نشان داده شده است که گیرنده تورین در سلول‌های عضله صاف عروق بیان می‌شود و ممکن است نقش مهمی در عملکرد عروقی بازی کند (۶).

شواهد آشکاری وجود دارد که سطح طبیعی تورین برای عملکرد طبیعی عضله اسکلتی مهم است. اعتقاد بر این است که تورین در عملکردهای سلولی متعددی دخیل است، اما نقش‌های اصلی آن در عضله اسکلتی عبارت است از تسهیل فرایندهای تحریک-انقباض وابسته به یون کلسیم، کمک به تنظیم حجم سلول و کمک به دفاع آنتی اکسیدانی در برابر پاسخ‌های استرسی (۷). پیشنهاد شده است که تورین چندین اثر فیزیولوژیکی همچون تنظیم هومئوستاز کلسیم، هم در عضله اسکلتی و هم در بافت قلبی، افزایش نیروی عضله و افزایش حساسیت انسولینی ایجاد می‌کند. به علاوه، تورین ممکن است متابولیسم کربوهیدرات را بهبود بخشیده و بازسازی گلیکوزن را تحریک نماید. همچنین، بهبود زمان رسیدن به واماندگی در دوندگان نیز به دنبال مکمل‌سازی تورین مشاهده شده است.

مکمل‌سازی تورین سطوح اسیدهای آمینه را در عضله اسکلتی افزایش می‌دهد، نیروی بیشتری ایجاد می‌کند و مقاومت و ریکاوری را بهبود می‌بخشد (۸). با این وجود، مکانیزم‌های اثرگذاری تورین بر عملکرد عضله اسکلتی در انسان به خوبی شناخته نشده است (۹).

اثر مکمل‌سازی تورین بر برخی شاخص‌های قلبی-متابولیکیو آمادگی جسمانی آزمودنی‌های عادی یا ورزشکار تحت بررسی قرار گرفته است. بر اساس یافته‌های دا سیلو و همکاران (۲۰۱۴) مکمل‌سازی تورین عامل مهمی در بهبود عملکرد و کاهش آسیب عضلانی و فشار اکسایشی می‌باشد اما پاسخ التهابی را پس از تمرین اکسنتریک کاهش نمی‌دهد (۱). در مطالعه‌ای روی ورزشکاران سه گانه مرد اثر مصرف

تورین (۲-آمینواتان سولفونیک اسید) یک اسید آمینه مشتق از متابولیسم سیستئین است و در تنظیم حجم سلول، سمیت‌زدایی، تنظیم اسمزی، تثیت غشا، تنظیم جریان کلسیم درون سلولی و تولید آنتی اکسیدان به واسطه ساختار مولوکولی‌اش دخیل است. تورین می‌تواند در برابر فشار اکسایشی در شرایط مختلف محافظت کند و به عنوان یک عامل ضد التهابی عمل نماید. به علاوه، اثرات مفید تورین نه فقط در موش‌ها بلکه در انسان‌ها نیز گزارش شده است (۱). تورین نقش مهمی به عنوان یک عامل اساسی برای حفظ یکپارچگی سلولی در قلب، عضله، شبکیه و سراسر دستگاه عصبی مرکزی بازی می‌کند. این اسید آمینه فراگیر یک عامل محافظ سلولی بالقوه است، به عنوان یک کاندیدای میانجی عصبی مورد توجه قرار گرفته است و یک تعديل کننده فعالیت عصبی می‌باشد (۲). تورین یک اسید آمینه محتوی سولفور است که ارزان و غیر سمی می‌باشد و به طور وسیعی به عنوان یک عامل تعذیبه‌ای عملکردی به کار می‌رود. غذاهای دریایی سرشار از تورین بیماری‌های قلبی-عروقی و سوخت و سازی همچون چاقی، دیابت ملیتوس و چربی بیش از حد خون را بهبود می‌بخشند. به علاوه، تورین اثرات زیست‌شناختی چندگانه‌ای همچون محافظت در برابر سیروز کبدی، اثرات آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، ضد آترواسکلروز و ضد چاقی دارد (۳).

بر طبق پیشینه تحقیق تورین نقش‌های زیست‌شناختی و فیزیولوژیکی متعددی در ورزشکاران دارد، همچون تنظیم هومئوستاز کلسیم در عضله اسکلتی و بافت قلبی، افزایش نیروی عضله و حساسیت انسولینی، بهبود مصرف انرژی و متابولیسم چربی و جلوگیری از فشار اکسایشی (۴). تورین می‌تواند بر متابولیسم دستگاه انرژی، بهویژه متابولیسم چربی، تاثیر بگذارد، طوریکه از طریق افزایش در اکسیداسیون چربی می‌تواند ذخایر کربوهیدرات را افزایش دهد. مکمل‌سازی تورین می‌تواند لیپولیز را افزایش دهد و بر مشارکت سیستم‌های انرژی در طول ورزش بیشینه تاثیر بگذارد (۵). به دلیل اثرات متعدد مرتبط با عمل تورین در بدن انسان، برخی محققان سعی نموده‌اند رابطه بین این ریزمعذی و تمرین جسمانی را شناسایی نمایند (۴).

ترکیبات موجود در نوشیدنی‌های انرژی‌زا (همچون تورین)، به طور کامل تحت مطالعه قرار نگرفته‌اند تا سلامت قلبی-عروقی یا فواید انرژی‌زایی ادعا شده در مورد آنها تایید شود (۱۴). بعلاوه، یافته‌های موجود در زمینه تاثیر مصرف مکمل تورین بر اجزای آمادگی جسمانی با یکدیگر هم‌خوانی ندارد (۱۰-۱۲)، (۱). علی‌رغم ویژگی‌های عملکردی متعدد آن، مکانیزم‌های سلولی و بیوشیمیایی که اعمال تورین را وساطت می‌کنند نیز تا کنون به طور کامل شناخته نشده‌اند (۲). همچنین، تاثیر مکمل‌سازی تورین بر پاسخ شاخص‌های قلبی-متابولیکی به یک جلسه ورزش وامانده‌ساز در مردان فعال (در مطالعه حاضر ورزشکاران رشته تکواندو)، موضوع دیگری است که تا کنون کمتر تحت مطالعه قرار گرفته است (۱۱، ۱۲). بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر مکمل‌سازی تورین بر برخی شاخص‌های قلبی-متابولیکی و اجزای آمادگی جسمانی در وضعیت استراحت و متعاقب یک جلسه ورزش وامانده‌ساز در مردان فعال صورت گرفت.

### روش کار آزمودنی‌ها

روش مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی شامل گروه آزمایش (مکمل) و کنترل (دارونما) با پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود و مردان تکواندوکار شهرستان سقز با سابقه حداقل دو سال تمرین منظم به عنوان مردان فعال تحت مطالعه قرار گرفتند. نمونه‌گیری تحقیق به صورت در دسترس اما گمارش آزمودنی‌ها به گروه‌ها تصادفی بود. معیارهای ورود به تحقیق شامل عدم ابتلا به بیماری‌های عفونی یا التهابی، عدم انجام جراحی، عدم مصرف هرگونه درمان دارویی یا مکمل‌های تغذیه‌ای، عدم رژیم گیری تغذیه‌ای، عدم مصرف الکل و دخانیات در سه ماه قبل از شرکت در مطالعه بود. معیارهای خروج نیز شامل این موارد بود: ابتلا به بیماری، مصرف دارو یا مکمل تغذیه‌ای غیر از مکمل تورین، تغییر در رژیم غذایی، مصرف الکل یا دخانیات، عدم مصرف صحیح مکمل، تغییر در برنامه تمرین و عدم رعایت سایر نکات توصیه شده توسط محقق در طول دوره مطالعه (۱۵، ۱۶). تعداد شرکت‌کنندگان ۲۰ نفر بود که بطور تصادفی به دو گروه مکمل ( $n=10$ ) و کنترل

مکمل ترکیبی تورین و شیر-شکلات پس از تمرین به مدت هشت هفته منجر به بررسی شد. یافته‌ها نشان داد این مکمل ترکیبی منجر به افزایش سطوح تورین پلاسماء، کاهش سطوح مالون دی‌آلدئید و دفع نیتروژن ادراری و ایجاد تعادل نیتروژنی مثبت می‌گردد. با این وجود، تغییری در شاخص‌های هوایی مشاهده نگردید (۸). ریبیرو و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند مکمل‌سازی تورین تحمل گلوکز و حساسیت انسولینی و نیز ترشح انسولین از جزایر ایزوله شده در موش‌ها را بهبود می‌بخشد (۱۰). دیکاروالیو و همکاران (۲۰۱۷) اثر مصرف ۶ گرم تورین قبل از دو وهله تلاش بیشینه شناور کرال سینه را با فاصله یک هفته استراحت در شناگران رقابتی مرد بررسی نمودند. بر اساس یافته‌های آنها متعاقب مکمل‌سازی حاد تورین ۱۲۰ دقیقه قبل از اجرای یک تلاش بیشینه تغییری در عملکرد شناگر و سطوح لاكتات مشاهده نشد، اما افزایش بیشتر در سطوح گلیسروول پلاسماء و کاهش درصد تغییر در سطوح لاكتات و مشارکت سیستم بی‌هوایی لاكتیکی در مقایسه با گروه دارونما نشان داده شد (۱۱). در مطالعه‌ای روی دوچرخه سواران خوب تمرین کرده، رازرفولد و همکاران (۲۰۱۰) اثر مصرف ۱/۶۶ گرم تورین یک ساعت قبل از یک مسابقه ۹۰ دقیقه‌ای دوچرخه سواری را روی عملکرد استقامتی و متابولیسم بررسی کردند. یافته‌های آنها نشان داد مصرف حاد تورین عملکرد استقامتی را بهبود نمی‌بخشد اما منجر به افزایش اندک ولی معنی‌دار در اکسیداسیون چربی در طول مسابقه می‌شود (۱۲).

بر طبق یک مطالعه فراتحلیلی جدید (۱۳) تحقیقات بیشتری لازم است تا مشخص گردد چه گروه‌های جمعیتی می‌توانند بیشترین فایده را از مکمل‌سازی تورین کسب نمایند و مطالعه روی شرکت‌کنندگان با وضعیت‌های سنی، سلامتی و تمرینی مختلف ضروری به نظر می‌رسد (۱۳). از سوی دیگر، در دهه اخیر شاهد بیشترین افزایش در مصرف مکمل‌های انرژی‌زای غیر استروئیدی با هدف ارتقاء عملکرد و تمرکز ورزشی بوده‌ایم که این با افزایش میزان گزارش مسمومیت منجر به اثرات جانبی قلبی-عروقی مصادف بوده است. از جمله ترکیبات فعلی در نوشیدنی‌های انرژی‌زا، تورین می‌باشد. با این وجود، به جز اثرات کافئین، دیگر

متريکي و فيزيولوژيکي داوطلبان شامل قد، وزن، نمايه توده بدن و درصد چربی بدن اندازه گيري شد. سپس، آزمون هاي پرس سينه و پرس پا جهت ارزيزابي قدرت عضلانی اجرا گردید. روز دوم ابتدا آزمون RAST (آزمون سرعتي بي هوائي بر پايه دويدين) جهت ارزيزابي توان بي هوائي و سپس آزمون هاي دراز نشت (Curl Up) و آویزان شدن از ميله بارفيكس (Chin Up) جهت ارزيزابي استقامت عضلانی اجرا گردید. قبل و پس از اجرای آزمون ها، آزمودنی ها به مدت ۵ تا ۱۰ دقيقه خود را گرم و سرد می نمودند (به ترتیب) و بين آزمون هاي متوالی نيز ۵ دقيقه ریکاوری داده می شد. پس از مرحله پيش آزمون، دوره مكمل سازی تورین شروع شد. طول اين دوره ۱۴ روز بود. داوطلبان گروه آزمایش هر روز دو وعده دو گرمی تورین و داوطلبان گروه کنترل هر روز دو وعده دو گرمی نشاسته را به صورت كپسول خوارaki، قبل از صبحانه و شام دريافت كرند (۱۵، ۱۶). در ميانه دوره مكمل سازی نيز يكبار ديگر داوطلبان برگ ثبت تغذيه روزانه را تكميل نمودند. در طول دوره مكمل سازی، آزمودنی هاي هر دو گروه برنامه تمريني معمول خود را تحت نظارت مربى انجام می دادند. برنامه تمريني شامل سه روز در هفته اجرای تمرين هاي عمومي و تخصصي رشته تکواندو بود. مدت زمان هر جلسه تمرين حدود ۹۰ دقيقه مشتمل بر ۱۰ دقيقه گرم كردن، ۷۰ دقيقه تمرين هاي ويژه تکواندو و ۱۰ دقيقه سرد كردن بود. نهايتاً پس از دوره مكمل سازی، مرحله پس آزمون شروع شد. نکات مربوط به قبل از شروع مرحله پيش آزمون، مجدداً قبل از مرحله پس آزمون توسط داوطلبان رعایت گردید. ضمن اينكه ارزيزابي هاي مرحله پس آزمون ۴۸ ساعت پس از دوره مكمل سازی صورت گرفت. ترتيب اجرای آزمون ها همچون دوره پيش آزمون و طي دو روز صورت گرفت، با اين تفاوت که پس از اجرای آزمون بروس (به عنوان يك جلسه ورزش وamande ساز) سومين نمونه گيري خون به عمل آمد. نمونه هاي خون تا زمان اندازه گيري شاخص هاي خونی در دمای ۲۰- درجه سانتي گراد نگهداري گردید. جهت کنترل اثر تغذيه روی نمونه هاي خون، از آزمودنی هاي خواسته شد که در فاصله زمانی يك روز قبل از نمونه گيري پيش آزمون هرچه که می خورند را دقيقا در برگه ثبت تغذيه روزانه

(n=۱۰) تقسيم شدند. تمام داوطلبان پرسشنامه تاریخچه سلامتی، فرم رضايتنامه کتبی و فرم آمادگی شرکت در فعالیت جسمانی را تكميل نمودند. روش هاي آزمایشي و پروتوكلهای مطالعه تحت نظارت شورای پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سفرت گرفت.

### روش اجرا

قبل از شروع مكمل سازی، ابتدا طی يك جلسه توجيهي، اهداف، طرح و روش شناسايي تحقيق، نحوه مكمل سازی تورين و معرفی مختصر آن، ارزيزابي هاي آزمایشگاهی (مثلًا نمونه گيري خون) و مراحل و برنامه زمانی تحقيق به طور مفصل برای داوطلبان تشریح گردید. همچنان، نحوه اجرای صحيح آزمون هاي ارزيزابي توان هوائي، توان بي هوائي، قدرت عضلانی و استقامت عضلانی به داوطلبان آموزش داده شد. همچنان نکاتی که داوطلبان می بايست در طول مطالعه رعایت کنند شامل مواردی که منجر به خروج داوطلبان از جريان تحقيق می گردید و نيز نکاتی که قبل از ارزيزابي هاي پيش آزمون و پس آزمون ملزم به رعایت آنها بودند، برای آنها تشریح گردید از داوطلبان خواسته شد که در طول دوره تحقيق از هرگونه تغيير در رژيم غذائي روزانه خود اجتناب کنند و فقط تمرين هايی را انجام دهند که جز برنامه تمريني معمول آنهاست. قبل از ارزيزابي هاي مرحله پيش آزمون از آزمودنی ها خواسته شد که چند نکته را رعایت کنند ۴۸: ساعت قبل از ارزيزابي از انجام هرگونه فعالیت بدنی مازاد بر زندگی روزمره پرهیز کنند، ۲۴ ساعت قبل از ارزيزابي هرچه که می خورند را در برگه ثبت تغذيه روزانه يادداشت نمایند و در فاصله ۱۲ ساعت قبل از ارزيزابي از خوردن و آساميدن اجتناب نمایند و بصورت ناشتا جهت نمونه گيري خون حضور يابند. ارزيزابي هاي مرحله پيش آزمون طي دو روز متوالی و حدود ساعت ۸ صبح در باشگاه آمادگي جسماني اجرا گردید. روز اول، پس از پنج دقيقه استراحت، فشار خون استراحت اندازه گيري شد و نمونه خون (۱۰ سی سی) داوطلبان در وضعیت نشسته و از ورید بازویی گرفته شد. بالا فاصله آزمون نوار گرдан بروس جهت ارزيزابي توان هوائي (عملکرد قلبی- تنفسی) به اجرا درآمد. درادame و بعد از خوردن صبحانه مشترک، ويژگی هاي آنتروپيو

دقیقه) حداکثر اکسیژن مصرفی) (ثانیه) زمان  $\times$   
 $(0/0\cdot056 + (زنان=2 \text{ و مردان}=1) \text{ جنسیت} \times 0/282 - 6/70$

$$\text{زمان} = \text{کل زمان آزمون بر حسب ثانیه}$$

آزمون‌های قدرت عضلانی پرس سینه و پرس پا با استفاده از دستگاه‌های پرس سینه و پرس پا و از طریق تعیین یک تکرار بیشینه برای هر حرکت اجرا شد. فرد وزنه‌ای را انتخاب می‌کند و هر تعداد بار که بتواند به طور صحیح آن را بلند کند ثبت می‌شود. البته وزنه انتخاب شده نباید به میزانی باشد که فرد بتواند بیشتر از ۱۲ بار آن را بلند کند. در این حالت، می‌باشد فرد ۱۵ دقیقه استراحت نموده و وزنه سنگین‌تری برای بلند ۱RM کردن انتخاب کند و مجددآ آزمون را تکرار کند. برای هر حرکت از طریق فرمول زیر تعیین گردید (۲۰):

$$(\text{تعداد تکرار} \times 0/0\cdot278) - 0/0\cdot278 \div \text{وزنه بلند شده}$$

$$1RM = \text{پیش بین شده}$$

آزمون RAST به این صورت اجرا شد که ابتدا وزن ورزشکار تعیین شد. ورزشکار قبل از اجرای آزمون ده دقیقه خود را گرم نموده و پس از آن نیز یک دوره بازیافت پنج دقیقه ای دارد. برای آزمون، ۶ نوبت دوی ۳۵ متری را با حداکثر سرعت طی می‌کند. آزمون در پیست ۴۰۰ متری اجرا شده و بین دوها ۱۰ ثانیه استراحت داده می‌شود. زمان مربوط به هر دوی ۳۵ متری با دقت هزارم ثانیه ثبت شده و سپس میانگین توان (مجموع ۶ مقدار تقسیم بر ۶)، حداکثر توان (کمترین مقدار)، حداقل توان (بیشترین مقدار) و شاخص خستگی (تفاضل حداکثر و حداقل توان تقسیم بر مجموع زمان شش نوبت دو) به دست آمد.

آزمون‌های استقامت عضلانی با استفاده از میله بارفیکس و تشک دارznشت و در باشگاه آمادگی جسمانی اجرا شد. آزمون میله بارفیکس برای ارزیابی استقامت عضلانی عضلات بازو و شانه و به این صورت اجرا گردید که فرد طوری از میله بارفیکس آویزان می‌شود که کف دست روبه بدن باشد. خود را تا جایی بالا می‌کشد که چانه همسطح میله باشد. سپس تا جایی پایین می‌آید که بازوها صاف شوند. این حرکت را تا حد ممکن تکرار می‌کند و تعداد تکرارها شمارش می‌

یادداشت نمایند و همین رژیم را در روز قبل از نمونه گیری پس آزمون مجددآ تکرار نمایند.

### ابزارگردآوری داده‌ها

وزن بدن با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل گر ترکیب بدن (حداقل دقت ۰/۰ کیلوگرم، مدل XCONTACT356، ساخت کره جنوبی) و قد با بکارگیری قدسنج (حداقل دقت ۰/۱ سانتی متر، مارک SECA، مدل ۳۷۰، ساخت مشترک آلمان-چین) اندازه‌گیری گردید. BMI از طریق تقسیم وزن بدن (kg) بر مجذور قد ( $m^2$ ) محاسبه شد. چگالی بدن از طریق اندازه‌گیری چربی زیر جلدی در سه نقطه از بدن (سینه، سه سر و زیر کتف) به وسیله کالیپر (حداقل دقت ۱ میلی‌متر، مارک Harpenden، ساخت کشور انگلیس) و محاسبه چگالی بدن با استفاده از فرمول جکسون و پولاک برآورد گردید (۱۷):

$$(X_2 - 0/000\cdot2440) / (X_1 + 0/000\cdot55)$$

$$1/11250\cdot25 - 0/0013125 = \text{چگالی بدن}$$

$X_1 = \text{مجموع چربی‌های سینه، سه سر و زیر کتف}$

$X_2 = \text{سن}$

سپس BFP با بکارگیری فرمول سایری محاسبه شد (۱۸):

$$450 - (\text{چگالی بدن} / 495) = \text{درصد چربی بدن}$$

آزمون نوارگردان بروس (جهت ارزیابی توان هوایی و نیز به عنوان یک جلسه ورزش و امداده‌ساز) با استفاده از نوارگردان (مارک PMTUOS، مدل ۴۵۵۰، ساخت کشور تایوان) به اجرا درآمد. در این آزمون آزمودنی تا سر حد و امتدگی روی نوارگردان می‌دود. سرعت و شبیب نوارگردان در شروع آزمون به ترتیب ۲/۷۴ کیلومتر بر ساعت و ۱۰ درصد تنظیم می‌شود و در طول اجرای آزمون سرعت و شبیب به فواصل زمانی منظم و هر سه دقیقه یک بار مطابق پروتکل بروس افزوده می‌شود. با شروع دویدن زمان سنج فعل شده و به محض اینکه فرد قادر به دویدن نبود، متوقف می‌شود. مقدار حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها از طریق فرمول زیر تعیین گردید (۱۹):

$$(\text{میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر}$$

زمان اندازه‌گیری (قبل از مکمل سازی، پس از مکمل سازی و پس از ورزش وامانده‌ساز) به عنوان عامل درون گروهی در نظر گرفته شد. جهت آزمون مفروضه کروپت از آزمون موخلی استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن این آزمون (برقرار نبودن مفروضه کروپت)، عامل اصلاح اپسیلون گرین هاوس-گیسر به کار گرفته شد. در صورت معنی‌دار بودن اثرات تعاملی، آزمون  $\tau$  مستقل با هدف مقایسه اختلاف پیش‌آزمون-پس‌آزمون دو گروه، جهت تعیین تاثیر مکمل سازی‌ترين بر سطوح استراحتی شاخص‌های قلبی-متابولیکی و اجزای آمادگی جسمانی و با هدف مقایسه اختلاف پس‌آزمون-پس از جلسه ورزش دو گروه، جهت تعیین تاثیر مکمل سازی تورین بر پاسخ شاخص‌های قلبی-متابولیکی به یک جلسه ورزش استفاده شد. سطح معنی‌داری  $<0.05$  در نظر گرفته شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نسخه ۲۲ نرمافزار بسته آماری برای علوم اجتماعی (SPSS) صورت گرفت.

### یافته‌ها

ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج آزمون  $\tau$  مستقل برای مقایسه میانگین‌های سن، وزن، قد و BMI قبل از مکمل سازی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایش و کنترل نشان نداد ( $.sig > 0.05$ ).

همچنین، سطوح نیمرخ چربی، مقاومت انسولینی، فشار خون و درصد چربی بدن در وضعیت‌های قبل از مکمل سازی (پیش‌آزمون)، پس از مکمل سازی (پس‌آزمون) و متعاقب یک جلسه ورزش وامانده‌ساز در جدول ۲ و مقادیر اجزای آمادگی جسمانی در وضعیت‌های قبل از مکمل سازی (پیش‌آزمون) و پس از مکمل سازی (پس‌آزمون) در جدول ۳ گزارش شده است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای متغیرهای وابسته تحقیق در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج، اثر تعاملی بین زمان و گروه در مورد متغیرهای گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی معنی‌دار ( $.sig < 0.05$ ) و در مورد دیگر متغیرهای وابسته غیر معنی‌دار بود ( $.sig > 0.05$ ).

با توجه به معنی‌دار شدن اثر تعاملی برای متغیرهای

شود. آزمون درازنشست نیز برای ارزیابی استقامت عضلات شکم و به این شیوه انجام می‌شود که فرد با زانوهای خمیده روی تشک به پشت دراز می‌کشد. طوریکه کف پاها روی زمین، دست‌ها روی ران‌ها و پشت سر روی دست‌های یک نفر همکار باشد. فرد به آرامی با استفاده از عضلات شکم خمیده و دست‌ها روی ران‌ها به سمت بالا تا جایی می‌لغزد که نوک انگشتان روی زانوها را لمس کند. سپس به آهستگی به وضعیت شروع بر می‌گردد. نباید پاها توسط کسی نگه داشته شوند. یک بار درازنشست سه ثانیه زمان می‌برد، یعنی ۲۰ تکرار در هر دقیقه. فرد باید درازنشست را تا جاییکه می‌تواند ادامه دهد. تعداد کل درازنشست شمارش و ثبت می‌شود.

فشار خون در حالت نشسته و پس از ۱۰ دقیقه استراحت، با استفاده از اسفيگومانومتر جيوهای اندازه‌گیری شد، به اين ترتيب که اندازه‌گيری دو بار صورت گرفت و ميانگين آن محاسبه و ثبت شد. غلظت‌های TG، TC، LDL، HDL و گلوکز با استفاده از کيت‌های شرکت پارس آزمون (ساخت ايران) و دستگاه آتوآلاميزر (مدل BT1500، ساخت کشور ايطاليا) اندازه‌گيری شد. اندازه‌گيری سطوح سرمی انسولین (کيت CIA<sup>TM</sup>، محصول شرکت Monobind Inc.، آمريكا) با روش الایزا صورت گرفت. محاسبه شاخص مقاومت انسولینی نیز از طريق فرمول زير صورت گرفت (۲۱):

$$\text{HOMA-AD} = G_0 I_0 / A_0$$

که  $G_0$  سطوح گلوکز بر حسب ميلى گرم در دسي ليتر و  $I_0$  سطوح انسولين بر حسب ميكرو واحد بين المللی در ميلى ليتر می‌باشد.

### تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به فاصله‌ای بودن مقیاس داده‌ها، آزمون‌های پارامتریک جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری بکار برده شد. برای توصیف داده‌ها از آمار توصیفی (انحراف معیار  $\pm$  میانگین) استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن توزیع جامعه از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. گروه (آزمایش یا کنترل) به عنوان عامل بین گروهی و

جدول ۱- ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

#*	گروه کنترل (n=10)	آزمایش (n=10)	پارامتر
	۲۳۰ ± ۸/۸	۲۵/۹ ± ۸/۷	سن (سال)
	۷۰/۸ ± ۱۰/۴	۷۵/۱ ± ۶/۱	وزن (کیلوگرم)
	۱۷۵/۴ ± ۸/۲	۱۷۹/۹ ± ۳/۸	قد (سانتی‌متر)
	۲۲/۹ ± ۲/۲	۲۳/۲۳ ± ۲/۰	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)

\* آزمودنی‌ها (۲۰ نفر) از میان مردان فعال (تکواندوکار) انتخاب شدند. # مقایسه بین میانگین‌های دو گروه با استفاده از آزمون t مستقل صورت گرفت.

جدول ۲- سطوح نیمرخ چربی، مقاومت انسولینی، فشار خون و درصد چربی بدن در وضعیت‌های پیش آزمون، پس آزمون و متغیر یک جلسه ورزش و امانده‌ساز (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

متغیر	آزمون	گروه کنترل	آنحراف	میانگین	آنحراف	میانگین
کلسترول تام (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش آزمون	۱۸۹/۰	۳۰/۷	۱۹۴/۹	۲۵/۰	استاندارد
پس آزمون	۱۷۰/۶	۳۶/۰	۱۷۶/۹	۲۰/۱	۲۰/۱	استاندارد
پس از ورزش و امانده ساز	۱۷۴/۴	۲۱/۶	۱۶۴/۷	۲۱/۳	۴۵/۴	۱۶۲/۰
پیش آزمون	۱۵۵/۹	۴۷/۱	۱۶۲/۰	۴۷/۱	۴۷/۳	۱۳۹/۲
پس آزمون	۱۳۳/۴	۴۶/۷	۱۳۹/۲	۴۶/۷	۴۴/۹	۱۳۵/۳
پس از ورزش و امانده ساز	۱۲۲/۲	۴۷/۶	۱۳۵/۳	۴۷/۶	۵/۶	۴۶/۹
پیش آزمون	۴۹/۷	۱۰/۲	۴۶/۹	۱۰/۲	۶/۹	۴۶/۳
پس آزمون	۴۸/۳	۹/۹	۴۶/۳	۹/۹	۶/۰	۴۲/۰
پس از ورزش و امانده ساز	۴۵/۰	۷/۴	۴۲/۰	۷/۴	۲۲/۳	۹۶/۱۱
پیش آزمون	۷۹/۶	۱۷/۶	۹۶/۱۱	۱۷/۶	۱۲/۵	۷۹/۹
پس آزمون	۷۹/۵	۱۹/۵	۹۶/۱۱	۱۹/۵	۱۲/۱	۶۹/۵
پس از ورزش و امانده ساز	۶۸/۷	۱۰/۲	۶۹/۵	۱۰/۲	۱/۳	۸/۹
پیش آزمون	۹/۶	۱/۵	۸/۹	۱/۵	۱/۳	۹/۱
پس آزمون	۹/۷	۱/۶	۹/۱	۱/۶	۶/۰	۱۲۱/۱
پیش آزمون	۱۲۱/۱	۷/۹	۱۲۱/۱	۷/۹	۶/۳	۱۲۰/۶
پس آزمون	۱۲۰/۶	۷/۷	۱۲۰/۶	۷/۷	۷/۴	۸۰/۰
پیش آزمون	۷۷/۵	۶/۶	۸۰/۰	۶/۶	۶/۷	۸۱/۰
پس آزمون	۷۸/۱	۷/۸	۸۱/۰	۷/۸	۸/۸	۸۰/۹
پیش آزمون	۹۲/۰	۱۲/۳	۸۰/۹	۱۲/۳	۸/۲	۸۷/۹
پس آزمون	۸۵/۱	۱۱/۱	۸۷/۹	۱۱/۱	۷/۱	۷۹/۷
پس از ورزش و امانده ساز	۷۸/۷	۸/۰	۷۹/۷	۸/۰	۰/۶	۲/۲
پیش آزمون	۲/۴	۰/۴	۲/۲	۰/۴	۰/۶	۲/۲
پس آزمون	۲/۱	۰/۴	۲/۲	۰/۴	۰/۶	۲/۱
پس از ورزش و امانده ساز	۱/۹	۰/۴	۱/۹	۰/۴	۰/۰۲	۰/۰۵
پیش آزمون	۰/۶	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۵
پس آزمون	۰/۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴
پس از ورزش و امانده ساز	۰/۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱		

\* آزمودنی‌ها (۲۰ نفر) از میان مردان فعال (تکواندوکار) انتخاب شدند.

# تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر صورت گرفت.

بر سطوح استراحتی شاخص‌های مذکور تاثیر معنی‌داری دارد، در حالیکه نتایج آزمون t مستقل جهت مقایسه اختلاف میانگین‌های پس آزمون-پس از جلسه ورزش دو گروه برای متغیرهای گلوكز ( $t=-0/820$ ,  $sig=0/424$ ), انسولین ( $t=2/443$ ,  $sig=0/057$ ) و مقاومت انسولینی ( $t=0/816$ ,  $sig=0/427$ ) نشان داد

گلوكز، انسولین و مقاومت انسولینی، از آزمون‌های تعییبی استفاده شد. نتایج آزمون t مستقل جهت مقایسه اختلاف میانگین‌های پیش آزمون-پس آزمون دو گروه برای متغیرهای گلوكز ( $t=6/140$ ,  $sig=0/001$ ), انسولین ( $t=3/549$ ,  $sig=0/003$ ) و مقاومت انسولینی ( $t=8/101$ ,  $sig=0/001$ ) نشان داد مکمل سازی تورین

جدول ۳ - مقادیر اجزای آمادگی جسمانی در وضعیت‌های پیش آزمون و پس آزمون (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

متغیر		آزمون		گروه کنترل	
انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین
استاندارد	استاندارد	استاندارد	استاندارد	استاندارد	استاندارد
۸/۸	۳۸/۴	۸/۶	۴۱/۸	پیش آزمون	توان هوایی (میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم
۷/۸	۴۱/۲	۸/۳	۴۶/۱	پس آزمون	وزن بدن در دقیقه)
۶/۶	۵۳/۰	۸/۷	۵۰/۷	پیش آزمون	استقامت عضلانی (درازونشست) (تعداد)
۴/۴	۵۷/۵	۵/۲	۵۴/۶	پس آزمون	استقامت عضلانی (بارفیکس)
۴/۰	۱۰/۴	۲/۲	۹/۸	پیش آزمون	(تعداد)
۳/۷	۱۱/۱	۱/۲	۱۰/۴	پس آزمون	توان بی هوایی
۰/۴	۶/۶	۰/۶	۷/۰	پیش آزمون	(ثانیه)
۰/۵	۶/۰	۰/۵	۶/۴	پس آزمون	قدرت عضلانی (پرس سینه)
۸/۵	۵۰/۵	۵/۷	۵۴/۶	پیش آزمون	(کیلوگرم)
۸/۶	۵۱/۳	۵/۷	۵۶/۳	پس آزمون	قدرت عضلانی (پرس پا)
۱۵/۹	۹۷/۶	۱۱/۱	۱۰۷/۲	پیش آزمون	(کیلوگرم)
۱۳/۹	۱۰۰/۰	۹/۸	۱۰۹/۴	پس آزمون	*

\* آزموندهای (۲۰ نفر) از میان مردان فعال (تکواندوکار) انتخاب شدند.

# تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر صورت گرفت.

جدول ۴ - نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای متغیرهای وابسته تحقیق (اثر تعاملی)

پارامتر	sig	F	پارامتر	sig	F
کلسترول تام (میلی گرم بر دسی لیتر)	.۰۰۰۶		انسولین (میکرو واحد بین المللی بر میلی لیتر)	.۰۹۴۱	۱۴/۰۰۰
تری‌لیپید (میلی گرم بر دسی لیتر)	.۰۳۸۹		مقاومت انسولینی	.۰۶۴۵	۲۲/۲۵۶
HDL (میلی گرم بر دسی لیتر)	.۰۰۲۳		توان هوایی (میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)	.۰۹۵۳	.۰/۴۰۳
LDL (میلی گرم بر دسی لیتر)	.۱۸۵۱		استقامت عضلانی (درازونشست) (تعداد)	.۰/۱۸۳	.۰/۷۰۲
چربی بدن (درصد)	.۰۰۴۱		استقامت عضلانی (بارفیکس) (تعداد)	.۰/۸۴۱	.۰/۰۰۱
فشار خون سیستولیک (میلی متر جیوه)	.۰۰۰۱		توان بی هوایی (ثانیه)	.۱/۰۰۰	.۰/۵۲۸
فشار خون دیاستولیک (میلی متر جیوه)	.۱/۰۰۰		قدرت عضلانی (پرس سینه) (کیلوگرم)	.۱/۳۳۲	.۰/۲۲۵
گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	.۱۰۹۴۹		قدرت عضلانی (پرس پا) (کیلوگرم)	.۰/۰۰۱*	.۰/۰۲۲

\* معنی دار در سطح  $p < 0.05$ 

همچون توان هوایی، استقامت عضلانی، قدرت عضلانی و توان بی هوایی در مردان فعال ندارد. هم راستا با یافته‌های مطالعه حاضر، در تحقیقات مارتینز گالان و همکاران (۲۰۱۷) و وارد و همکاران (۲۰۱۶) نیز عدم تاثیر مصرف مکمل تورین بر برخی شاخص‌های آمادگی جسمانی نشان داده شده است (۲۳، ۲۲). در مطالعه مارتینز گالان و همکاران (۲۰۱۷) به دنبال یک دوره هشت هفت‌های مکمل‌سازی تورین همراه با شیر-شکلات کم چرب در ورزشکاران سه گانه مرد، هیچ گونه تغییری در شاخص‌های عملکرد جسمانی، آستانه بی هوایی، میزان فشار درک شده و ضربان قلب مشاهده نشد (۲۲). وارد و همکاران (۲۰۱۶) نیز دریافتند مصرف ۱۰۰۰ میلی گرم تورین قبل از تمرین مزیت عملکردی برای آزمون دوچرخه سواری ۴ کیلومتر ندارد و پاسخ‌های بافرینگ خون در دوچرخه سواران تمرین

مکمل‌سازی تورین بر پاسخ این شاخص‌ها به یک جلسه ورزش تاثیر معنی‌داری ندارد.

## بحث

بر اساس یافته‌های تحقیق، یک دوره مکمل‌سازی تورین تاثیری بر سطوح توان هوایی، استقامت عضلانی، توان بی هوایی، قدرت عضلانی، فشار خون، درصد چربی بدن و نیمرخ چربی مردان فعال ندارد، اما سطوح گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی را کاهش می‌دهد. همچنین، مکمل‌سازی تورین تاثیری بر پاسخ نیمرخ چربی، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی به یک جلسه ورزش در مردان قعال ندارد.

یافته‌های تحقیق نشان داد یک دوره مکمل‌سازی تورین به مدت چهارده روز و مصرف روزانه چهار گرم، تاثیری بر اجزای آمادگی جسمانی وابسته به سلامت

پیشین را می‌توان تفاوت‌های روش‌شناسی این مطالعات همچون اجزای آمادگی جسمانی تحت مطالعه قرار گرفته، وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها (سالم یا بیمار)، فاصله زمانی بین پایان دوره مکمل‌سازی و انجام ارزیابی‌های آمادگی جسمانی، شیوه مکمل‌سازی (کوتاه یا بلند مدت) و گونه آزمودنی‌ها (موش یا انسان) برشمرد (۲۷-۲۵).

بیشتر تحقیقات، اهمیت تورین در عضله اسکلتی جوندگان را از طریق تنظیم کاهشی و افزایشی محتوای تورین عضله و ارزیابی اثرات بر عملکرد عضله اسکلتی در وضعیت استراحت و در طول فشار انقباض‌ها (تمرین) تحت مطالعه قرار داده‌اند. یک رویکرد تحقیقی موفق، مکمل‌سازی رژیم غذایی با تورین می‌باشد که منجر به افزایش‌هایی در محتوای تورین عضله و عملکرد انقباضی در جوندگان می‌شود. با این وجود، این رویکرد در عضله اسکلتی انسان کار نمی‌کند چرا که فرایندهای دخیل در انتقال تورین به درون عضله به افزایش‌های بزرگ و طولانی مدت در تورین پلاسما به دنبال مکمل‌سازی تورین مقاوم هستند. در حال حاضر، تلاش با هدف تاثیر بر عملکرد عضله به وسیله مکمل‌سازی تورین فقط می‌تواند از طریق تعاملات خارج از سلول عضلانی در انسان صورت گیرد (۷).

پیشنهاد شده است که تورین می‌تواند عملکرد عضلانی و سطوح لاکتانس خون را از طریق مکانیزم‌های تورین، افزایش رهاسازی کلسیم برای فیلامان‌های انقباضی عضله اسکلتی که تولید نیرو را افزایش می‌دهد و افزایش بافرینگ میتوکندریایی. همچنین، بیان شده است که شدت و سرعت اجرا در طول تمرین قویاً با سطوح بالای تورین در ارتباط است، که این احتمالاً نشانگر رهاسازی آن به درون تارهای عضلانی می‌باشد. همچنین، نشان داده شده است که سطوح بالای تورین ممکن است منعکس‌کننده نغییرات در ویژگی‌های الکتروفیزیکی غشای عضله اسکلتی یا اسمولالیته خون در نتیجه رهایش همزمان آن با آب جهت حفظ حجم پلاسما و هومئوستاز کلسیم باشد. به علاوه، تورین با بافرینگ اسید لاکتیک در سلول‌های مغز و عضله اسکلتی موش‌ها مرتبط است. با این وجود، سطوح لاکتانس خون پس از تمرین به دنبال مکمل‌سازی تورین

کرده را تغییر نمی‌دهد (۲۳). با این وجود، یافته‌های تحقیق حاضر با یافته‌های برخی تحقیقات پیشین موافق نمی‌باشد. به عنوان مثال، در تحقیق بیرانوند و همکاران (۲۰۱۱) به دنبال دو هفته مکمل‌سازی تورین مدت زمان تمرینی، هم ازهای متابولیکی و مسافت تمرینی در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی افزایش یافت. بر اساس یافته‌های این محققان مکمل‌سازی تورین در بیماران نارسایی قلبی که تحت درمان استاندارد هستند می‌تواند ظرفیت تمرین آنها را افزایش دهد (۲۴). ژانگ و همکاران (۲۰۰۴) نیز به دنبال مکمل‌سازی تورین افزایش‌های معنی‌داری در  $VO_{2\text{max}}$ ، زمان رسیدن به واماندگی تمرینی و بار کاری بیشینه مشاهده نمودند. همچنین، پس از مکمل‌سازی، تغییر در غلظت تورین همبستگی‌های معنی‌داری با تغییرات در زمان رسیدن به واماندگی تمرینی و بار کاری بیشینه نشان داد. یافته‌های آنها نشان داد تورین ممکن است به دلیل برخورداری از ویژگی‌های محافظتی سلولی، آسیب DNA ناشی از تمرین را تقلیل و ظرفیت تمرینی را در مردان جوان سالم افزایش دهد (۲۵). بالشاو و همکاران (۲۰۱۳) نیز اثر خوردن حاد تورین بر عملکرد دوی سه کیلومتر را در دوندگان قیمه استقامتی تمرین کرده بررسی نمودند. اگرچه عملکرد دوی سه کیلومتر بهبود یافت، اما مصرف اکسیژن نسبی، ضربان قلب، میزان فشار درک شده و لاکتانس خون تغییر نکرد. تاثیر بالقوه تورین بر متabolism تمرین ممکن است تعامل با غشای عضله، هماهنگی یا قابلیت تولید نیروی عضلات در گیر را شامل شود (۲۶). همچنین، در یک مطالعه غلظت تورین در عضلات اسکلتی موش پس از دو استقامتی، با و بدون تجویز تورین تحت مطالعه قرار گرفته است. بر اساس یافته‌های این مطالعه، غلظت‌های تورین در عضلات اسکلتی به طور معنی‌داری در گروه‌های تمرین کرده بدون تجویز تورین کاهش یافت. با این وجود، تجویز تورین کاهش غلظت تورین در عضلات اسکلتی در تمرین در تمرین را کاهش داد. تجویز خوراکی تورین برای حفظ غلظت تورین در عضلات اسکلتی در تمرین اثرگذار است (۲۷). به هر حال، به نظر می‌رسد تحقیقات بیشتری جهت شناسایی نقش تورین در بهبود اجزای آمادگی جسمانی می‌باشد و صورت گیرد. از جمله دلایل عدم هم‌خوانی یافته‌های مطالعه حاضر با تحقیقات

خون استراحتی مردان فعال به دنبال یک دوره مکمل سازی تورین به مدت چهارده روز و با مقدار مصرف روزانه چهار گرم تغییری نمی‌کند. مطالعات اندکی اثر مصرف تورین بر فشار خون استراحتی را به-ویژه در مردان فعال بررسی نموده‌اند. مطالعات همه-گیرشناسی کاهش در اسیدهای آمینه سولفوری در بیماران پرفشار خونی را نشان داده‌اند. چندین مطالعه بالینی گزارش نموده‌اند که رژیم‌های غذایی غنی از تورین می‌توانند خطرات قلبی-عروقی را صرف‌نظر از زمینه نزدی و جنسیتی کاهش دهند. به علاوه، مطالعات حیوانی نشان داده‌اند که تخلیه تورین توسعه فشار خونی ناشی از نمک بالا را شتاب می‌بخشد. اگرچه نشان داده شده است که تورین فشار خون را در چندین مدل حیوانی پرفشار خونی کاهش می‌دهد، مطالعات بالینی طولانی مدت و دقیق اندکی این اثر مفید را در پرفشار خونی انسانی تایید نموده‌اند (۳). هارادا و همکاران (۲۰۰۴) اثر مکمل سازی تورین بر فشار خون و پارامترهای متابولیکی سرم را در موش‌های تغذیه شده با فروکتوز ارزیابی نمودند. یافته‌های آنها نشان داد تورین ممکن است پرفشار خونی ناشی از فروکتور در موش‌ها را از طریق جلوگیری از افزایش غلظت کلسیم آزاد دزون سلولی اصلاح کند. به نظر می‌رسد که در این مدل حیوانی، اثر کاهنده فشار خون تورین از اثر آن روی متابولیسم گلوکز و لیپید مستقل باشد (۳۰). سان و همکاران (۲۰۱۶) نیز تاثیر دوازده هفت‌هه مکمل سازی تورین بر فشار خون و عملکرد عروقی را در افراد دارای وضعیت پیش پرفشار خونی بررسی نمودند. بر اساس یافته‌های آنها، مکمل سازی تورین فشار خون بالینی و سر پایی ۲۴ ساعته را به ویژه در افراد با فشار خون بالا-طبیعی به طور معنی‌داری کاهش داد. همچنین، مکمل سازی تورین اتساع عروقی وابسته و غیر وابسته به اندوتلیوم را بهبود بخشیده و غلظت‌های پلاسمایی H<sub>2</sub>S و تورین را افزایش داد. به علاوه، در افراد واجد پیش پرفشار خونی که تحت مکمل سازی تورین قرار گرفتند تغییرات فشار خون با سطوح H<sub>2</sub>S و تورین پلاسما همبستگی منفی داشت. یافته‌های آنها نشان داد مکمل تورین بیان آنزیم‌های سنتزکننده H<sub>2</sub>S را تنظیم افزایشی نموده و واکنش عروقی ناشی از آگونیست را از طریق مهار ریزش کلسیم وساطت شده با زیر نوع سه

در ورزشکاران بدون تغییر می‌ماند. همچنین، نقش مفید تورین در پیشگیری از آتروفی عضله اسکلتی در نتیجه سوء استفاده از آن نشان داده شده است (۸). مطابق با مطالعه روی موش‌ها، به نظر می‌رسد یکی از مکانیزم‌هایی که از طریق آن تجویز تورین منجر به افزایش عملکرد تمرينی می‌شود، کاهش‌های ناشی از تورین در اسیدهای آمینه ترئونین، سرین و گلیسین در عضلات اسکلتی باشد. این اسیدهای آمینه به عنوان پیش‌سازهای پیروات جهت گلوکونوئژن کبدی دسته-بندی می‌شوند (۲۸). همچنین، قابلیت تورین برای کنترل عملکرد کانال‌های یونی و در نتیجه تحریک-پذیری غشا و نیز هومئوستاز کلسیم و جفت شدن تحریک-انقباض نشان داده شده است. شواهد جدیدی در مورد مکانیزم عمل تورین (از تتعديل متابولیسم عضله تا کنترل رونویسی ژن) و مکانیزم‌های مختص گونه جاندار که سطوح سلولی آن در هر دو وضعیت مزمن و حاد را پایه‌گذاری می‌کنند، در حال ظهور است. به علاوه، اثرات وسیع و به هم پیوسته مشاهده شده از نقش کلیدی این اسید آمینه در عملکرد مناسب عضله حمایت می‌کند و گرایش به آن به عنوان یک عامل درمانی در اختلالات عضلانی موروثی و اکتسابی مختلف را تقویت می‌کند. هر دو نوع اثرات حاد و مزمن مکمل سازی تورین امکان‌پذیر است و احتمالاً با مقیاس زمانی متفاوت و اگرچه به میزان مشابهی جالب و مهم، رخ می‌دهد. اگرچه تمایز دقیقی لحاظ نشده است، اما قابل پیش‌بینی است که اثرات حاد تورین در شرایط آشفتگی‌های سریع محسوس‌تر است، همچون در حالت تمرين یا به هنگام تعديل مستقیم کانال یونی یا در عضلاتی که وابستگی بیشتری به تورین بروزداد دارند، همچون تارهای تند انقباض. به موازات آن، اثرات مزمن تورین -که احتمالاً از طریق تغییرات در محتوای درون سلولی همراه است- برای کنترل طولانی مدت عملکرد عصبی-عضلانی در وضعیت‌های پیشرونده همچون دیستروفی یا عدم استفاده از عضله یا اختلال عملکرد وابسته به پیری حائز ارزش است. در این راست، شواهد بیشتری جهت درک بهتر فایده تورین برای تضمین عملکرد عضلانی مناسب در انسان در مقایسه با حیوانات لازم است (۲۹).

همچنین، یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد فشار

مدت تورین (۲۸ هفته) از طریق مهار آدیپوژنز در بافت چربی سفید، اما نه در بافت چربی قهومه‌ای، اثر ضد چاقی بههمراه دارد (۳۳). مقایسه روش‌شناختی مطالعات موجود نشان می‌دهد طول دوره مکمل‌سازی تورین عامل مهمی در تعیین اثرات ضد چاقی آن به شمار می‌رود و همین عامل می‌تواند یکی از دلایل احتمالی تفاوت در یافته‌های مطالعات صورت گرفته باشد (۳۱-۳۳).

همچنین، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد مصرف روزانه چهار گرم تورین به مدت چهارده روز تاثیری بر سطوح استراحتی و متعاقب یک جلسه ورزش وامانده‌ساز نیمرخ چربی در مردان فعال ندارد. مطالعه پیشینه تحقیق نشان می‌دهد تاثیر مکمل‌سازی تورین بر سطوح در گردش نیمرخ چربی در افراد سالم و با رژیم غذایی عادی کمتر تحت بررسی قرار گرفته است. چوی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند مکمل‌سازی تورین به مدت ۵ هفته غلظت‌های پلاسمایی کلسترول تام، گلوکز و کلسترول LDL را به‌طور معنی‌داری در موش‌های تغذیه شده با رژیم غذایی با کلسترول بالا در مقایسه با موش‌های تغذیه شده با رژیم غذایی کنترل کاهش داد. همچنین، سطح کلسترول HDL نیز افزایش یافت. با این وجود، مکمل‌سازی تورین تغییر مشخصی در حصول وزن بدن و غذای دریافتی ایجاد نکرد (۳۴). در مطالعه‌ای روی موش‌های مبتلا به کم‌کاری تیروئید نیز مکمل‌سازی تورین سطوح تری‌گلیسرید سرم را مطابق یک روش وابسته به دوز کاهش داد (۳۵). در مطالعه المسلمی و همکاران (۲۰۱۰) نیز دریافتند در موش‌های تغذیه شده با فروکتوز بالا سطوح افزایش یافته تری‌گلیسرید، کلسترول تام و کلسترول LDL به دنبال مکمل‌سازی تورین اصلاح شد (۳۶). در مطالعه میزوشیما و همکاران (۱۹۹۶) نیز اثرات مکمل‌سازی تورین بر چربی‌ها در مردان جوان سالم تحت رژیم‌های غذایی با چربی و کلسترول بالا بررسی شد. بر طبق یافته‌های آنها، مکمل‌سازی تورین افزایش در کلسترول تام، کلسترول LDL و VLDL را در مردان سالم تحت رژیم‌های با کلسترول بالا کاهش می‌دهد، اما افزایش‌های معنی‌داری در کلسترول VLDL و تری‌گلیسرید ایجاد می‌کند که از طریق اثر محتمل تورین روی لیپوپروتئین لیپاز قابل توجیه است (۳۷).

کanal پتانسیلی گیرنده آنی در شریان‌های مزانتریک انسان و موش کاهش داد. این محققان نتیجه گرفتند اثر ضد پرفشار خونی مکمل‌سازی طولانی مدت تورین نوید درمان پیش پرفشار خونی را از طریق بهبود عملکرد عروقی می‌دهد (۳). تحقیقات بیشتری جهت نمایان ساختن نقش مکمل‌سازی تورین در تغییر فشار خون استراحتی مردان فعال مورد نیاز است. تفاوت در گونه آزمودنی‌ها در مطالعات موجود (انسان یا موش)، طول دوره مکمل‌سازی و وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها (سالم یا مبتلا به پرفشاری خون) از جمله دلایل احتمالی ناهمسو بودن یافته‌ها می‌باشد (۳، ۳۰).

بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر یک دوره مکمل‌سازی تورین به مدت چهارده روز و مصرف روزانه چهار گرم تاثیری بر درصد چربی بدن مردان فعال ندارد. این یافته با یافته‌های محققان پیشین همچون کامارگو و همکاران (۲۰۱۳) و لارسن و همکاران (۲۰۱۳) هم خوانی دارد (۳۱، ۳۲). در مطالعه کامارگو و همکاران (۲۰۱۳) موش‌های نر به دو گروه کنترل (رژیم غذایی با ۱۴ درصد پروتئین) و محدودیت پروتئینی (رژیم غذایی با ۵ درصد پروتئین) تقسیم شدند. سپس، به مدت هشت هفته هر دو گروه یک رژیم غذایی با چربی بالا دریافت کردند. در ادامه، نصف گروه‌های تغذیه شده با رژیم غذایی با چربی بالا تحت مکمل‌سازی تورین ۵ درصد قرار گرفتند. یافته‌های این مطالعه نشان داد مکمل‌سازی تورین میزان چاقی را فقط در گروه کنترل تغذیه شده با رژیم غذایی با چربی بالا و مکمل‌سازی تورین تقلیل داد و این تغییر در گروه محدودیت پروتئینی تغذیه شده با رژیم غذایی با چربی بالا و مکمل‌سازی تورین مشاهده نشد (۳۱). در مطالعه لارسن و همکاران (۲۰۱۳) نیز اثر یک دوره ۲۶ هفته‌ای مکمل‌سازی تورین در موش‌های ویستار تغذیه شده با فروکتوز بررسی گردید. اگرچه ترکیب فروکتوز و تورین غلظت گلوکز ناشتا و تحمل گلوکز را در مقایسه با گروه کنترل بهبود بخشید، اما نه رژیم غذایی با فروکتوز بالا و نه مکمل‌سازی تورین تغییرات معنی‌داری در وزن بدن، چربی بدن یا کل کالری دریافتی، سطوح انسولین ناشتا یا HOMA-IR ایجاد نکرد (۳۲). کیم و همکاران (۲۰۱۹) با مطالعه روی موش‌های واجد چاقی ناشی از رژیم غذایی با چربی بالا، دریافتند مکمل‌سازی طولانی

میبخشد که این نشان می‌دهد تورین ممکن است یک ابزار درمانی برای حفظ عملکرد درون‌ریزی لوزالمعده در چاقی و دیابت باشد (۳۹). در مقابل، گالووی و همکاران (۱۹۸۵) نشان دادند هفت روز مصرف مکمل تورین منجر به افزایش سیزده برابری در غلظت تورین پلاسما می‌شود، اما تغییری در محتوای تورین عضله اسکلتی یا اکسیداسیون کربوهیدرات و چربی در طول جلسه تمرین ایجاد نمی‌کند، اما به‌نظر می‌رسد تا حدودی بر پاسخ آسید آمینه عضله به تمرین اثرگذار باشد (۴۰). تحقیقات اندکی به بررسی اثر مکمل‌سازی تورین بر سطوح گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی و پاسخ این شاخص‌ها به یک جلسه ورزش وامانده‌ساز در افراد فعال و سالم پرداخته‌اند. به‌نظر می‌رسد از جمله دلایل عدم هم‌خوانی یافته‌های مطالعه حاضر با برخی مطالعات پیشین تفاوت‌های مشهود در روش‌شناسی این مطالعات از جتبه طول دوره مکمل‌سازی، مقدار مصرف روزانه مکمل، وضعیت سلامتی، گونه و نژاد آزمودنی‌های تحت مطالعه باشد (۱۰، ۳۲-۴۰).

### نتیجه‌گیری

تعداد آزمودنی‌ها، کنترل تغذیه دقیق در طول دوره مکمل‌سازی وجود مطالعات مشابهی که بتوان یافته‌های مربوط به اثر مکمل‌سازی تورین بر سطوح نیمروز چربی و شاخص‌های گلیسمیکمتعاقب یک جلسه ورزش وامانده‌ساز را با آنها مقایسه نمود، از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌باشد که توجه به آنها در مطالعات بعدی می‌تواند به غنای تحقیقی در این زمینه بیفزاید.

اجرای مطالعات مشابهی در دیگر گروه‌های جمعیتی (مثلآ مردان کم تحرک یا بیماران قلبی-عروقی)، روی شمار دیگری از شاخص‌های عملکرد جسمانی یا قلبی-متabolیکی، با دوزها یا دوره‌های متفاوت مکمل‌سازی تورین یا همراه با مداخله تمرین جسمانی می‌تواند زمینه‌های پژوهشی نوینی در اختیار پژوهشگران قرار داده و به غنای علمی در این حیطه بیفزاید.

به‌نظر نمی‌رسد مکمل‌سازی تورین به مدت چهارده روز و با مقدار مصرف روزانه چهار گرم بتواند بر اجزای آمادگی جسمانی، فشار خون، درصد چربی بدن و سطوح استراحتی و متعاقب یک جلسه ورزش وامانده

احتمالاً تفاوت‌های ویژگی‌های آزمودنی‌های مطالعه حاضر با تحقیقات پیشین همچون گونه (موسی یا انسان) (۳۴، ۳۶)، وضعیت تغذیه‌ای (رزیم غذایی طبیعی، پر چربی یا پر کربوهیدرات) (۳۴، ۳۶-۳۷) وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها (سالم یا بیمار مثلاً مبتلا به کم‌کاری تیروئید) (۳۷) را می‌توان برای عدم هم‌خوانی یافته‌ها ذکر نمود.

تورین می‌تواند ۷-آلfa-هیدروکسیلаз (آنزیم محدود کننده سرعت در تولید اسیدهای صفرایی) را تنظیم افزایشی کند و سطوح mRNA آن را افزایش دهد. تورین ممکن است سطوح کلسترون را از طریق تنظیم افزایشی گیرنده LDL کبدی و/یا از طریق بهبود اتصال LDL به آنها کاهش دهد. نتیجتاً، تورین گردش LDL (turnover) در خون را افزایش می‌دهد. قابلیت تورین برای کاهش سطح کلسترون تمام می‌تواند مداخله‌گر اصلی در کاهش شاخص رگزایی باشد (۳۶). مطابق با یافته‌های تحقیق حاضر مصرف روزانه چهار گرم تورین به مدت چهارده روز سطوح استراحتی گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی را در مردان فعلی کاهش داد، اما تاثیری بر سطوح متعاقب یک جلسه ورزش وامانده‌ساز نداشت. این یافته‌ها با یافته‌های ریبیرو و همکاران (۲۰۰۹)، کارنیرو و همکاران (۲۰۰۹) و سانتوس-سیلوا و همکاران (۲۰۱۵) هم‌خوانی داد (۳۹، ۳۸، ۱۰)، اما با یافته‌های لارسن و همکاران (۲۰۱۳) و گالووی و همکاران (۱۹۸۵) هم‌سونمی باشد (۴۰). ریبیرو و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند مکمل‌سازی تورین تحمل گلوکز و حساسیت انسولینی و نیز ترشح انسولین در موش‌ها را بهبود می‌بخشد. به‌نظر می‌رسد اثر تورین روی ترشح انسولین دست کم تا حدودی وابسته به دسترسی بهتر جزایر لوزالمعده‌ای به یون کلسیم باشد (۱۰). کارنیرو و همکاران (۲۰۰۹) نیز متعاقب یک دوره ۳۰ روزه مکمل‌سازی تورین در موش‌ها نشان دادند تورین هومئوستاز گلوکز را از طریق تنظیم بیان زن‌های لازم برای ترشح انسولین تحریک شده با گلوکز کنترل می‌کند. به علاوه، تورین حساسیت انسولینی محیطی را افزایش می‌دهد (۳۸). همچنین، سانتوس-سیلوا و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند تورین هومئوستاز گلوکز را از طریق تنظیم مورفوفیزیولوژی سلول‌های آلفا، بتا و گاما در موش‌های چاق بهبود

Pritchett K, Pfrimer K, Ferriolli E, et al. Taurine: A potential ergogenic aid for preventing muscle damage and protein catabolism and decreasing oxidative stress produced by endurance exercise. *Front Physiol.* 2017a; 8:710.

9. Spriet LL, Whitfield J. Taurine and skeletal muscle function. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2015; 18(1): 96-101.

10. Ribeiro RA, Bonfleur ML, Amaral AG, Vanzela EC, Rocco SA, Boschero AC, et al. Taurine supplementation enhances nutrient-induced insulin secretion in pancreatic mice islets. *Diabetes Metab Res Rev.* 2009; 25(4): 370-9.

11. De Carvalho FG, Barbieri RA, Carvalho MB, Dato CC, Campos EZ, Gobbi RB, et al. Taurine supplementation can increase lipolysis and affect the contribution of energy systems during front crawl maximal effort. *Amino Acids.* 2017b; doi: 10.1007/fphys.2017.00710

12. Rutherford JA, Spriet LL, Stellingwerff T. The effect of acute taurine ingestion on endurance performance and metabolism in well-trained cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010; 20(4): 322-9.

13. Waldron M, Patterson SD, Tallent J, Jeffries O. The Effects of an Oral Taurine Dose and Supplementation Period on Endurance Exercise Performance in Humans: A Meta-Analysis. *Sports Med.* 2018; 48(5): 1247-1253.

14. Wassef B, Kohansieh M, Makaryus AN. Effects of energy drinks on the cardiovascular system. *World J Cardiol.* 2017; 9(11): 796-806.

15. Shirvani H, Riahi MBS, Akbarpour BM, Kazemzadeh Y. The effects of taurine supplementation with high intensity intermittent exercise on serum IL-6 and TNF- $\alpha$  in well-trained soccer players. *Sport Biosci.* 2013; 5(17): 59-79.

16. Shirvani H, Rostamkhani F, Sobhani V. The Interactive effect of taurine supplementation and intensive training protocols on serum inflammatory cytokines (IL-6 and TNF- $\alpha$ ) levels in elite soccer players. *Iran J Nutr Sci Food Technol.* 2015; 10 (3): 29-38.

17. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978; 40:497-504.

18. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition.* 1993; 9:480-91.

19. Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Phys Ther.* 2000; 80(8): 782-807.

20. Maud PJ, Foster C. Physiological assessment of human fitness. *Hum Kinetics.* 2006; 2nd ed. Pp. 185-190.

21. Matsuhisa M, Yamasaki Y, Emoto M, Shimabukuro M, Ueda S, Funahashi T, et al. A novel index of insulin resistance determined from the

ساز نیمرخ چربی در مردان فعال اثرگذار باشد، اما سطوح استراحتی گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی را کاهش می‌دهد.

## تقدیر و تشکر

مقاله حاضر گزارشی مستخرج از پایان نامه‌های کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی (کدهای ۲۴۷۲۱۴۲۳۹۵۲۰۰۵ و ۲۴۷۲۱۴۲۳۹۵۲۰۰۴) می‌باشد که با حمایت و نظرارت دانشگاه آزاد اسلامی واحد سقز به اجرا رسیده است. از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سقز و بهویژه از تمامی داوطلبان عزیزی که بزرگوارانه محقق را در اجرای این پژوهش یاری رساندند (تیم تکواندوی مجتمع ورزشی ۲۲ بهمن شهرستان سقز)، صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

## References

- da Silva LA, Tromm CB, Bom KF, Mariano I, Pozzi B, da Rosa GL, et al. Effects of taurine supplementation following eccentric exercise in young adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014; 39(1): 101-4.
- Ripps H and Shen W. Review: Taurine: A “very essential” amino acid. *Mol Vis.* 2012; 18: 2673-2686.
- Sun Q, Wang B, Li Y, Sun F, Li P, Xia W, et al. Taurine supplementation lowers blood pressure and improves vascular function in prehypertension: randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Hypertension.* 2016; 67(3): 541-9.
- Batitucci G, Terrazas SIBM, Nóbrega MP, Carvalho FGD, Papoti M, Marchini JS, et al. Effects of taurine supplementation in elite swimmers performance. *Motriz: rev. educ. Fis.* 2018; 24(1): e1018137.
- De Carvalho FG, Barbieri RA, Carvalho MB, Dato CC, Campos EZ, Gobbi RB, et al. Taurine supplementation can increase lipolysis and affect the contribution of energy systems during front crawl maximal effort. *Amino Acids.* 2017b; doi: 10.1007/fphys.2017.00710
- Xu YJ, Arneja AS, Tappia PS, Dhalla NS. The potential health benefits of taurine in cardiovascular disease. *Exp Clin Cardiol.* 2008; 13(2): 57-65.
- Spriet LL, Whitfield J. Taurine and skeletal muscle function. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2015; 18(1): 96-101.
- De Carvalho FG, Galan BSM, Santos PC,

- homeostasis model assessment index and adiponectin levels in Japanese subjects. *Diabetes Res Clin Pract.* 2007; 77(1): 151-4.
22. Martinez Galan BS, Giolo de Carvalho F, Carvalho Santos P, Bucken Gobbi R, Kalva-Filho C, Papoti M, et al. Effects of taurine on markers of muscle damage, inflammatory response and physical performance in triathletes. *J Sports Med Phys Fit.* 2017; doi: 10.23736/S0022-4707.17.07497-7
  23. Ward R, Bridge CA, McNaughton LR, Sparks SA. The effect of acute taurine ingestion on 4-km time trial performance in trained cyclists. *Amino Acids.* 2016; 48(11): 2581–2587.
  24. Beyranvand MR, Khalafi MK, Roshan VD, Choobineh S, Parsa SA, Piranfar MA. Effect of taurine supplementation on exercise capacity of patients with heart failure. *J Cardiol.* 2011; 57(3): 333-7.
  25. Zhang M, Izumi I, Kagamimori S, Sokejima S, Yamagami T, Liu Z, et al. Role of taurine supplementation to prevent exercise-induced oxidative stress in healthy young men. *Amino Acids.* 2004; 26(2):203-7.
  26. Balshaw TG, Bampouras TM, Barry TJ, Sparks SA. The effect of acute taurine ingestion on 3-km running performance in trained middle-distance runners. *Amino Acids.* 2013; 44(2): 555-61.
  27. Yatabe Y, Miyakawa S, Ohmori H, Mishima H, Adachi T. Effects of taurine administration on exercise. *Adv Exp Med Biol.* 2009; 643: 245-52.
  28. Ishikura K, Miyazaki T, Ra SG, Endo S, Nakamura Y, Matsuzaka T, et al. Effect of taurine supplementation on the alterations in amino acid content in skeletal muscle with exercise in rat. *J Sports Sci Med.* 2011; 10(2): 306–314.
  29. De Luca A, Piero S, Conte Camerino D. Taurine: the appeal of a safe amino acid for skeletal muscle disorders. *J Transl Med.* 2015; 13: 243. doi: 10.1186/s12967-015-0610-1
  30. Harada H, Tsujino T, Watari Y, Nonaka H, Emoto N, Yokoyama M. Oral taurine supplementation prevents fructose-induced hypertension in rats. *Heart Vessels.* 2004; 19(3): 132-6.
  31. Camargo RL, Batista TM, Ribeiro RA, Velloso LA, Boschero AC, Carneiro EM. Effects of taurine supplementation upon food intake and central insulin signaling in malnourished mice fed on a high-fat diet. *Adv Exp Med Biol.* 2013; 776: 93-103.
  32. Larsen LH, Orstrup LK, Hansen SH, Grunnet N, Quistorff B, Mortensen OH. The effect of long-term taurine supplementation and fructose feeding on glucose and lipid homeostasis in Wistar rats. *Adv Exp Med Biol.* 2013; 776: 39-50.
  33. Kim KS, Jang MJ, Fang S, Yoon SG, Kim IY, Seong JK, et al. Anti-obesity effect of taurine through inhibition of adipogenesis in white fat tissue but not in brown fat tissue in a high-fat diet-induced obese mouse model. *Amino Acids.* 2019 Feb;51(2):245-254.
  34. Choi MJ, Kim JH, Chang KJ. The effect of dietary taurine supplementation on plasma and liver lipid concentrations and free amino acid concentrations in rats fed a high-cholesterol diet. *Adv Exp Med Biol.* 2006; 583: 235-42.
  35. Dirican M, Taş S, Sarandöl E. High-dose taurine supplementation increases serum paraoxonase and arylesterase activities in experimental hypothyroidism. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2007; 34(9): 833-7.
  36. El Mesallamy HO, El-demerdash E, Hammad LN, El Magdoub HM. Effect of taurine supplementation on hyperhomocysteinemia and markers of oxidative stress in high fructose diet induced insulin resistance. *Diabetol Metab Syndr.* 2010; 2: 46. doi: 10.1186/1758-5996-2-46
  37. Mizushima S, Nara Y, Sawamura M, Yamori Y. Effects of oral taurine supplementation on lipids and sympathetic nerve tone. *Adv Exp Med Biol.* 1996; 403: 615-22.
  38. Carneiro EM, Latorraca MQ, Araujo E, Beltrá M, Oliveras MJ, Navarro M, et al. Taurine supplementation modulates glucose homeostasis and islet function. *J Nutr Biochem.* 2009; 20(7): 503-11.
  39. Santos-Silva JC, Ribeiro RA, Vettorazzi JF, Irles E, Rickli S, Borck PC, et al. Taurine supplementation ameliorates glucose homeostasis, prevents insulin and glucagon hypersecretion, and controls  $\beta$ ,  $\alpha$ , and  $\delta$ -cell masses in genetic obese mice. *Amino Acids.* 2015; 47(8): 1533-48.
  40. Galloway SD, Talanian JL, Shoveller AK, Heigenhauser GJ, Spriet LL. Seven days of oral taurine supplementation does not increase muscle taurine content or alter substrate metabolism during prolonged exercise in humans. *J Appl Physiol.* 1985; 105(2): 643-51.