Research in Sport Medicine and Technology, Volume 13 - Issue 25 / 2023

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]

[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

Effect of Taurine Supplement on Substrate Selection During Exercise in Obese Women

Nasim Sivandi [1]| Rohollah Nikooie [2]| Darioush Moflehi [3]

1. M.A, Shahid Bahonar University of kerman, Kerman, Iran.
2. Ph.D, Shahid Bahonar University of kerman, Kerman, Iran.
3. Ph.D, Shahid Bahonar University of kerman, Kerman, Iran.

corresponding author: **Rohollah Nikooie,** r_nikooie@uk.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: March 26, 2023
Revised: August 11, 2023
Accepted: August 26, 2023

Keywords:
FATmax and cross over points, Obesity, Sexual hormones, Taurine supplemen

How to Cite:
Sivandi, Nikooie, Moflehi Effect of Taurine Supplement on Substrate Selection During Exercise in Obese Women. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2023: 13(25): 103-113

ABSTRACT

Amino acid taurine can increase the utilization of fatty acids and stimulation of lipolysis through augmentation of the expression of genes related to regulation of energy metabolism. The purpose of this study was to investigate the effect of taurine supplement on lipid oxidation and substrate selection during exercise in obese women. 15 obese women (Body weight: 34.53 ± 6.33 (kg), BMI: 33.12 ± 3.23 (kg/m2)) performed a standard incremental test before and after 21 days of taurine supplementation (50 mg/kg). Blood samples were collected before and after the test and breath by breath mesurment of respiratory parameters were done throughout the test. FATmax (as the point at which fat contributes the most to the consumed energy) and Cross over point (as the point at which the predominant fuel changes from fat to carbohydrates, COP) were calculated. Heart rate, workload, and oxygen consumption corresponding to FATmax and COP were determined and compared between attempts before and after supplement consumption using independent t-test and analysis of variance with repeated measures. Following taurine consumption for 21 days, the changes in serum levels of estrogen and progesterone hormones, maximum oxygen consumption, and time to exhustion during incremental exercise test were significantly higher than before supplement consumption. Nevertjeless, the consumption of supplement had no effect on heart rate, workload and oxygen consumption corresponding to FATmax and COP points. Despite the increase in performance variables during exercise, taurine supplementation has no effect on substrate selection during exercise in obese women.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]

[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

تاثیر مکمل تائورین بر انتخاب سوبسترای مصرفی در حین تمرین در زنان چاق

نسیم سیوندی [۱] | روح الله نیکویی [۲] * | داریوش مفلحی [۳]

۱. کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان،کرمان، ایران.

۲. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان،کرمان، ایران.

۳ . دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان،کرمان، ایران.

نویسنده مسئول: روح الله نیکویی: r_nikooie@uk.ac.ir

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: فروردین ۱۴۰۲

تاریخ ویرایش: امرداد ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۲

واژه‌های کلیدی:

چاقی، مکمل تائورین، هورمونهای جنسی، FAT_{max} point ، نقطه تقاطع سوخت کربوهیدرات و چربی.

ارجاع: سیوندی، نیکویی و مفلحی. **تاثیر مکمل تائورین بر انتخاب سوبسترای مصرفی در حین تمرین در زنان چاق.** پژوهش در طب ورزشی و فناوری.۱۴۰۲،۱۳(۲۵):۱۱۳-۱۰۳

چکیده

اسیدآمینه تائورین می تواند بوسیله افزایش بیان ژنهای مربوط به تنظیم متابولیسم انرژی، استفاده از اسیدهای چرب و تحریک فرآیند لیپولیز را افزایش دهد. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تاثیر مکمل تائورین برتسهیل اکسیداسیون لیپید و انتخاب سوبسترای مصرفی حین تمرین در زنان چاق بود.۱۵ زن چاق (سن ۶/۳۲ ± ۳۴/۵۳ سال، شاخص توده بدن ۳/۲۳ ± ۳۳/۱۲ کیلوگرم/مجذور متر) یک آزمون فزاینده استاندارد را قبل و بعد از مصرف ۲۱ روزه مکمل تائورین (۵۰ mg/kg) انجام دادند. نمونه خونی قبل و بعد از آزمون و پارامترهای تنفسی در تمامی طول آزمون به طور نفس به نفس اندازه گیری شد. نقاط FAT_{max} (به عنوان نقطه ای که چربی بیشترین سهم را در انرژی مصرفی دارد) و نقطه تقاطع سوخت کربوهیدرات و چربی(به عنوان نقطه ای که سوخت غالب از چربی به کربوهیدرات تغییر پیدا می کند، COP) تعیین و ضربان قلب، بارکاری و اکسیژن مصرفی معادل با این نقاط استخراج و بین کوششهای قبل از مصرف مکمل و بعد از آن بوسیله آزمون t مستقل و آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری با هم مقایسه شدند. متعاقب مصرف ۲۱ روزه مکمل تائورین، تغییرات سطوح سرمی هورمون های استروژن و پروژسترون، حداکثر اکسیژن مصرفی و زمان رسیدن به واماندگی در حین تمرین فزاینده نسبت به قبل از مصرف مکمل بطور معنی دار مقادیر بالاتری داشت. با وجود این، مصرف این مکمل بر متغیر های ضربان قلب، بار کاری و اکسیژن مصرفی معادل با نقاط FAT_{max} و COP بدون تاثیر بود. علیرغم افزایش فاکتورهای عملکردی در حین تمرین، مکمل تائورین بر انتخاب سوبسترای مصرفی در حین تمرین در زنان چاق بی تاثیر است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]

[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

مقدمه

چاقی بیماری است که با تجمع بیش از حد چربی در بدن مشخص می شود. این عارضه با استفاده از شاخص توده بدن(BMI) تعریف می شود، جایی که BMI بالاتر از ۳۰ به عنوان چاقی در نظر گرفته می شود (۱). چاقی یکی از مهمترین دلایل گسترش بیماری های مزمن از جمله بیماری های قلبی عروقی، بیماری کبد چرب غیر الکلی، دیابت نوع ۲ و انواع خاصی از سرطان است (۲). افزایش سطح لپتین سرم از طریق عمل برگیرنده خود (LEP-R[2]) منجر به افزایش تجمع چربی در بافت چربی سفید می شود که مهمترین دلیل توسعه چاقی است (۳).

از دیرباز فعالیت بدنی به عنوان عاملی موثر بر کنترل وزن، کاهش چربی احشاییو حفظ توده بدون چربی بدن مطرح بوده است (٤). انجام تمرین با افزایش سطوح محرک های اکسیداسیون چربی نظیر کاتکولامین ها و کورتیزول، کاهش محرکهای های لیپوژنز نظیر انسولین و افزایش بیان ژن های درگیر در متابولیسم چربی نظیر لیپاز حساس به هورمون و استیل تری گلیسرولیپاز در بافت های چربی می تواند به افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب کمک نماید که ماحصل مزمن این تاثیرات می تواند کاهش درصد چربی بدن باشد (٦, ٥). این اثر وابسته به شدت و مدت تمرین است جائی که تمرین مداوم بلندمدت با شدت متوسط بیشترین اثرگذاری بر میزان اکسیداسیون چربی را دارد (٤). به دلیل اینکه در حین تمرین ترکیبی از کربوهیدرات و چربی جهت تامین انرژی مصرف می شود، انتخاب شدت تمرینی مناسب در جهت بهینه سازی سوبسترای مصرفی در حین تمرین برای اثرگذاری تمرین اعمالی در کاهش چربی بدن امری حیاتی تلقی می شود. در واقع میزان اکسیداسیون چربی با افزایش شدت تمرین افزایش و در شدت خاصی به اوج خود رسیده و سپس شروع به کاهش می کند (۷). شدتی از تمرین که در آن اکسیداسیون چربی به اوج می رسد، حداکثر اکسیداسیون چربی است که (FAT_{max}[3]) نامیده می شود (۸). با فراتر رفتن شدت تمرین از FAT_{max} اکسایش اسیدهای چرب شروع به کاهش و بر میزان سهم نسبی کربوهیدرات ها در تامین انرژی اضافه می شود. نقطه ای را که در آن سهم نسبی کربوهیدرات بیشتر از سهم چربی می شود به عنوان Cross over (COP) تعریف می شود (۹). شدت تمرینی که باعث حداکثر اکسیداسیون چربی می شود با توجه به وضعیت تمرینی و سطح آمادگی فرد متفاوت است. افراد تمرین کرده در شدت ٤٥ تا ٦٥ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) به FAT_{max} می رسند، در حالیکه افراد کم تحرک در شدت حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد VO_{2max} به FAT_{max} می رسند(۱۰). اکسیداسیون اسیدچرب در زمان استراحت در افراد چاق نسبت به افراد معمول کمتر است که منجر به افزایش ذخایر چربی و تجمع تری گلیسرید می شود (۱۰).

در مجموع اکسیداسیون اسیدهای چرب، علاوه بر شدت و مدت تمرین، تحت تاثیر بعضی از مکمل های ورزشی نظیر تائورین نیز قرار می گیرد (۱۱). تائورین (۲-آمینو اتان سولفونیک اسید) یک آمینو اسید غیر ضروری است که به وفور در سلول های پستانداران یافت می شود و از سایر اسیدهای آمینه حاوی گوگرد مانند؛ متیونین و سیستئین سنتز می شود. تائورین به طور فعال در بافت چربی سفید، کبد و کلیه سنتز می شود (۱۲, ۱۱). این آمینواسید غیرضروری در

[1] . Body mass index
[2] . Leptin receptor
[3] . Maximal fat oxidation point

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

بسیاری از عملکردهای بیولوژیکی و فیزیولوژیکی مانند تنظیم هموستاز کلسیم در عضله اسکلتی و بافت قلب (۱۳)، افزایش نیروی عضلانی(۱٤) و بهبود حساسیت به انسولین(۱۵)، افزایش مصرف انرژی(۱۲) وتسهیل جلوگیری از فشار اکسایشی در ورزشکاران، نقش دارد (۱٦). این مکمل همچنین می تواند در تنظیم متابولیسم درگیر باشد. به عنوان مثال نشان داده شده است که تائورین می تواند لیپولیز را در چربی زیرپوستی و احشایی افزایش و سهم کربوهیدرات در تامین انرژی را کاهش دهد و باعث بهبود کارآمدی متابولیکی تمرین شود (۱۷). تائورین این عمل را با افزایش فاکتورهای رشد فیبروبلاست بالاخص FGF_{21}[4]،FGF_{19}[5] و β-klotho انجام می دهد، فاکتور های رشدی که اخیرا درگیری آنها در تسهیل اکسیداسیون لیپید به اثبات رسیده است (۱۷). همچنین شواهد دیگر مبنی بر اثرگذاری تائورین بر بتااکسیداسیون نیز وجود دارد (۱۷). اثرات ضدچاقی تائورین به واسطه هورمون های جنسی نیز واسطه گری می شود. تائورین با تحریک هیپوفیز به ترشح LH[6] و FSH[7] منجرمی شود که در همکاری با تستوسترون می تواند زمینه ساخته شدن E2، مهمترین استروژن ترشح شده از تخمدان و هورمون پروژسترونی که بالاترین فعالیت بیولوژیکی را داراست، شود (۱۸). در واقع تائورین می تواند با تاثیر هم افزایی که بر FSH و LH اعمال می کند، تولید E2 و P را تحریک و تشویق کند (۱۸). این دو هورمون می توانند بکارگیری سوبسترای مصرفی در حالت استراحت را به سمت استفاده ی بیشتر ازچربی تغییر دهند و این عمل را با اثر مستقیم به لیپولیز بافت چربی، افزایش مناسب هورمون های گلوکونئوژنیک که بصورت غیر مستقیم در اکسایش چربی موثرند و افزایش سطوح هورمون رشد و اپی نفرین و کاهش سطوح انسولین که همگی به رها سازی اسیدهای چرب آزاد در خون منجر می شود، انجام می دهند (۱۹).

با توجه به اثرات مستقیم تائورین بر اکسیداسیون چربی و اینکه تائورین می تواند سطوح هورمون های جنسی را افزایش دهد، احتمالا مصرف این مکمل می تواند در بکارگیری سوبسترای مصرفی در حین تمرین و تسهیل چربی سوزی اثرگذار باشد. با توجه به این که سطوح تائورین بدن در افراد چاق کمتر از افراد معمول می باشد این توقع وجود دارد که مکمل تائورین از طریق ایجاد تغییرات در سطوح هورمون های استروژن و پروژسترون و تاثیر این تغییرات بر انتخاب سوبسترای مصرفی، کارآمدی بیشتری در تسهیل چربی سوزی در زنان چاق داشته باشد. با این وجود با توجه به ادبیات موجود، در زمینه تاثیر مکمل تائورین در به کارگیری سوبسترای مصرفی در حین تمرین مطالعه ای وجود ندارد. از این رو هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر مکمل تائورین بر بکار گیری سوبسترای مصرفی در حین تمرین و با تاکید خاصی بر نقاط FAT_{max} و COP در زنان چاق بود.

روش تحقیق

آزمودنی ها: ۱۵ خانم چاق سالم با دامنه سنی ۲۵-٤۵ سال از بین زنان شهر کرمان بطور هدفمند انتخاب و در تحقیق شرکت کردند. ملاک ورود آزمودنی ها در تحقیق سالم بودن، عدم اختلال در چرخه قاعدگی، عدم ابتلا به بیماری خاص، عدم مصرف دارو یا مکمل ورزشی شش ماه قبل از تحقیق و داشتن BMI بالای ۳۱ کیلوگرم بر مترمربع بود. هر

[4] . Fibroblast Growth Factor 21
[5] . Fibroblast Growth Factor 19
[6] .Luteinizing Hormone
[7] .Follicle-stimulating Hormone

آزمودنی در سه جلسه مجزا در تحقیق شرکت کرد. یک جلسه آشنایی که طی آن ترکیب بدن آزمودنی ها نیز با دستگاه Body composition مدل (ZEUS 9.9 Plus) ساخت کشور آلمان اندازه گیری شد، جلسه پیش آزمون که طی آن آزمودنیها یک آزمون فزاینده استاندارد را یک روز قبل از شروع پروتکل مکمل رسانی انجام و نمونه های خونی قبل و بلافاصله بعد از آزمون جمع آوری شد. جلسه سوم هم بعد از مصرف ۲۱ روزه مکمل بود که آزمون فزاینده ٤٨ ساعت بعد از آخرین روز مصرف مکمل انجام و جمع آوری نمونه های خونی مثل جلسه دوم تکرار شد. حتی الامکان سعی بر این بود که انجام تمرین فزاینده در یک روز مشخص از چرخه قاعدگی انجام شود، هر چند که به دلیل ماهیت تحقیق کنترل دقیق این مهم شدنی نبود. تنها ۱۱ نفر از آزمودنی های تحقیق تمامی مراحل تحقیق را طی و در تجزیه و تحلیل نهایی وارد شدند. بعد از توجیه و آشنایی کامل با هدف و روش اجرای تحقیق، تمامی آزمودنیها فرم رضایت نامه را امضاء کردند وکلیه مراح تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه شهید باهنر کرمان با شناسه اخلاق IR.UK.REC.1401.012 تایید شد.

نحوه اعمال مکمل دهی

مکمل دهی تائورین به میزان ۵۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در هر روز در قالب کپسول های خوراکی انجام شد (۲۰). داوطلبان هر روز یک کپسول و در کل به مدت ۲۱ روز، ۲۱ کپسول را مصرف کردند.

پروتکل آزمون

آزمون فزاینده استاندارد روی چرخ ارگومتر مونارک مدل E-839 ساخت کشور سوئد انجام شد. آزمودنی‌ها در خلال انجام آزمون از طریق ماسک دو طرفه با مقاومت و فضای مرده اندک (٤٠ میلی لیتر) تنفس کردند و گازهای تنفسی در تمامی طول آزمون بوسیله دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی مدل کورتکس (CORTEX) ساخت کشور آلمان به طور نفس به نفس اندازه گیری شد. عمل کالیبره کردن دستگاه با استفاده از سیلندرهای محتوی گاز رفرنس و هوای محیط برای هر آزمودنی انجام و پارامترهای گازی مورد نظر شامل VE/VCO2, VE/VO2, VCO2, VO2, VE, در خلال آزمون به طور نفس به نفس اندازه گیری شد(۲۱). شروع آزمون با ۲۵ وات بود و بعد از آن بار کاری هر سه دقیقه به میزان ۱۵ وات افزایش یافت. این عمل تا وقوع VO_{2max} ادامه یافت، در حالی که آزمودنی‌ها به طور شفاهی تشویق می شدند تا آزمون را تا جایی که امکان دارد، ادامه دهند. وقوع VO_{2max} در این تحقیق بر اساس دستیابی به دو فاکتور از سه شاخص زیر تعریف شد: ۱) حالت فلات در VO_2 با وجود افزایش در مقاومت (افزایش کمتر از ۵۰ میلی لیتر)، ۲) نسبت تبادل تنفسی بالاتر از ۱/۱۵، ۳) رسیدن ضربان قلب به مقادیر پیش بینی شده بر اساس سن (سن-۲۲۰).

نحوه جمع آوری نمونه خونی برای اندازه گیری استروژن و پروژسترون سرمی

۱۵ دقیقه قبل و بلافاصله پس از انجام آزمون فزاینده استاندارد، نمونه خونی تحت شرایط استریله و استاندارد و در وضعیت نشسته از ورید بازویی آنتی کوبیتال به مقدار ۱۰ میلی لیتر گرفته شد. نمونه خونی در لوله های که حاوی ژل مخصوص برای جدا سازی سرم و پلاسما است نگهداری و به آزمایشگاه منتقل شد. جداسازی سرم و پلاسما به مدت ۱۵ دقیقه با سانتریفیوژ در g ٤٠٠٠، دمای ٤ درجه انجام و در دمای منفی ۸۰ درجه سانتی گراد نگهداری خواهد شد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

نمونه های سرمی توسط کیت های دیاسورین انسانی استرادیول و پروژسترون به روش ELISA اندازه گیری شدند.

نحوه تعیین FATmax وCOP

FAT_{max} و COP دو شاخص مهم برای تعیین سوبسترای مصرفی حین تمرین هستند. برای محاسبه COP ، ابتدا فواصل آزمون به دوره های ۲۰ ثانیه ای تقسیم می شود. سپس مقادیر میانگین نسبت تبادل تنفسی (RER) ثبت شده در خلال این دوره های ۲۰ ثانیه ای محاسبه شدند و بر اساس آن ومطابق با جداول کالری سنجی موجود، سهم نسبی کربوهیدرات و چربی مصرفی معادل با هر بازه ی زمانی در طول آزمون فزاینده محاسبه شد، سپس نمودار مصرف چربی و کربوهیدرات به زمان (هر دو بر روی یک نمودار) رسم و جایی که دو نمودار یک دیگر را قطع می کرد به عنوان COP تعریف می شود. پس از استخراج این نقطه، متغیرهای معادل با آن شامل ضربان قلب، اکسیژن مصرفی و زمان وقوع این نقطه تعیین می شد (۲۱).

برای محاسبه FAT_{max} ابتدا میزان کالری مصرفی معادل با هر وهله ۲۰ ثانیه ای تمرین با استفاده از مقادیر اکسیژن مصرفی محاسبه شد. سپس سهم نسبی مصرف چربی با استفاده از مقادیر RER و با استفاده از جداول کالری سنجی موجود در هر وهله زمانی تعیین و در کل کالری مصرفی معادل با آن بارکاری ضرب شد. بار کاری معادل بیشترین عدد بدست آمده به عنوان نقطه ی FAT_{max} در نظر گرفته شد. پس از استخراج این نقطه متغیرهای معادل با آن شامل ضربان قلب، اکسیژن مصرفی و بارکاری تعیین شدند (۲۱).

روش آماری

برای بررسی تفاوت های سطوح سرمی استروژن و پروژسترون پیش و پس آزمون و قبل و بعد از مصرف مکمل از آزمون واریانس مکرر وآزمون تعقیبی بونفرونی و برای مقایسه متغیرهای فیزیولوژیک معادل با نقاط FAT_{max} و COP قبل و بعد از مصرف مکمل از آزمون t زوجی استفاده شد. در تمامی آزمون های آماری، سطح معنی داری $\alpha=0.05$ در گرفته شد.

نتایج

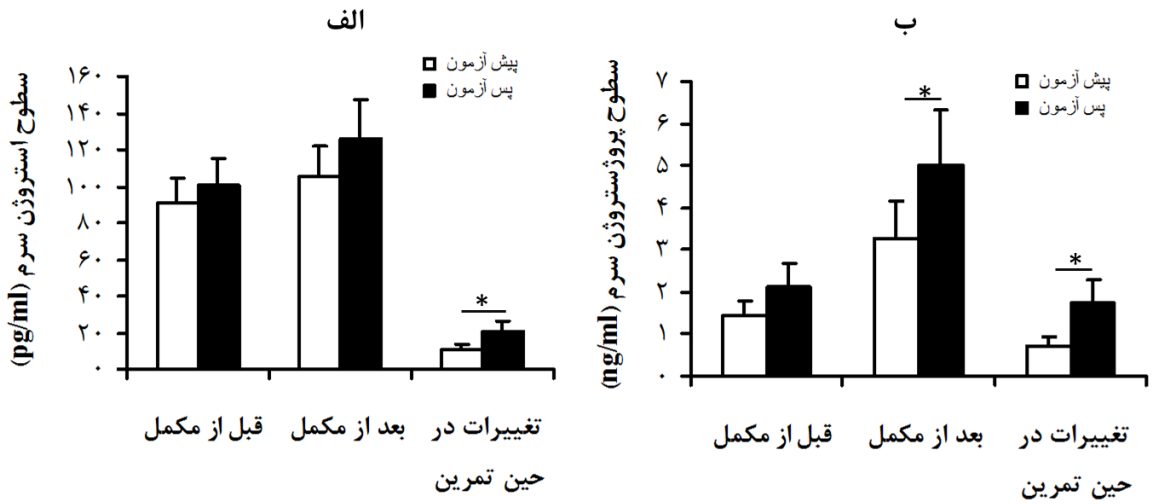
جدول ٤-١ مقادیر برخی اطلاعات دموگرافیک و آنتروپومتریک آزمودنی های حاضر در تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱ میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای زمینه ای آزمودنی ها

متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد
سن (سال)	٣٤/٥٣	٦/٣٢
قد (سانتیمتر)	١٥٧/٤٧	٣/٨٧
وزن (کیلوگرم)	٨٢/١٧	٩/٢١
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	٣٣/١٢	٣/٢٣
درصد چربی بدن	٤٠/١٩	٢/٠٥

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

مقادیر پیش و پس آزمون سطوح سرمی استروژن و پروژسترون قبل و بعد از مصرف مکمل تائورین در شکل ۱ نشان داده شده است. افزایش ۱۱ و ۱۹ درصدی در سطوح سرمی استروژن به ترتیب قبل و بعد از مصرف مکمل بلافاصله بعد از آزمون فزاینده استاندارد مشاهده شد. سطوح پروژسترون سرم قبل و بعد از مصرف مکمل به ترتیب افزایش ٤٤ و ۵۳ را در انتهای آزمون فزاینده نشان داد. تنها مقادیر پس آزمون سطوح سرمی پروژسترون بعد از مصرف مکمل نسبت به مقادیر پیش آزمون آن تفاوت معنی‌دار داشت ($P < ۰/۰۵$، شکل الف۱). تغییرات سطوح سرمی استروژن و پروژسترون در حین تمرین فزاینده بعد از مصرف مکمل نسبت به تغییرات این دو هورمون قبل از مصرف مکمل به طور معنی دار بالا تر بود (هر دو $P < ۰/۰۵$، شکل ب۱).



شکل۱: مقادیر پیش و پس آزمون سطوح سرمی استروژن (الف) و پروژسترون (ب) قبل و بعد از مصرف مکمل تائورین. *اختلاف معنی دار ($P < ۰/۰۵$) ، هر داده میانگین ۱۱ نفر است. داده‌ها میانگین ± انحراف استاندارد هستند.

مقادیر مربوط به متغیرهای وابسته تحقیق اندازه گیری شده در آزمون فزاینده استاندارد قبل و بعد از مصرف مکمل در جدول ۲ گزارش شده است. مصرف ۲۱ روزه مکمل تائورین باعث ایجاد اختلاف معنی دار در هیچ کدام از متغیرهای فیزیولوژیک معادل با نقاط FAT_{max} و COP (اکسیژن مصرفی، ضربان قلب، بار کاری) نشد (جدول ۲). با این وجود مصرف ۲۱ روزه مکمل تائورین باعث افزایش معنی‌دار حداکثر اکسیژن مصرفی و زمان رسیدن به واماندگی در حین آزمون فزاینده نسبت به قبل از مصرف مکمل شد (هر دو $P < ۰/۰۵$، جدول ۲).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

جدول ۲ : مقادیر متغیرهای وابسته تحقیق در حین تمرین فزاینده قبل و بعد از مصرف مکمل (n=۱۱)

متغیر	زمان اندازه گیری	میانگین ± SD
اکسیژن مصرفی معادل با نقطه COP (میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)	قبل از مکمل دهی	۹/۲ ± ۱/۹۵
	بعد از مکمل دهی	۹/۶۲ ± ۱/۵۷
ضربان قلب معادل با نقطه COP (ضربه در دقیقه)	قبل از مکمل دهی	۱۲۰/۶ ± ۱۳/۷۶
	بعد از مکمل دهی	۱۲۲/۳ ± ۱۲/۹۳
بارکاری معادل با نقطه COP (وات)	قبل از مکمل دهی	۶۳/۳ ± ۱۵/۹۹
	بعد از مکمل دهی	۶۶,۳ ± ۱۴/۸۴
اکسیژن مصرفی معادل با نقطه FAT_{max} (میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)	قبل از مکمل دهی	۷/۴۱ ± ۲/۵۹
	بعد از مکمل دهی	۸/۵۲ ± ۱/۳۷
ضربان قلب معادل با نقطه FAT_{max} (ضربه در دقیقه)	قبل از مکمل دهی	۱۱۰/۶ ± ۱۴/۶
	بعد از مکمل دهی	۱۱۴/۵ ± ۱۳/۳
بارکاری معادل با نقطه FAT_{max} (وات)	قبل از مکمل دهی	۵۵ ± ۱۰/۳
	بعد از مکمل دهی	۵۷/۵ ± ۱۰/۶
حداکثر اکسیژن مصرفی VO_{2max} (میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)	قبل از مکمل دهی	۱۶/۲ ± ۵/۳
	بعد از مکمل دهی	۱۹/۲ ± ۴/۲*
زمان رسیدن به واماندگی در آزمون فزاینده (ثانیه)	قبل از مکمل دهی	۵۳۱ ± ۱۵۴
	بعد از مکمل دهی	۵۷۳ ± ۱۵۸*

*اختلاف معنی دار با مقادیر قبل از مکمل ($P < ۰/۰۵$) ، هر داده میانگین ۱۱ نفر است. داده‌ها میانگین ± انحراف استاندارد هستند.

بحث و نتیجه گیری

تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر مکمل تائورین بر بکارگیری سوبسترای مصرفی در حین تمرین و با تاکید خاص بر نقاط FAT_{max} و COP در زنان چاق انجام شد. مهم ترین یافته های این تحقیق این بود که مصرف حاد مکمل تائورین در زنان چاق بر تغییرات سطوح سرمی استروژن و پروژسترون در حین تمرین اثرگذار و همچنین باعث حداکثر اکسیژن مصرفی و زمان رسیدن به واماندگی در آزمون فزاینده استاندارد می شود. با این وجود مصرف این مکمل بر ضربان قلب، اکسیژن مصرفی و بارکاری معادل با نقطه FAT_{max} و COP اثرگذار نیست و انتخاب سوبسترای مصرفی در حین تمرین در زنان چاق را دستخوش تغییر نمی کند.

در تحقیق حاضر فرضیه ای صورت گرفت که احتمالا مصرف مکمل

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

تائورین می تواند با افزایش سطوح سرمی استروژن و پروژسترون سبب بهبود اکسیداسیون لیپید و متعاقب آن بهبود نقطه FAT_{max} و COP شود. این فرضیه از آنجا نشأت گرفت که شواهدی وجود داشت که استروژن و پروژسترون اکسیداسیون لیپید را افزایش و متقابلا اکسیداسیون کربوهیدرات را کاهش می دهند که این امر با کاهش میزان مصرف گلیکوژن در طول ورزش همراه است (۲۲). همچنین شواهدی وجود داشت که سطوح بالای استروژن لیپولیز بافت چربی را افزایش و به تبع آن در دسترس بودن FFA در حین تمرین و توزیع FFA درعضلات اسکلتی را افزایش می دهد (۲۳). از طرف دیگر شواهد کافی دال بر اثر گذاری مکمل تائورین بر سطوح سرمی استروژن و پروژسترون وجود داشت (۱۸،۲٤). در واقع، مکمل تائورین می تواند ترشح سطوح هورمون آزاد کننده گنادوترپین (GnRH[8])، FSH[9]، LH[3]، استرادیول و پروژسترون را تحریک کند (۱۸). همچنین تائورین با تحریک عملکرد محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-غدد جنسی می تواند ترشح هورمون های جنسی را افزایش دهد و به طور مستقیم نیز رشد فولیکول های تخمدان و بلوغ تخمک را تسریع می کند که می تواند به تحریک ترشح استرادیول منجر شود (۱۸). لذا با توجه به این اطلاعات این انتظار وجود داشت که چنانچه سطوح تائورین در بدن دستخوش تغییر شود، احتمالا می تواند بر سطوح هورمون های جنسی زنانه و متعاقب آن اکسیداسیون لیپید در حین تمرین اثر گذار باشد. بالاخص که این فرضیه در زنان چاق مورد بررسی قرار گرفت که به دلیل داشتن سلول های چربی بزرگتر دارای سنتز و ترشح تائورین کم هستند و سطح ترشح استروژن و پروژسترون کمتری نسبت به افراد غیر چاق دارند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مصرف یک دوره ۲۱ روزه مکمل تائورین تغییرات سطوح سرمی استروژن و پروژسترون را در حین تمرین فزاینده نسبت به عدم مصرف مکمل افزایش می دهد. هرچند در تحقیق حاضر سطوح تائورین بعد از مصرف مکمل اندازه گیری نشد تا بر اجرای صحیح پروتکل مکمل دهی صحه بگذارد، لیکن سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه که از روش مشابه استفاده کرده اند و تغییرات مکمل را نیز مانیتور کردند، صحت پروتکل مکمل دهی را تایید می کنند (۲۵،۲٦).

به دنبال مشاهده نتایج مثبت مبنی بر اثرگذاری مکمل تائورین بر تغییرات سطوح هورمون های استروژن و پروژسترون، در تحقیق حاضر فرضیه ای دیگر مبنی بر بررسی اثر این تغییرات بر اکسیداسیون لیپید و تعیین سوبسترای مصرفی در حین تمرین توسعه یافت. به این منظور دو شاخص COP و FAT_{max} برای تعیین سوبسترای مصرفی استفاده شدند و متغیرهای فیزیولوژیک معادل با آن ها قبل و بعد از مصرف مکمل با هم مقایسه شد. نتایج حاکی از عدم تاثیر مکمل دهی حاد تائورین بر ضربان قلب، بارکاری و اکسیژن مصرفی معادل با نقطه COP و FAT_{max} حین تمرین فزاینده استاندارد در زنان چاق بود. در توجیه معنی دار نشدن این فرضیه این احتمال وجود دارد که فرایند مکمل دهی به میزان کافی نبوده است چرا که دوز تاثیر گذار تائورین بر عملکرد ورزشی در مطالعات انسان بین ۵۰۰ میلی گرم تا ۱۰ گرم متغیر است (۲۷). به عنوان مثال در تحقیقی با هدف تعیین تاثیر مکمل دهی تائورین بر عملکرد دویدن روی تردمیل

[8] - Gonadotropin releasing hormone
[9] - Follicle-Stimulating Hormone
[3] - luteinizing hormone

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

مصرف ٦ گرم از این مکمل در مقایسه با مصرف ۳ گرمی عملکرد را ۹٤ درصد بیشتر افزایش داد (۲۸۹). به دلیل اینکه در افراد چاق سطوح پایه تائورین از افراد معمولی کمتر است، لذا این احتمال وجود دارد که در این جامعه خاص مکمل دهی تائورین بایستی با روش خاص خود و متفاوت از افراد عادی انجام شود. دلیل دیگر بر توجیه معنی دار نشدن این فرضیه احتمالا پتانسیل پایین بدن افراد چاق و غیرفعال در اکسیداسیون لیپید است (۱۰). این موضوع بسیار محتمل است که در تحقیق حاضر مکمل تائورین مسببات استفاده بیشتر از چربی در حین تمرین را فراهم آورده باشد لیکن به دلیل ظرفیت پایین آزمودنی‌های تحقیق در اکسیداسیون لیپید، امکان استفاده از آن فراهم نشده باشد. چنانچه در تحقیق حاضر سطوح تری گلیسیرید پلاسما و اسید چرب آزاد پلاسما کنترل و بین قبل و بعد از مصرف مکمل باهم مقایسه می شد این امکان وجود داشت که در این مورد اظهار نظر قطعی شود لیکن این مهم در تحقیق حاضر میسر نشد. لذا انجام تحقیقی دیگر با کنترل شاخص های اکسیداسیون لیپید به محققان بعدی توصیه می شود.

با این وجود در تحقیق حاضر متعاقب مکمل دهی حاد تائورین حداکثر اکسیژن مصرفی و زمان رسیدن به واماندگی در حین تمرین فزاینده استاندارد در زنان چاق افزایش معناداری داشت. هرچند تفسیر این نتیجه تا حدی مشکل می باشد لیکن به دلیل عدم تاثیر گذاری مکمل تائورین بر شاخص های متابولیسم هوازی این احتمال وجود دارد که افزایش در اکسیژن مصرفی بیشینه و زمان رسیدن به واماندگی پس از مصرف مکمل به دلیل تاثیر گذاری تائورین بر متابولیسم بی هوازی آزمودنی های تحقیق باشد. این احتمال زمانی قوت می گیرد که شواهدی مبنی بر افزایش متابولیسم بی هوازی در ادبیات گزارش شده است. مصرف حاد مکمل تائورین می تواند مقادیر حداکثر لاکتات تحمل شده (به عنوان برآوردی از متابولیسم بی هوازی) در حین تمرین بیشینه را در شناگران افزایش دهد و این عمل را مستقل از تغییر در سرعت معادل با آستانه بی هوازی انجام می دهد (۱۱). این نتیجه دقیقاً بیانگر این است که مکمل تائورین می تواند متابولیسم بی هوازی را تحت تاثیر قرار دهد. دلیل احتمالی دیگر تاثیری است که مکمل تائورین بر شاخص های عملکرد قلبی در شدت های پیشینه تمرین دارد. نشان داده شده است که مصرف حاد مکمل تائورین می تواند منجر به افزایش کسر تخلیه بدن در شدتهای تمرینی بیشینه شود (۲۹) که خود عاملی برای بهبود حجم ضربه ای به عنوان مهم ترین عامل محدود کننده حداکثر اکسیژن مصرفی در حین تمرین می باشد. لذا احتمالاً مکمل تائورین می تواند با بهبود حجم ضربه ای در حین تمرین به بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی منجر شود.

به طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مصرف حاد مکمل تائورین در زنان چاق باعث افزایش تغییرات غلظت سرمی استروژن و پروژسترون در حین تمرین شده که با افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و زمان رسیدن به واماندگی در حین تمرین همراه است. با وجود این تغییرات مصرف این مکمل بر انتخاب سوبسترای مصرفی و متغیرهای فیزیولوژیک معادل با نقطه FAT_{max} و COP بدون تأثیر است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.8.2]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.103]

References

1. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine–evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2015; 25:1-72.
2. Kopelman PG. Obesity as a medical problem. Nature. 2000;404(6778):635-43.
3. Obradovic M, Sudar-Milovanovic E, Soskic S, Essack M, Arya S, Stewart AJ, et al. Leptin and Obesity: Role and Clinical Implication. Frontiers in Endocrinology. 2021;12.
4. D'Amuri A, Sanz JM ,Capatti E, Di Vece F, Vaccari F, Lazzer S, et al. Effectiveness of high-intensity interval training for weight loss in adults with obesity: a randomised controlled non-inferiority trial. BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 2021;7(3):e001021.
5. Gar C, Rottenkolber M, Haenelt M, Potzel AL, Kern-Matschilles S, Then C, et al. Altered metabolic and hormonal responses to moderate exercise in overweight/obesity. Metabolism. 2020;107:154219.
6. Hargreaves M, Spriet LL. Exercise metabolism: fuels for the fire. Cold Spring Harbor perspectives in medicine. 2018;8(8):a029744.
7. Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the" crossover" concept. Journal of applied physiology. 1994;76(6):2253-61.
8. Jeukendrup A, Achten J. Fatmax: A new concept to optimize fat oxidation during exercise? European Journal of Sport Science. 2001;1(5):1-5.
9. Purdom T, Kravitz L, Dokladny K, Mermier C. Understanding the factors that effect maximal fat oxidation. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2018;15(1):1-10.
10. Dandanell S, Præst CB, Søndergård SD, Skovborg C, Dela F, Larsen S, et al. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation in individuals with obesity. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2017ک 42(4): 405-12.
11. Batitucci G, Terrazas SIBM, Nóbrega MP, Carvalho FGd, Papoti M, Marchini JS, et al. Effects of taurine supplementation in elite swimmers performance. Motriz: Revista de Educação Física. 2018; 24(1): e1018137
12. Murakami S. Role of taurine in the pathogenesis of obesity. Molecular nutrition & food research. 2015; 59(7): 1353-63.
13. De Luca A, Pierno S, Camerino DC. Taurine: the appeal of a safe amino acid for skeletal muscle disorders. Journal of translational medicine. 2015;13(1):1-18.
14. Schaffer SW, Jong CJ, Ramila K, Azuma J. Physiological roles of taurine in heart and muscle. Journal of biomedical science. 2010; 17(1):1-8.
15. Vettorazzi JF, Ribeiro RA, Santos-Silva JC, Borck PC, Batista TM, Nardelli TR, et al. Taurine supplementation increases K ATP channel protein content, improving Ca 2+ handling and insulin secretion in islets from malnourished mice fed on a high-fat diet. Amino acids. 2014; 46(9):2123-36.
16. De Carvalho FG, Galan BS, Santos PC, 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. Frontiers in physiology. 2017; 8:710.
17. Haidari F, Asadi M, Ahmadi-Angali K. Evaluation of the effect of oral taurine supplementation on fasting levels of fibroblast growth factors, β-Klotho co-receptor, some biochemical indices and body composition in obese women on a weight-loss diet: a study protocol for a double-blind, randomized controlled trial. Trials. 2019;20(1):1-6.
18. Mu T, Yang J, Li Z, Wu G, Hu J. Effect of taurine on reproductive hormone secretion in female rats. 2015; 449-56.19.
19. Rezaiyan Attar F, Nikooie R, Moflehi D. Anaerobic Threshold Variations during Different Phases of Menstrual Cycle: Effect of Substrate Selection. Journal of Applied Exercise Physiology. 2019; 15(30):213-25.
20. Mark W, Stephen DP, Owen J. Oral taurine improves critical power and severe-intensity exercise tolerance. Amino Acids. (2019); 51:1433–1441.
21. Adeli A, Nikooie R, Aminaie M. Effect of Simultaneous Consumption of Caffeine and L-Carnitine on Aerobic Performance and Substrate Selection During Exercise. Sport Physiology. 2020;11(44):107-22.
22. Ellis GS, Lanza-Jacoby S, Gow A, Kendrick ZVJJoAP. Effects of estradiol on lipoprotein lipase activity and lipid availability in exercised male rats. 1994;77(1):209-15.
23. Rooney TP, Kendrick ZV, Carlson J, Ellis GS, Matakevich B, Lorusso S, et al. Effect of estradiol on the temporal pattern of exercise-induced tissue glycogen depletion in male rats. 1993;75(4):1502-6.
24. Mu T, Feng Y, Che Y, Lv Q, Hu J, Yang Q, et al. Taurine Promotes In-vitro Follicle Development, Oocyte Maturation, Fertilization and Cleavage of rats. Taurine 11: Springer; 2019. p. 197-203.
25. Wen C, Li F, Zhang L, Duan Y, Guo Q, Wang W, et al. Taurine is involved in energy metabolism in muscles, adipose tissue, and the liver. 2019;63(2):1800536.
26. Rutherford JA, Spriet LL, Stellingwerff TJIJoSN, Metabolism E. The effect of acute taurine ingestion on endurance performance and metabolism in well-trained cyclists. 2010;20.(4).
27. Shao A, Hathcock JNJRt, pharmacology. Risk assessment for the amino acids taurine, L-glutamine and L-arginine. 2008;50(3):376-99.
28. Carvalho MBd, Brandao CFC, Fassini PG, Bianco TM, Batitucci G, Galan BSM, et al. Taurine supplementation increases post-exercise lipid oxidation at moderate intensity in fasted healthy males. 2020; 12(5):1540.
29. Cao L, Jiang Y, Li Q, Wang J, Tan S .Exercise training at maximal fat oxidation intensity for overweight or obese older women: A randomized study. Journal of sports science & medicine. 2019; 18(3):413.