پژوهش در تغذیه ورزشی
سال اول، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صص ۳۳-۲۱

مقاله پژوهشی

https://researchinexercisenutrition.com

https://www.doi.org/10.34785/J019.2023.002

تأثیر مصرف کوتاه‌مدت مکمل تورین بر قدرت عضلانی و پاسخ شاخص‌های آسیب عضلانی و hs-CRP با یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید در مردان تمرین کرده مقاومتی

محمدرضا فدائی چافی[۱]، محمدحسن دشتی خویدکی[۲]✉، سیدحسین حجتی[۳]

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۱

چکیده

هدف: هدف از پژوهش حاضر، تأثیر مصرف کوتاه مدت مکمل تورین بر قدرت عضلانی و پاسخ شاخص‌های آسیب عضلانی و hs-CRP به دنبال یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید (HIRE) در مردان تمرین کرده مقاومتی بود.

روش‌شناسی: ۲۰ مرد، تمرین مقاومتی (سن: ۳/۳۳ ± ۲۵/۶۰ سال و شاخص توده بدن: ۱/۳۶ ± ۲۵/۷۵ کیلوگرم بر متر مربع) به‌صورت نمونه در دسترس انتخاب شده و به‌طور تصادفی به دو گروه مکمل تورین و دارونما تقسیم شدند. نمونه‌های خونی اول و دوم، به‌ترتیب قبل و بعد از اجرای نخستین جلسه HIRE جمع‌آوری شد. سپس، آزمودنی‌ها به مدت ۲ هفته روزانه ۳ عدد کپسول ۱۰۰۰ میلی‌گرمی مکمل یا دارونما را میل کرده و تمرینات معمول خود را که حجم و شدت آن بین دو گروه مشابه بود، دنبال کردند.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد مقادیر LDH، CKو hs-CRP پیش از مکمل‌یاری و پس از مکمل‌یاری از نظر آماری معنی‌دار بود. مقادیر 1RM حرکت پرس سینه و پای آزمودن‌های هر دو گروه پس از دوره تمرین نسبت به مقادیر پیش از دوره افزایش معنی دار بود. افزایش مقادیر 1RM حرکت پرس سینه و نه پرس پا، در گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما، در زمان پس از دوره مکمل یاری، از نظر آماری معنی دار نبود.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد ۲ هفته مصرف تورین، تأثیر معنی‌داری بر قدرت بیشینه عضلات بالاتنه و پایین‌تنه و همچنین، پاسخ hs-CRP و آنزیم‌های CK و LDH مردان تمرین کرده مقاومتی متعاقب یک جلسه نداشته و مصرف آن برای ورزشکاران مقاومتی ضرورتی ندارد.

واژگان کلیدی: تورین، کراتین‌کیناز، لاکتات دهیدروژناز، پروتئین واکنشی c با حساسیت بالا، قدرت بیشینه.

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.
۲. استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه پیام نور، ایران
✉ **نویسنده مسئول:**
Dashty54@pnu.ac.ir
۳. کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

ISSN:۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است

ارجاع دهی:

Fadaei Chafy MR, Dashty Khoidaki, MH. Hojjati, SH. 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 Jun 22;1(2):21-33. **doi:** 10.34785/J019.2023.002

Original Article

REN

https://doi.org/10.34785/J019.2023.002 Research in Exercise Nutrition 2022; 1(2): 21-33

The effect of short-term taurine supplementation on muscle strength and the response of muscle damage indices and hs-CRP after a high-intensity resistance exercise (HIRE) in resistance trained men

Mohammad Reza Fadaei[1], Mohammad hassan Dashty✉ [2], Chafy, Seyed Hossein Hojjati[3]

Received: 2022/05/22 **Accepted: 2022/07/12**

Abstract

Aims: The purpose of this study was to determine the effect of short-term taurine supplementation on muscle strength and the response of muscle damage indicators and hs-CRP following a session of intense resistance activity (HIRE) in resistance trained men.

Methods: 20 men, resistance training (age: 25.60 ± 3.33) years and body mass index: 25.75 ± 1.36 kg/m2) were selected as available samples and randomly divided into two supplementary groups. Taurine and placebo were divided. The first and second blood samples were collected before and after the first HIRE session, respectively. Then, the subjects took 3* 1000 mg supplements or placebo capsules daily for 2 weeks and followed their usual exercises, the volume and intensity of which were similar between the two groups.

Results: The findings showed that the values of LDH, CK and hs-CRP before and after supplementation were statistically significant. The 1RM values of the chest and leg press movements of the subjects of both groups increased significantly after the training period compared to the values before the period. The increase in the 1RM values of chest press and leg press in the supplement group compared to the placebo group, in the time after the supplementation period, was not statistically significant.

Conclusion: It seems that taurine consumption for 2 weeks has a significant effect on the maximum strength of upper and lower body muscles, as well as the response of hs-CRP and CK and LDH enzymes in resistance trained men after one session, and its consumption is not necessary for resistance athletes.

Keywords: Taurine, Creatine Kinase, Lactate Dehydrogenase, high-sensitivity C-reactive Protein, Maximum Strength.

[1] Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

[2] Assistant Professor of Department of Physical Education, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Payame Noor University, Iran

✉ corresponding author:

Dashty54@pnu.ac.ir

[3] MSc Of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Citation:

Fadaei Chafy MR, Dashty Khoidaki, MH. Hojjati, SH. 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 Jun 22;1(2):21-33. **doi:** 10.34785/J019.2023.002

مقدمه

خستگی مزمن، ازجمله خستگی سیستم عصبی مرکزی و خستگی محیطی، می‌تواند باعث مشکلات جدی سلامتی شود، و عدم کنترل بر خستگی به‌عنوان یک موضوع مهم در افرادی که در یک جامعه مدرن به سرعت در حال تغییر زندگی می‌کنند ظاهر می‌شود(۱). در حین ورزش، خستگی جسمانی می تواند در پاسخ به تجمع آمونیاک و اسید لاکتیک در بافت‌ها و خون ایجاد شود(۲). با این‌حال، هیچ درمانی برای جلوگیری از خستگی شناسایی نشده است. برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که مکمل‌ها با مواد مغذی ضروری یک رویکرد مؤثر برای پیشگیری از خستگی است. بنابراین، یکی از راهبردهای سرکوب خستگی شامل حذف یا مهار تولید متابولیت‌های مرتبط با خستگی در حین ورزش است(۳). به خوبی مشخص شده است که ورزش متابولیسم انرژی کل بدن را بهبود می بخشد و عضلات را قوی تر و در برابر خستگی مقاوم تر می کند. بر اساس شواهد علمی گزارش شده، چندین مولکول و آبشار سیگنال‌دهی وجود دارد که در سلامت عضلات نقش دارند(۴). در میان این عوامل، مکمل‌هایی هستند که می توانند نقش بسزایی در کاهش خستگی و افزایش عملکرد افراد داشته باشند. یکی از این مکمل‌ها، تورین است(۵). تورین زمان واماندگی را بهبود و آسیب و استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی را کاهش میدهد (۶) که ممکن است به تعبیری افزایش عملکرد را نشان دهد. به علاوه، مشاهده شده در شرایط خاصی، مانند تمرین شدید، بدن نمیتواند مقادیر کافی تورین سنتز کند که این موضوع به اهمیت مکمل تورین اشاره دارد.

کراتین کیناز (CK)[1]، آنزیم کلیدی است که در متابولیسم سلول عضلانی درگیر است. در افراد سالم این آنزیم در غشاء پلاسما قرار دارد و مقدار آن در داخل خون بسیار پایین است. علت اصلی افزایشCK صدمه به عضله قلب یا عضله اسکلتی می باشد. در این گونه شرایط معمولاً CK به سرعت افزایش می یابد. در زمان ورزش و تمرین، سطح آمادگی بدنی افراد رابطه معکوسی باCK دارد و هر چه سطح آمادگی افراد بالاتر باشد میزانCK کمتر است (۷). در تحقیقی، نشان داده شد مقادیر سرمیCK در قبل و بعد از تمرین بین گروه کنترل و ورزش تفاوت معنی داری دارد(۸). علاوه بر این، ورزش شدید بدنی، که استرس اکسیداتیو و التهاب بیش از حد ایجاد می کند، با افزایش سطح CK و لاکتات دهیدروژناز (LDH)[2] منجر به درد عضلانی می شود(۹). LDH از متابولیت‌های مهم و فرآورده نهایی گلیکولیز بی هوازی است و با افزایش شدت فعالیت‌های بدنی، سطوح آن در خون افزایش می یابد(۱۰). کارگوتیچ و همکاران[3] (۱۹۹۷) در تحقیقی روی ۱۰ ورزشکار، افزایش غلظت کراتینین سرم را به‌دنبال فعالیت بدنی شدید تا سر حد خستگی بر روی نوارگردان، گزارش کردند(۱۱). از طرفی بسته به دامنه ضربان قلب، تولید اسید لاکتیک و آنزیم LDH از سلول‌های بدن را تحریک می کند. همچنین امکان اثر هورمون کورتیزول برای تداوم تولید انرژی و اینکه عضلات اسکلتی بتوانند واحدهای تمرینی را با استفاده از آستانه بی‌هوازی به‌ویژه هنگام مشاهده عملکردهای بدن از طریق استفاده از دامنه ضربان قلب و غلظت اسید لاکتیک تحمل کنند، وجود دارد (۱۲)

پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا(hs-CRP)[4] یکی دیگر از شاخص‌های فیزیولوژیکی حساس در ارتباط با التهاب سیستمی مزمن است(۱۳). در مطالعات بسیاری، hs-CRP به عنوان شاخص معتبری در ارزیابی پاسخ‌های التهابی حاد بدن نسبت به شرایط ایجاد التهاب، مانند فعالیت جسمانی، مورد اندازه گیری قرار گرفته است(۱۴). بر اساس نتایج مطالعه ترتیبیان و همکاران مطالعه در نوجوانان شاخص‌های التهابی فیبرینوژن پلاسما و پروتئین واکنشی C سرم و شاخص آسیب عضلانی کراتین کیناز تحت تأثیر فعالیت ورزشی شدید هوازی افزایش می یابد که نشانگر وجود التهاب و آسیب عضلانی در پاسخ به فعالیت شدید می باشد(۸). آسیب عضلانی اغلب ناشی از فشار مکانیکی، اختلال در هومئوستازیس کلسیم و ناراحتی عضلانی است که توسط ورزشکار تجربه می شود. شدت این ناراحتی تا ۲۴ ساعت اول پس از فعالیت افزایش یافته و بین ۲۴ تا ۷۲ ساعت به اوج خود میرسد و سپس کاهش می یابد و ۵ تا ۷ روز پس از فعالیت به طور کامل ناپدید می شود. آسیب عضلانی با پاسخ التهابی فاز حاد تاخیری مرتبط است که این فاز با فیلتراسیون فاگوسیتی در عضله، تولید رادیکال آزاد و افزایش سایتوکاینها و دیگر مولکول‌های التهابی مشخص می‌شود(۱۵).

با این‌حال، در مورد اثرات احتمالی مصرف تورین بر غلظت‌های hs-CRPانسان، به عنوان یک نشانگر معتبر در ارزیابی پاسخ‌های التهابی حاد بدن نسبت به شرایط ایجاد التهاب، مانند فعالیت جسمانی(۱۶) نتایج متناقضی گزارش شده است(۱۷, ۱۸). در خصوص تأثیر مکمل گیری تورین بر سطوح CRP انسان نتایج متناقضی در مطالعات مختلف به چشم می خورد؛ به طوریکه عدم تغییر (۱۷) و کاهش معنی دار آن (۱۹) در اثر مصرف مکمل تورین در آزمودنی‌های انسانی گزارش شده است. مطالعات گزارش کرده اند که غلظتهای تورین داخل سلولی در نتیجهٔ فعالیت ورزشی

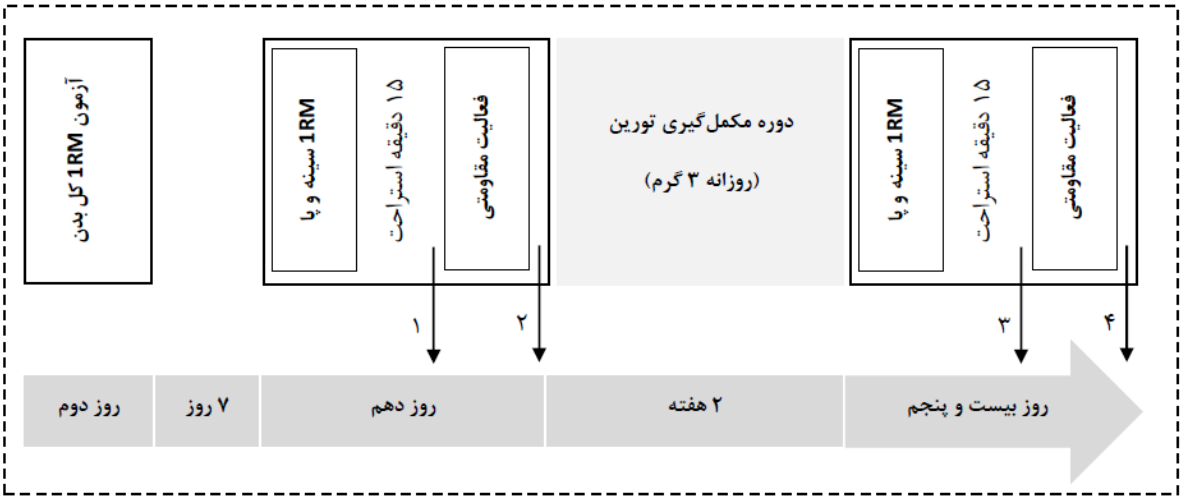
1. Creatine Kinase (CK)
2. Lactate dehydrogenase (LDH)
3. Kargotich et al
4. High sensitivity C-reactive protein

وامانده ساز ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه‌ای کاهش می یابد؛ این افت به خصوص در تارهای عضلانی نوع تندانقباض مشاهده شده است(۵). ژانگ و همکاران[1] افزایش عملکرد را در پی یک هفته بارگیری مکمل تورین بر آزمودنی‌های جوان سالم پیش از فعالیت ورزشی وامانده ساز گزارش کردند. تورین زمان رسیدن به واماندگی، حداکثر اکسیژن مصرفی و بار کار حداکثر را به طور چشمگیری افزایش داده است(۲۰). در مطالعه‌ای سیلوا و همکاران[2] تأثیر مکمل تورین بر عوامل استرس اکسایشی را پس از تمرینات اکسنتریک ، نشان داد تورین به کاهش آسیب عضلانی منجر شده است. احتمالاً این تأثیر مرتبط با ظرفیت تورین برای محافظت سلولی از طریق خاصیت تثبیت کنندگی غشاست که موجب کاهش مقدار نشت کراتین کیناز در پی آسیب ناشی از انقباض می‌شود(۲۱). علاوه بر این، همیلتون و همکاران[3] در پژوهش خود با کاهش غلظت‌های تورین در عضله بازکننده دراز انگشتان موش، مشاهده کردند اوج نیروی تولیدی در این عضله به طور چشمگیری کاهش می یابد(۲۲). در همین راستا، گودمن و همکاران نشان دادند که دو هفته مصرف تورین موجب افزایش نیروی تولیدی در تارهای تند انقباض عضله موش می شود(۲۳). از اینرو ، افزایش قدرت یکی از اهداف مهمی است که توسط ورزشکاران رشته‌های پرورش اندام و افرادی که تمرینات مقاومتی را به طور منظم انجام می دهند دنبال می شود. بنابراین، یکی از اهداف این پژوهش پاسخ به این پرسش است که آیا مصرف کوتاه مدت مکمل تورین می تواند موجب افزایش قدرت در افراد تمرین کرده مقاومتی شود. از سوی دیگر، اطلاعات موجود در خصوص اثرات احتمالی تورین بر پاسخ شاخص‌های آسیب عضلانی و hs-CRP با یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید در ورزشکاران رشته‌های مقاومتی محدود بوده و نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر در این خصوص احساس می شود. بنابراین، با توجه به گستردگی نقش‌های بیان شده در مورد تورین و مقادیر بالای آن در اغلب سلول‌های بدن، نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر بر روی این اسید آمینه، ضروری به نظر می رسد. از اینرو محقق درصدد پاسخ به این سوالات هست که آیا مصرف کوتاه مدت دو هفته ایی مکمل تورین بر قدرت عضلانی با یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید در مردان تمرین کرده مقاومتی تاثیری دارد؟ آیا مصرف کوتاه مدت دو هفته ایی مکمل تورین بر پاسخ شاخص‌های آسیب عضلانی و hs-CRP با یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید در مردان تمرین کرده مقاومتی تاثیری دارد؟

1. Zhang Et al
2. Silva et al
3. Hamilton Et al

روش‌شناسی

اجرای پژوهش: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح تحقیق پیش آزمون پس آزمون بود که در آن ۲۰ مرد تمرین کرده مقاومتی در دو گروه مکمل تورین (۱۰نفر) و دارونما (۱۰نفر) شرکت داشتن. پس از تکمیل فرم‌های مربوطه در جلسه نخست، در جلسه دوم، ابتدا اطلاعات تکمیلی در خصوص مراحل انجام پژوهش در اختیار ورزشکاران قرار گرفت. سپس، فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش توسط آنان تکمیل شد. در ادامه این جلسه، پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل رکاب زدن روی دوچرخه ثابت و انجام حرکات کششی، آزمون یک تکرار بیشینه (1RM) برای حرکات پرس سینه، پرس پا، زیر بغل سیم کش، جلو ران، جلو بازو و پشت بازو انجام شد. پس از یک هفته، آزمودنی‌ها برای جمع آوری داده‌های پیش آزمون به باشگاه مراجعه کرده و پس از گرم کردن اولیه، ابتدا آزمون 1RM قدرت عضلات سینه و پا را انجام دادند. پس از پایان این آزمون و پس از یک زمان استراحت ۱۵ دقیقه ای، فعالیت شدید مقاومتی انجام شد. نمونه‌های خونی (۵ میلی لیتر)، قبل و بعد از اجرای فعالیت مقاومتی در حالت نشسته جمع آوری شد. در پایان این جلسه، قوطی‌های حاوی مکمل تورین یا دارونما (نشاسته) که توسط شخص ثالث و به صورت دوسویه کور کدگذاری شده بود، به صورت تصادفی بین آزمودنی‌ها توزیع شد .به این صورت که ۲۰ قوطی حاوی کپسول (۷۲ قوطی تورین و ۷۲ قوطی نشاسته) در یک کیسه غیرشفاف قرار داده شده بود و از آزمودنی‌ها خواسته شد تا یک قوطی را از درون آن بردارند .بدین شکل، اینکه هر آزمودنی کدام قوطی را به صورت تصادفی انتخاب می کند، ترتیب قرارگیری آن‌ها را در گروه مکمل یا دارونما مشخص می نمود. ازآزمودنی‌ها خواسته شد تا در طول مدت ۲ هفته ای پژوهش، روزانه ۳ عدد کپسول مکمل یا دارونما را میل کرده و تمرینات معمول خود را که حجم و شدت آن بین آزمودنی‌های دو گروه مشابه بود دنبال کنند. جلسه آزمون با فاصله حداقل ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرین آزمودنی‌ها برگزار شد. پس از پایان دوره دو هفته ای مکمل یاری، آزمودنی‌ها مجدداً به باشگاه مراجعه کرده و آزمون قدرت عضلانی و فعالیت شدید مقاومتی مشابه با پیش آزمون تکرار شد. همچنین، نمونه‌های خونی سوم و چهارم نیز قبل و بعد از فعالیت اخذ شد .ساعت انجام تمرینات، ۵ تا ۷ عصر و در شرایط برابر بین آزمودنی‌های دو گروه بود و از آزمودنی‌ها خواسته شده بود ۲ ساعت پیش از حضور در باشگاه، یک وعده غذای سبک میل نمایند (شکل ۱).



شکل ۱. طرح شماتیک پژوهش حاضر (فلش‌های ۱ تا ٤: به ترتیب، خون گیری اول تا چهارم).

مصرف مکمل و دارونما: در پژوهش حاضر، دوره مصرف مکمل تورین ۲ هفته بود و با تماس‌های مداوم در طول دوره پژوهش، از مصرف کپسول توسط آزمودنی‌ها اطمینان حاصل شد . در این پژوهش از مکمل تورین شرکت بادی اتک۱۰ ساخت کشور آلمان استفاده شد .طی این مدت، آزمودنی‌ها روزانه ۳ گرم مکمل تورین (۲۴) یا نشاسته به عنوان دارونما (۲۵)را در ۳ وعده صبح، ظهر و شب پس از غذا میل کردند .کپسول‌های مکمل و دارونما در اندازه ۱۰۰۰ میلی گرمی و در رنگ و شکل مشابه توسط یک پزشک داروساز تهیه شدند و در قوطی‌های مشابه قرار گرفتند تا اختلاف بین آن‌ها به حداقل برسد.

تمرینات معمول آزمودنی‌ها: در مدت دو هفته ای پژوهش، آزمودنی‌ها تمرینات معمول خود را با تواتر ۳ جلسه در هفته ادامه دادند. این تمرینات شامل ۶ حرکت بالاتنه (زیربغل سیمکش، زیربغل پارویی، پرس سینه، پرس بالاسینه، سرشانه‌هالتر،جلو بازو) و ۴ حرکت پایین تنه (پرس پا، اسکوات، جلو ران، پشت ران) بود که در ۳ ست ۱۰ تکراری با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد 1RM انجام می شد و فاصله استراحتی بین ست‌ها و حرکات ۹۰ ثانیه بود.

فعالیت مقاومتی : فعالیت مقاومتی شدید شامل ۶ حرکت پرس سینه‌هالتر، پرس پا دستگاه، زیر بغل سیم کش، جلو ران دستگاه، جلو بازوهالتر و پشت بازو سیمکش بود که در ۳ ست ۸، ۱۰ و ۱۲تکراری با شدت۸۵-۹۰ درصد از (1RM) انجام شد. استراحت بین ست‌ها ۳۰ ثانیه و بین حرکات ۱ دقیقه در نظر گرفته شد (۲۶).

نحوه انجام خون گیری و اندازه گیری متغیرهای خونی : در این پژوهش به منظور اندازه‌گیری تغییرات غلظت آنزیم‌های CK ، LDHو همچنین، مقادیر پروتئین hs-CRP ، نیاز به جمع آوری نمونه‌های خونی بود. پس از هماهنگی با آزمایشگاه تشخیص طبی، تکنسین آزمایشگاه در محل باشگاه حضور یافت .در هر مرحله، مقدار ۵ میلی لیتر خون از ورید بازویی ورزشکاران در حالیکه بر روی یک صندلی راحت نشسته بودند گرفته شد .نمونه‌ها در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد خون (EDTA) ریخته شد و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید و پلاسمای به دست آمده تا زمان آزمایش در فریزر با دمای ۷۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد .مقدار آنزیم‌ها با واحد استاندارد بین المللی (U/L) و با استفاده از کیت‌های پارس آزمون ساخت کشور ایران با دقت ۱ و ۵ واحد، به ترتیب برای آنزیم CK و LDH اندازه گیری شد. اندازه گیری‌ها به وسیله دستگاه اتوآنالایزر هیتاچی ساخت کشور ژاپن به روش آنزیمی بر اساس پروتکل فدراسیون بین المللی شیمی بالینی و طب آزمایشگاهی (IFCC) ۱۱ و استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان (DGKC) ۱۲ انجام شد . همچنین، غلظت پلاسمایی hs-CRP به روش الایزا و با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ایران اندازه گیری شد.

روش‌های آماری پژوهش: در این پژوهش از آمار توصیفی به منظور توصیف و تشریح یافته‌ها در قالب جداول و به صورت میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد و برای تجزیه وتحلیل داده‌ها از آمار استنباطی استفاده گردید. طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک مشخص شد. برای تحلیل تغییرات درون گروهی قدرت بالاتنه و پایین تنه از آزمون t وابسته و تغییرات CK ، LDH و CRP از آزمون repeated measure ANOVA استفاده شد .در این آزمون از پیش فرض کرویت با استفاده از آزمون ماخلی استفاده شد و هر جا انحرافی از این پیش فرض مشاهده گردید، نتایج تحلیل واریانس با استفاده از ضریب تصحیح گرینهاسی گیسر ارائه شد . برای تعیین سطح معنی داری

بین زمان‌های مختلف نمونه گیری از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید .همچنین، برای بررسی تفاوت‌ها بین دو گروه از آزمون t مستقل استفاده شد. تجزیه وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام و سطح معنی داری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در پژوهش حاضر تمام آزمودنی‌ها تمام مکمل‌ها را استفاده و هیچکدام از آزمودنی‌ها از مطالعه خارج نشدند که در جدول ۱ ، ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها، ارائه شده است. برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی متغیرهای پژوهش در زمان پیش از شروع مکمل یاری، از آزمون t مستقل استفاده شد که گزارش آن در جدول ۲ ارائه شده است. همان طور که در جدول نشان داده شده است، از نظر مقادیر متغیرهای پژوهش در (حالت پایه) پیش از شروع دوره مکمل یاری تفاوت معنی داری بین دو گروه وجود نداشت(p >۰/۰۵).

جدول ۱ ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌های پژوهش

	گروه مکمل (n=۱۰)	گروه دارونما (n=۱۰)
سن (سال)	۲۵/۳۰ ± ۳/۲۳	۲۵/۹۰ ± ۳/۵۷
قد (سانتی‌متر)	۱۸۱/۳۰ ± ۲/۵۸	۱۸۳/۴۰ ± ۶/۶۵
وزن (کیلوگرم)	۸۵/۶۰ ± ۶/۳۸	۸۶/۰۰ ± ۹/۰۳
شاخص توده بدن (kg/m2)	۲۶/۰۱ ± ۱/۳۹	۲۵/۵۰ ± ۱/۳۵

جدول ۲. نتایج حاصل از آزمون t مستقل برای مقایسه متغیرهای پژوهش پیش از شروع دوره مکمل‌یاری

	گروه	میانگین (SD)	مقدار t	مقدار p
قدرت بالاتنه (kg)	مکمل	۹۸/۹۰ (۶/۱۰)	-۰/۶۴	۰/۵۲
	دارونما	۱۰۱/۳۰ (۱۰/۱۲)		
قدرت پایین‌تنه (kg)	مکمل	۱۸۵/۲۰ (۹/۷۹)	۰/۶۷	۰/۵۰
	دارونما	۱۸۰/۵۰ (۱۹/۷۸)		
(U/L) CK	مکمل	۱۶۹/۱۰ (۵۰/۶۳)	-۰/۲۰	۰/۸۴
	دارونما	۱۷۴/۶۰ (۶۹/۷۴)		
(U/L) LDH	مکمل	۲۸۰/۳۰ (۲۱/۱۴)	-۰/۶۷	۰/۵۰
	دارونما	۲۹۰/۲۰ (۴۱/۰۴)		
(mg/L) CRP	مکمل	۷/۳۲ (۵/۱۰)	-۰/۷۰	۰/۴۸
	دارونما	۸/۷۸ (۴/۰۹)		

با توجه به نتایج، مشاهده شده در مقادیر 1RM حرکت پرس سینه آزمودنی‌های هر دو گروه پس از دوره تمرین نسبت به مقادیر پیش از دوره افزایش معنی دار بود(P< ۰/۰۵). مقادیر 1RM حرکت پرس پای آزمودنی‌های هر دو گروه پس از دوره تمرین نسبت به مقادیر پیش از دوره معنی دار افزایش بود(P< ۰/۰۵) . همچنین، بر اساس نتایج بدست آمده ،گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما، افزایش مشاهده شده در مقادیر 1RM حرکت پرس سینه آزمودنی‌های گروه مکمل در زمان پس از دوره مکمل یاری، از نظر آماری معنی دار نبود(p=۰/۶۸). بنابراین، تأثیر معنی دار دو هفته مصرف مکمل تورین بر قدرت عضلات بالا تنه مردان تمرین کرده مقاومتی مورد تأیید قرار نمی گیرد. همچنین ، مقادیر 1RM حرکت پرس پای آزمودنی‌های هر دو گروه پس از دوره تمرین نسبت به مقادیر پیش از دوره افزایش معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). همچنین، بر اساس نتایج بدست آمده، گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما، افزایش مشاهده شده در مقادیر 1RM حرکت پرس پای آزمودنی‌های گروه مکمل در زمان پس از دوره مکمل یاری، از نظر آماری معنی دار نبود (p=۰/۸۵). بنابراین، تأثیر معنی دار دو هفته مصرف مکمل تورین بر قدرت عضلات پایین تنه مردان تمرین کرده مقاومتی مورد تأیید قرار نمی گیرد.

نتایج جدول۳ حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری بود. به‌عبارت دیگر، تغییرات ایجاد شده در سطوح پلاسمایی آنزیم CK آزمودنی‌ها در زمان‌های مختلف

اندازه‌گیری شده از نظر آماری معنی‌دار بود (p<۰/۰۱). نتایج نشان داد ، تغییرات ایجاد شده در سطوح پلاسمایی آنزیم LDH آزمودنی‌ها در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شده از نظر آماری معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). ولی تغییرات ایجاد شده در سطوح پلاسمایی CRP آزمودنی‌ها در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شده از نظر آماری معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای بررسی تغییرات سطوح پلاسمایی آنزیمCRP ، LDH ,CK

متغیر	گروه	درجات آزادی (df)	میانگین مجذورات	مقدار F	مقدار p
1RMپرس سینه(kg)	مکمل	۳ و ۲۷	۸۸۷/۹۰	۸/۵۷	۰/۰۰۵**
	دارونما	۳ و ۲۷	۷۸۶/۵۴	۱۲/۳۲	<۰/۰۲۲**
1RMپرس پا(kg)	مکمل	۳ و ۲۷	۴۵۶/۸۷	۸/۵۴	۰/۰۳۱**
	دارونما	۳ و ۲۷	۵۳۶/۷۶	۱۵/۱۳	<۰/۰۳۸**
CK	مکمل	۳ و ۲۷	۳۹۰۲/۶۹	۵/۶۷	۰/۰۰۴**
	دارونما	۳ و ۲۷	۵۵۸۱/۲۲	۱۴/۵۴	<۰/۰۰۱**
LDH	مکمل	۱/۶۷ و ۱۵/۰۷	۷۷۱۰/۶۶	۶/۶۰	۰/۰۱۱*
	دارونما	۱/۷۲ و ۱۵/۵۰	۸۳۱۰/۴۰	۹/۱۶	۰/۰۰۳**
CRP	مکمل	۳ و ۲۷	۱/۴۶	۲/۶۳	۰/۰۷
	دارونما	۱/۵۶ و ۱۴/۰۴	۳۳/۴۱	۰/۸۱	<۰/۴۳

** معنی‌داری در سطح کمتر از ۰/۰۱

جدول ٤. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه تغییرات سطوح پلاسمایی آنزیم CK, LDH در زمان‌های مختلف

متغیر	گروه	زمان‌ها		تفاوت میانگین‌ها	مقدار p
CK	مکمل	قبل از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	-۳۶/۶۰	۰/۰۱۱*
		قبل از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	-۲۹/۹۰	۰/۰۲۴*
		پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	۱۰/۷۰	>۰/۰۵
		قبل از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	-۴۲/۷۰	۰/۰۱۵*
	دارونما	قبل از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	-۳۷/۸۰	۰/۰۰۷**
		پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	۸/۵۰	>۰/۰۵
		قبل از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	-۳۱/۸۰	<۰/۰۰۱**
LDH	مکمل	قبل از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	-۳۶/۴۰	۰/۰۲۷*
		پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	-۱۳/۴۰	>۰/۰۵
		قبل از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	-۳۴/۵۰	۰/۰۱۹*
	دارونما	قبل از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	-۴۰/۴۰	<۰/۰۰۱**
		پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)	پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)	-۷/۵۰	>۰/۰۵

* معنی‌داری در سطح کمتر از ۰/۰۵؛ ** معنی‌داری در سطح کمتر از ۰/۰۱

نتایج حاصل از جدول ۴ نشان می‌دهد که افزایش مشاهده شده در مقادیر پلاسمایی آنزیم CK پس از اجرای فعالیت شدید مقاومتی نسبت به مقادیر قبل از فعالیت در هر دو گروه مکمل تورین و دارونما افزایش یافته است (p<۰/۰۵). همچنین، تغییرات مشاهده شده در مقادیر آنزیم LDH گروه مکمل در زمان‌های قبل و بعد از دوره مکمل‌یاری، از نظر آماری معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).

جدول ۵. نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه مقادیر آنزیم CRP ،CK, LDH بین گروه‌های پژوهش

	گروه	میانگین (SD)	مقدار t	مقدار p
CK بعد از فعالیت، پیش از مکمل‌یاری (U/L)	مکمل	۲۰۵/۷۰ (۴۵/۷۵)	-۰/۵۵	۰/۵۸
	دارونما	۲۱۷/۳۰ (۴۷/۸۲)		
CK بعد از فعالیت، پس از مکمل‌یاری (U/L)	مکمل	۱۹۵/۰۰ (۲۷/۰۷)	-۰/۶۷	۰/۵۰
	دارونما	۲۰۷/۹۰ (۵۳/۸۳)		
LDH بعد از فعالیت، پیش از مکمل‌یاری (U/L)	مکمل	۳۱۲/۱۰ (۱۹/۷۷)	-۰/۹۹	۰/۳۳
	دارونما	۳۲۴/۷۰ (۳۴/۷۵)		
LDH بعد از فعالیت، پس از مکمل‌یاری (U/L)	مکمل	۳۲۵/۵۰ (۲۹/۱۳)	-۰/۵۷	۰/۵۷
	دارونما	۳۳۲/۲۰ (۲۲/۴۶)		
CRP بعد از فعالیت، پیش از مکمل‌یاری (mg/L)	مکمل	۷/۸۳ (۴/۷۸)	-۰/۵۸	۰/۵۶
	دارونما	۹/۰۱ (۴/۲۰)		
CRP بعد از فعالیت، پس از مکمل‌یاری (mg/L)	مکمل	۷/۷۸ (۵/۴۸)	-۰/۶۷	۰/۵۰
	دارونما	۹/۲۹ (۴/۴۵)		

بر اساس نتایج جدول ۵، گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما، تغییرات مشاهده شده در مقادیر آنزیم CK گروه مکمل در زمان‌های قبل و بعد از دوره مکمل‌یاری، از نظر آماری معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).همچنین در مقادیر آنزیم LDH گروه مکمل در زمان‌های قبل و بعد از دوره مکمل‌یاری(p>۰/۰۵) و مقادیر CRP گروه مکمل در زمان‌های قبل و بعد از دوره مکمل‌یاری، از نظر آماری معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).

بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر ۲ هفته مکمل یاری تورین بر قدرت بیشینه عضلات سینه و پای مردان تمرین کرده مقاومتی متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید بود .در این پژوهش مشاهده شد ، قدرت بیشینه حرکت پرس سینه و پرس پای آزمودنی‌هادر بین دو گروه از نظر آماری معنی دار نبود(p>۰/۰۵). با اینحال میانگین قدرت عضلات سینه در گروه مکمل نسبت به دارونما (۳/۶۳ در مقابل۳/۰۸ درصد) و قدرت عضلات پا در این گروه نسبت به گروه دارونما (۱/۹۹ در مقابل ۲/۴۵ درصد) افزایش یافته بود، بنابراین با توجه به اینکه در طول مدت ۲هفته ای مکمل یاری، تمرینات مقاومتی ورزشکاران قطع نشده بود، می توان این افزایش را ناشی از اجرای این تمرینات دانست. با وجود این، متغیرهای تمرینی این تمرینات بین دو گروه مشابه بود و از این نظر تفاوتی بین تمرینات دو گروه وجود نداشت. بنابراین، می توان عنوان کرد که ۲ هفته مصرف مکمل تورین با دوز ۳ گرم در روز تأثیری بر افزایش قدرت عضلات سینه و پای مردان تمرین کرده مقاومتی نداشته است. به نظر می رسد برای دست یابی به فواید افزایش قدرت ناشی از مکمل تورین، حداقل به ۳ هفته زمان نیاز است؛ چراکه داسیلوا و همکاران(۲۰۱۴) ۱با بررسی اثر ۳ هفته مصرف مکمل تورین در مردان تمرین نکرده گزارش کردند مصرف تورین با دوز روزانه ۵۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن (به طور میانگین، ۴ گرم در روز) می تواند قدرت عضلانی را افزایش دهد (۲۷). هر چند که تفاوت در شرایط آزمودنی‌ها نسبت به پژوهش حاضر و دوز بالاتر مکمل یاری نیز می تواند از علت‌های تفاوت در نتایج باشد. آزمودنی‌های پژوهش مذکور افراد تمرین نکرده بودند؛ در حالیکه پژوهش حاضر بر روی افراد تمرین کرده مقاومتی انجام شد. ممکن است انجام تمرینات مداوم مقاومتی سازگاری‌هایی را از نظر افزایش قدرت ایجاد کند که بهبود بیشتر قدرت در این افراد نسبت به افراد تمرین نکرده، به دوزهای بالاتر مکمل و یا دوره طولانی تر مصرف نیاز داشته باشد. از طرفی، در یک پژوهش حیوانی، بارکر و همکاران(۲۰۱۷)۲ نیز با بررسی اثر ۲۸ روز مصرف تورین (۲/۵ درصد وزن بدن موش در هر حجم از آب) نشان دادند این مکمل می تواند نیروی تولیدی توسط عضله قدامی ساق پای این حیوانات را به شکل معنی داری افزایش دهد (۲۸). بنابراین، به نظر می رسد ۲ هفته مکمل یاری تورین برای بهبود قدرت عضلانی کافی نبوده و به دوره طولانی تر مصرف نیاز باشد و شاید عدم اثر ارژوژنیک مکمل تورین باشد که برخی مطالعات اخیر هم اثر ارژوژنیک مکمل تورین را در اشکال

1. da Silva et al
2. Barker et al

مختلف تمرین مشاهده نکردند (۲۹). با وجود این، تِریل و همکاران[1] (۲۰۱۷) نشان دادند ۶ هفته مصرف مکمل تورین با دوز ۱۶ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن موش، اثر معنی داری بر بهبود قدرت عضلانی این حیوانات نداشت (۳۰). با توجه به تفاوت در روش تعیین دوز مصرف تورین در پژوهش‌های مذکور (درصد وزن بدن، میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن و یا گرم در روز) نمی توان نتیجه گیری مشخصی در خصوص دوز مصرفی این مکمل ارائه داد و انجام پژوهش‌های بیشتر در این حیطه ضروری به نظر می رسد.

هدف این پژوهش، تعیین اثر مکمل یاری تورین بر پاسخ آنزیم‌های CK و LDH مردان تمرین کرده مقاومتی در پاسخ به یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید بود. در این پژوهش مشاهده شد CKو LDH آزمودنی‌هادر بین دو گروه از نظر آماری معنی دار نبود($p>۰/۰۵$). با اینحال افزایش میانگین مقادیر CK گروه مکمل تورین متعاقب اجرای فعالیت شدید پس از دوره مکمل یاری کمتر از مقادیر پیش از دوره (۲۳/۳۴ در مقابل ۲۴/۷۱ درصد) و گروه دارونما(۲۳/۳۴ در مقابل ۲۸/۰۴ درصد) بود. همچنین، میانگین مقادیرافزایش LDH مکمل تورین متعاقب اجرای فعالیت شدید پس از دوره مکمل یاری بیشتر از مقادیر پیش از دوره (۱۳/۱۲ در مقابل ۱۱/۵۵ درصد) و کمتر از گروه دارونما (۱۳/۱۲ در مقابل ۱۴/۳۱ درصد) بود. این نتایج نشان می دهد که انجام فعالیت مقاومتی شدید با شدت ۸۵ تا ۹۰ درصد از 1RM می تواند موجب افزایش مقادیر آنزیم‌های CK و LDH در مردان تمرین کرده مقاومتی شود و مصرف روزانه ۳ گرم مکمل تورین به مدت ۲ هفته تأثیر معنی داری بر این افزایش‌ها ندارد. همسو با یافته‌های حاضر در خصوص غلظت‌های CK و LDH ، فرامرزی و همکاران پس از بررسی تأثیر مصرف مکمل تورین بر شاخص‌های آسیب عضلانی مردان بدنساز گزارش کردند که مصرف این مکمل (روزانه ۶ گرم) به مدت ۷ روز بر مقادیر آنزیم‌های CK و LDH متعاقب یک فعالیت مقاومتی برون گرای شدید تأثیر معنی داری ندارد (۲۵). در پژوهشی دیگر، را و همکاران [2] (۲۰۱۳) گزارش نمودند دو هفته مصرف مکمل تورین با دوز ۶ گرم در روز در مردان تمرین نکرده تأثیر معنی داری بر غلظت آنزیم‌های CK و LDH متعاقب یک فعالیت مقاومتی برون گرا (۶ تکراری با شدت ۹۰ درصد انقباض ارادی بیشینه) در عضله دو سر بازویی ندارد (۳۱). همچنین، مَک لی و همکاران[3](۲۰۱۷) نشان دادند مصرف مکمل تورین به مدت ۳ روز پس از اجرای ۶۰ انقباض برون گرای عضله دو سر بازویی با بیشترین تلاش ممکن اثر معنی داری بر مقادیر CK مردان تمرین کرده ندارد. میزان مصرف روزانه مکمل تورین در این پژوهش، ۰/۱ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن بود که در دو وعده صبح و شب مصرف شد (۳۲). در یکی از جدیدترین پژوهش‌ها در این حوزه، مارتینز و همکاران نیز مشاهده کردند دوره طولانی تر (۸ هفته) مصرف مکمل تورین با دوز ۳ گرم در روز تأثیر معنی داری بر پاسخ‌های CK و LDH نسبت به مسابقه سه گانه در مردان ورزشکار ندارد (۲۴). بنابراین، در کل به نظر می رسد مصرف روزانه ۳ گرم مکمل تورین خوراکی به مدت۸ هفته نمی تواند پاسخ آنزیم‌های ناشی از آسیب عضله را به شکل معنی داری تحت تأثیر قرار دهد. با وجود این، بر خلاف یافته‌های حاضر، سیلوا و همکاران در یک پژوهش حیوانی نشان دادند ۲ هفته مصرف مکمل تورین با دوز روزانه ۳۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن موجب کاهش معنی دار سطوح آنزیم CK و رادیکال سوپراکسید در عضله چهار سر ران موش‌های نر پس از یک فعالیت برونگرای شدید می شود. این محققین نتیجه گرفتند که مکمل گیری تورین با کاهش استرس اکسایشی وارد بر عضله، عملکرد عضلانی را تحت تأثیر قرار می دهد که با کاهش تولید رادیکال سوپراکسید در ارتباط است (۲۱). تفاوت در نوع آزمودنی‌های پژوهش حاضر نسبت به پژوهش مذکور (مردان تمرین کرده مقاومتی در مقابل موش‌های نر تمرین نکرده) و همچنین، کمتر بودن دوز مصرف مکمل تورین (۳ گرم در روز در مقابل ۳۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن موش) می تواند از دلایل احتمالی تناقض در نتایج باشد. با توجه به اینکه وزن موش‌های پژوهش مذکور در دامنه ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم بوده است (۲۱). دوز مطلق مصرف تورین در این حیوانات ۷/۵ تا ۹/۹ گرم در روز بوده که به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از دوز مورد استفاده در پژوهش حاضر است. بنابراین، دوز بالاتر مصرف مکمل و همچنین، وضعیت تمرینی حیوانات پژوهش مذکور می تواند بخشی از تفاوت در یافته‌ها را توجیه نماید. همچنین تصور می شود که اثر تورین کاهش دهنده لاکتات خون به احتمال زیاد به دلیل تعامل بالقوه بین تورین و کلسیم در بافر میتوکندری است. در این مطالعه مشخص شد که مکمل تائورین بر سطح لاکتات خون تأثیری ندارد. هنگامی که یافته‌های به‌دست‌آمده از این متاآنالیز با مقالات مقایسه می‌شوند، مطالعات مختلف گزارش می‌کنند که تورین بر سطح لاکتات خون تأثیر نمی‌گذارد (۳۳) که تصور می‌شود که مطالعات بیشتری برای بررسی اینکه آیا مصرف تورین بر سطح لاکتات خون تأثیر می‌گذارد نیاز است.

هدف پژوهش حاضر، تعیین اثر ۲ هفته مصرف تورین بر پاسخ پروتئین hs-CRP در مردان تمرین کرده مقاومتی پس از یک

1. Terrill et al
2. Ra Et al
3. McLeay Et al

جلسه فعالیت مقاومتی شدید بود. در این پژوهش مشاهده شد hs-CRPآزمودنی‌ها در بین دو گروه از نظر آماری معنی دار نبود(p>۰/۰۵). با اینحال میانگین مقادیر افزایش CRP گروه مکمل تورین متعاقب اجرای فعالیت شدید پس از دوره مکمل یاری کمتر از مقادیر پیش از دوره (۱۳/۲۰ در مقابل۲۰/۶۳ درصدد) و بیشتر از گروه دارونما (۱۳/۲۰ در مقابل۸/۱۶ درصدد) بود. نتایج برخی از تحقیقات پیشین نشان می دهد که صرف نظر از شدت، یک جلسه فعالیت مقاومتی حاد تأثیر معنی داری بر مقادیر CRP آزمودنی‌های تمرین نکرده (۳۴) و یا تمرین کرده مقاومتی ندارد (۳۵). در واقع، بیان شده که اثر فعالیت جسمانی حاد بر سطوح CRPشبیه به پاسخ التهابی بدن به یک عفونت یا آسیب است. به این ترتیب که سطوح آن بلافاصله پس از فعالیت افزایش نمی یابد، اما طی ۴ تا ۸ ساعت پس از فعالیت افزایش یافته و تا ۲۴ ساعت در مقادیری بالاتر از حالت پایه باقی می ماند (۳۶). که با توجه این مکانیسم ارائه شده می تواند دلیل عدم افزایش CRP آزمودنی‌های پژوهش حاضر باشد؛ چرا که مقادیر CRP در پژوهش حاضر فقط در زمان بلافاصله پس از فعالیت اندازه گیری شد. بر اساس جستجوهای انجام شده، پژوهشی که اثرات مصرف تورین را بر پاسخ‌های CRP متعاقب یک جلسه فعالیت بررسی کرده باشد انجام نگرفته و این موضوع، بحث در خصوص یافته‌های حاضر را مشکل می کند. با وجود این، در اینجا پژوهش‌هایی که اثرات تورین را به صورت جداگانه بررسی کرده اند مورد مقایسه قرار خواهند گرفت. همسو با یافته‌های حاضر، لک و همکاران با بررسی ۳۰ بیمار دچار سوختگی نشان دادند ۱۰ روز مصرف مکمل تورین با دوز روزانه ۵۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن تأثیر معنی داری بر مقادیر CRP در این بیماران نداشت (۱۷). در پژوهشی دیگر، اُووِیل و همکاران(۲۰۱۵) [1] در یک پژوهش حیوانی اثر ترکیبی ۲۱ روز مصرف مکمل تورین و کافئین را بر سطوح پلاسماییCRP موش مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد مصرف تورین به صورت جداگانه و یا در ترکیب با کافئین تأثیر معنی داری بر مقادیرCRP پلاسمایی موش‌ها نداشته است(۳۷). با توجه به اطلاعات موجود، به نظر می رسد مصرف ۲ هفته ای مکمل تورین به مقدار ۳ گرم در روز نمی تواند پاسخ‌های CRP افراد تمرین کرده مقاومتی را پس از یک فعالیت شدید مقاومتی تحت تأثیر قرار دهد. بر خلاف یافته‌های حاضر، روزا و همکاران(۲۰۱۴)[2] پس از بررسی دوره طولانی تر مصرف تورین در آزمودنی‌های انسانی عنوان کردند ۸ هفته مکمل یاری تورین با دوز روزانه ۳ گرم موجب یک کاهش ۲۹ درصدی در مقادیر CRPآزمودنی‌ها شده است (۱۸) . در پژوهش مذکور، مقادیر استراحتی CRP آزمودنی‌ها در حالت ناشتا و در زمان قبل و بعد از دوره مصرف مکمل اندازه گیری شد؛ در حالیکه در پژوهش حاضر، پاسخ حاد CRP متعاقب یک فعالیت مقاومتی شدید مورد ارزیابی قرار گرفت. از طرفی، تفاوت در وضعیت آزمودنی‌ها و همچنین، طولانی تر بوده دوره مصرف در پژوهش مذکور نسبت به پژوهش حاضر(۸ هفته در مقابل ۲ هفته) می تواند از دیگر دلایل احتمالی تفاوت در نتایج باشد. البته تورین ممکن است در کاهش التهاب بیش از حد در طول دوره‌های بهبودی نقش داشته باشد ولی نشانگرهای التهابی با مصرف تورین (۵۰ میلی گرم/کیلوگرم/توده بدن) به مدت ۲۱ روز قبل از تمرین ممکن است تغییری نکند (۳۸) همچنین ممکن است هیچ تغییری در نشانگرهای التهابی (IL-1B، TNF-α، و IL-10) در طول دوره بازگشت بحالت اولیه پس از تمرین مشاهده نشود. این منجر به این گمانه‌زنی می‌شود که تورین ممکن است در چندین مکانیسم مولکولی دیگر ترمیم آسیب عضلانی دخیل باشد، اما ممکن است بتواند استرس اکسیداتیو را مهار کند. با این حال ، تورین ممکن است برای تعادل بین پاسخ سیتوکین و پاسخ ضد التهابی پس از تمرین مفید باشد (۳۹). در کل، انجام پژوهش‌های بیشتر با دوره‌های طولانی تر مکمل یاری نیاز است تا اثرات مصرف تورین بر پاسخ حاد CRP پس از فعالیت در افراد تمرین کرده مشخص گردد. عدم وجود آنالیز بافت عضلانی برای بررسی محتوای تورین داخل سلولی پس از مصرف مکمل حاد با دوز بالا، محدودیت مطالعه حاضر است. به علاوه مطالعات باید اثرات دوره‌های مختلف مکمل تورین را در افراد با سطوح آمادگی جسمانی متفاوت با استفاده از تکنیک‌های پیچیده‌تر برای ارزیابی مکانیسم‌های بیومولکولی در نظر بگیرند. محدودیت‌های دیگر این مطالعه شامل عدم تحقیق، مشکلات گروه‌بندی و حجم نمونه کوچک است که نمی توان بطور دقیق دلیل عدم معنی داری آنزیم‌های CK و LDH و فاکتورهای التهابی را مورد بررسی قرار داد.

با توجه به کمبود مطالعات در زمینهٔ اسید آمینهٔ تورین و رابطه اش با آنزیم‌های CK ، LDH و فاکتورهای التهابی نمی توان نتیجه ای قطعی در این زمینه بیان کرد و مستلزم صورت گرفتن مطالعات بیشتری است و ازآنجایی که این مطالعه روی افراد تمرین کرده مقاومتی صورت گرفته است، پیشنهاد میشود پژوهش‌های مشابه در سطوح مختلف مقاومتی و با دوزهای متفاوت صورت گیرد. یکی از محدودیت‌های خارج از کنترل پژوهشگر شرایط روانی آزمودنی‌ها بودکه سعی محقق بر افزایش انگیزه در بین آزمودنی‌ها بود. از اینرو با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر، می توان با احتیاط گزارش کرد که مصرف این مکمل

1. Oyewole et al
2. Rosa et al

میتواند به عنوان راهگشای بهبود قدرت عضلانی ، آنزیم‌هایCK ، LDH و فاکتورهای التهابی استفاده شود یا نه.

مصرف مکمل تورین با دوز ۳ گرم در روز به مدت ۲ هفته، تأثیر معنی داری بر افزایش قدرت بیشینه عضلات در حرکات پرس سینه و پرس پای مردان تمرین کرده مقاومتی ندارد .همچنین، یافته‌های حاضر نشان داد که مصرف کوتاه مدت این مکمل پاسخ hs-CRPو آنزیم‌های نشان گر آسیب عضلانی، از جمله CK و LDHرا متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید تحت تأثیر قرار نمی دهد.بر اساس یافته‌های حاضر، می توان بیان نمود مصرف مکمل تورین برای ورزشکاران مقاومتی ضروری نیست.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه ی کارشناسی ارشد مصوب در دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت است به این وسیله پژوهش گران از تمام افرادی که در انجام پایان نامه حاضر همکاری داشته اند، قدردانی می نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله هیچ گونه تضاد منافعی در رابطه با انتشار آن ندارند.

منابع

1. Lim E-J, Ahn Y-C, Jang E-S, Lee S-W, Lee S-H, Son C-G. Systematic review and meta-analysis of the prevalence of chronic fatigue syndrome/myalgic encephalomyelitis (CFS/ME). Journal of translational medicine. 2020;18(1):1-15.
2. Liu J, Du C, Wang Y, Yu Z. Anti-fatigue activities of polysaccharides extracted from Hericium erinaceus. Experimental and therapeutic medicine. 2015;9(2):483-7.
3. Kim J, Beak S, Ahn S, Moon BS, Kim BS, Lee SJ, et al. Effects of taurine and ginseng extracts on energy metabolism during exercise and their anti-fatigue properties in mice. Nutr Res Pract. 2022;16(1):33-45.
4. Kim M, Eo H, Lim JG, Lim H, Lim Y. Can Low-Dose of Dietary Vitamin E Supplementation Reduce Exercise-Induced Muscle Damage and Oxidative Stress? A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Nutrients. 2022;14(8):1599.
5. Akbarnejad A, Mousavi Mozafar SM, Kosari E, Koneshlou S. The Effect of Short-Term Taurine Supplementation on Neuromuscular Fatigue and Blood Lactate Levels in High Intensity Interval Exercise. Journal of Sport Biosciences. 2017;9(1):63-74.
6. Stipanuk MH. Role of the liver in regulation of body cysteine and taurine levels: a brief review. Neurochem Res. 2004;29(1):105-10.
7. Rezaei Zonooz S, Abed Natanzi H, Ghazalian F. The effect of ZMA supplementation on inflammatory factors of muscle injury (CK and LDH) following a bout of eccentric resistance exercise in non-athlete woman aged 18 to 28 years. Research in Exercise Nutrition. 2022;1(1):39-1.
8. Tartibian B, Ebrahimi Torkamani B. Inflammatory markers and muscle damage indices response to intense exercise in healthy boys: relationship between the markers. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2016;4(8):31-41.
9. Ilbeigi S, Moazani H, Saghbejoo M, Yousefi M. The effect of recovery methods after a session of exhaustive activity on some performance indicators and muscle damage in teenage soccer players. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2021;14(2):127-36.
10. Fry RW, Morton AR, Garcia-Webb P, Keast D. Monitoring exercise stress by changes in metabolic and hormonal responses over a 24-h period. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1991;63(3):228-34.
11. Rudolph D. McDuleye. Cortisol and effective to exercise. J Sports Sci. 2000;16:121-8.
12. Dhiab AS, Saeed S, Fathi RS. Training for Anaerobic Differential Threshold Stand and its Impact on Lactic Acid Concentration and LDH Enzyme and VO2MaX and Cortisol Hormone for Free 400 m men-runners. International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020;24(05).
13. Mendham AE, Donges CE, Liberts EA, Duffield R. Effects of mode and intensity on the acute exercise-induced IL-6 and CRP responses in a sedentary, overweight population. European journal of applied physiology. 2011;111(6):1035-45.
14. halalkhor f, Aghaei M, Vakili J. Effect of 4 weeks of rock climbing with and without

stimulation. Journal of Applied Physiology. 2009;107(1):144-54.
24. Galan BS, Carvalho FG, Santos PC, Gobbi RB, Kalva-Filho CA, Papoti M, et al. Effects of taurine on markers of muscle damage, inflammatory response and physical performance in triathletes. The Journal of sports medicine and physical fitness. 2017;58(9):1318-24.
25. 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.
26. Callegari GA, Novaes JS, Neto GR, Dias I, Garrido ND, Dani C. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols. Journal of human kinetics. 2017;58(1):65-72.
27. 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. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2014;39(1):101-4.
28. Barker RG, Horvath D, van der Poel C, Murphy RM. Benefits of prenatal taurine supplementation in preventing the onset of acute damage in the Mdx mouse. PLoS currents. 2017;9.
29. Pettitt RW, Niemeyer JD, Sexton PJ, Lipetzky A, Murray SR. Do the noncaffeine ingredients of energy drinks affect metabolic responses to heavy exercise? The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(7):1994-9.
30. Terrill JR, Pinniger GJ, Nair KV, Grounds MD, Arthur PG. Beneficial effects of high dose taurine treatment in juvenile dystrophic mdx mice are offset by growth restriction. PloS one. 2017;12(11):e0187317.
31. Ra S-G, Miyazaki T, Ishikura K, Nagayama H, Komine S, Nakata Y, et al. Combined effect of branched-chain amino acids and taurine supplementation on delayed onset muscle soreness and muscle damage in high-intensity eccentric exercise. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2013;10(1):1-11.
blood flow restriction, on Serum Levels of CRP, LDH and CK in elite rock climbers. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2021;13(2):75-85.
15. Shirvani H, Riahi mola Bari S, Akbarpour Bani M, Kazemzadeh Y. The Effects of Taurine Supplementation with High Intensity Intermittent Exercise on Serum IL-6 and TNF-α in Well-Trained Soccer Players. Journal of Sport Biosciences. 2013;5(2):59-79.
16. Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. Journal of the American Geriatrics Society. 2008;56(11):2045-52.
17. Lak S, Ostadrahimi A, Nagili B, Asghari-Jafarabadi M, Beigzali S, Salehi F, et al. Anti-inflammatory effect of taurine in burned patients. Advanced pharmaceutical bulletin. 2015;5(4):531.
18. Rosa FT, Freitas EC, Deminice R, Jordao AA, Marchini JS. Oxidative stress and inflammation in obesity after taurine supplementation: a double-blind, placebo-controlled study. European journal of nutrition. 2014;53(3):823-30.
19. Ripps H, Shen W. taurine: a “very essential” amino acid. Molecular vision. 2012;18:2673.
20. Zhang M, Bi L, Ai Y, Yang L, Wang H, Liu Z, et al. Effects of taurine supplementation on VDT work induced visual stress. Amino acids. 2004;26(1):59-63.
21. Silva LA, Silveira PC, Ronsani MM, Souza PS, Scheffer D, Vieira LC, et al. Taurine supplementation decreases oxidative stress in skeletal muscle after eccentric exercise. Cell biochemistry and function. 2011;29(1):43-9.
22. Hamilton E, Berg H, Easton C, Bakker AJ. The effect of taurine depletion on the contractile properties and fatigue in fast-twitch skeletal muscle of the mouse. Amino acids. 2006;31(3):273-8.
23. Goodman CA, Horvath D, Stathis C, Mori T, Croft K, Murphy RM, et al. Taurine supplementation increases skeletal muscle force production and protects muscle function during and after high-frequency in vitro

32. McLeay Y, Stannard S, Barnes M. The effect of taurine on the recovery from eccentric exercise-induced muscle damage in males. Antioxidants. 2017;6(4):79.
33. Buzdağlı Y, Eyipınar CD, Tekin A, Şıktar E, Zydecka KS. Effect of Taurine Supplement on Aerobic and Anaerobic Outcomes: Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. 2022.
34. hosseini kakhk a, Khademosharie m, amiriparsa t, Davarzani z. Response of Leptin and C-Reactive Protein to a Single Session Circuit Resistance Exercise in Over-weight Girl Student. Quarterly of Horizon of Medical Sciences. 2012;18(2):55-63.
35. Ammar A, Chtourou H, Hammouda O, Trabelsi K, Chiboub J, Turki M, et al. Acute and delayed responses of C-reactive protein, malondialdehyde and antioxidant markers after resistance training session in elite weightlifters: Effect of time of day. Chronobiology international. 2015;32(9):1211-22.
36. Gubler CM. Examining the relationship of physical activity with inflammation and cardiovascular disease risk: University of Montana; 2007.
37. Oyewole MA. Effect of taurine and caffeine on plasma c-reactive protein and calcium in Wistar rats. African journal of medicine and medical sciences. 2015;44(3):229-36.
38. da Silva JCG, Silva KF, Domingos-Gomes JR, Batista GR, da Silva Freitas ED, Torres VBC, et al. Aerobic exercise with blood flow restriction affects mood state in a similar fashion to high intensity interval exercise. Physiology & behavior. 2019;211:112677.
39. Kurtz JA, VanDusseldorp TA, Doyle JA, Otis JS. Taurine in sports and exercise. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2021;18(1):1-20.