



# پژوهش در تغذیه ورزشی

*The Official Peer-Reviewed Journal of the University of Kurdistan*

❖ تأثیر مکمل سازی عصاره توت فرنگی بر برخی شاخص های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی متعاقب

یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی وامانده ساز در زنان غیرورزشکار..... 1

حسن فرجی، فردین میراحمدی، اوین محمدی

❖ تأثیر 8 هفته تمرین ورزشی تناوبی همراه با مصرف سیاه دانه بر سطوح سرمی واسپین و نیمرخ لیپیدی

زنان چاق..... 11

عبدالرضا کاظمی، مختار قنبرزاده، ضیا نویدی، مهرناز سلطانی

❖ تأثیر مصرف کوتاه مدت مکمل تورین بر قدرت عضلانی و پاسخ شاخص های آسیب عضلانی و hs-CRP

با یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید در مردان تمرین کرده مقاومتی..... 21

محمد رضا فدائی چافی، محمد حسن دشتی خویدکی، سید حسین حجتی

❖ بررسی اثر تعاملی یک دوره تمرینات ورزشی تناوبی با شدت بالا و مکمل سازی دارچین بر سطوح برخی

نشانه های التهابی و ضد التهابی در مردان دارای اضافه وزن..... 35

حدیث بیات، حمیدرضا خالونجاد، مسعود بابایی، نازنین ارنوازی یامچی، محمدعلی آذربایجانی

❖ تأثیر مکمل یاری کراتین و سدیم بیکربنات بر عملکرد بی هوازی، شاخص خستگی و آزمون

عملکردی ویژه فوتسال در فوتسالیست های نخبه طی تمرینات پیش فصل..... 43

ابوالفضل فیجان، فرهاد دریانوش، کوروش فرد نگار، فاطمه حسینی نژاد، نصرت اله فروزان، احمد محرز

❖ تأثیر کوتاه مدت مکمل HMB بر غلظت هورمون های رشد و تستوسترون به دنبال فعالیت مقاومتی

در ورزشکاران..... 53

محمد رحمان رحیمی، شهرام پارساراد





دانشگاه کردستان  
University of Kurdistan  
زانکۆی کوردستان

# فصلنامه پژوهش در تغذیه ورزشی

دوره اول، شماره دوم، 1401

شاپا: 8960-2980

این نشریه با درجه علمی- ترویجی تحت مجوز وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ایران، توسط دانشگاه کردستان منتشر می شود.



دانشگاه کردستان

## فصلنامه پژوهش در تغذیه ورزشی

دوره اول، شماره دوم، 1401

**صاحب امتیاز:** دانشگاه کردستان

**مدیر مسئول:** دکتر محمد رحمان رحیمی

**سر دبیر:** دکتر محمد رحمان رحیمی

**اسامی اعضای هیئت تحریریه:**

| نام و نام خانوادگی   | مرتبه علمی | رشته            | محل خدمت                       | سمت در مجله                              |
|----------------------|------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------------------|
| حمید محبی            | استاد      | متابولیسم ورزشی | دانشگاه گیلان                  | عضو هیئت تحریریه                         |
| فرهاد رحمانی نیا     | استاد      | تغذیه ورزشی     | دانشگاه گیلان                  | عضو هیئت تحریریه                         |
| بهمن میرزایی         | استاد      | علوم ورزشی      | دانشگاه گیلان                  | عضو هیئت تحریریه                         |
| ارسلان دمیرچی        | استاد      | متابولیسم ورزشی | دانشگاه گیلان                  | عضو هیئت تحریریه                         |
| ویتور د سالس پاینلی  |            | تغذیه ورزشی     | دانشگاه سائوپائولو             | عضو هیئت تحریریه                         |
| حسن فرجی             | استادیار   | متابولیسم ورزشی | دانشگاه آزاد (مریوان)          | عضو هیئت تحریریه                         |
| هادی روحانی          | دانشیار    | متابولیسم ورزشی | پژوهشگاه علوم ورزشی            | عضو هیئت تحریریه                         |
| کریم آزاللی علمداری  | دانشیار    | تغذیه ورزشی     | دانشگاه شهید مدنی<br>آذربایجان | عضو هیئت تحریریه                         |
| موسی خلفی            | استادیار   | فیزیولوژی ورزشی | دانشگاه کاشان                  | عضو هیئت تحریریه                         |
| محمد رحمان رحیمی     | دانشیار    | تغذیه ورزشی     | دانشگاه کردستان                | مدیر مسئول، سردبیر و عضو هیئت<br>تحریریه |
| دکتر صابر ساعد موچشی | استادیار   | فیزیولوژی ورزشی | دانشگاه کردستان                | جانشین مدیر مسئول و عضو هیئت<br>تحریریه  |

**طراح گرافیک (لوگو، جلد و صفحه آرایه):** مژگان جمشیدی

**آمارگر:** دکتر امید عیسی نژاد

**ویراستار انگلیسی:** لیلا رحمانی، دکتر عطا مصطفی حمه مراد، دکتر حمه حسین حمه سعید.

**دبیر تخصصی:** هادی گلپسندی

**نشانی مجله:** استان کردستان، سنندج، خیابان پاسداران، دانشگاه کردستان، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، کتابخانه ماموستا هزار، طبقه اول،

دفتر نشریه پژوهش در تغذیه ورزشی، کد پستی ۶۶۱۷۷-۱۵۱۷۵-

**تلفن:** 08733664600 --- داخلی 2606

**رایانامه:** [ren@uok.ac.ir](mailto:ren@uok.ac.ir)

## رویکرد نشریه

نشریه پژوهش در تغذیه ورزشی (Research in Exercise Nutrition) به صورت فصلنامه منتشر می‌گردد و در آن مقالات پژوهشی اصیل (Original Article)، مقالات مروری (Review) و مقالات متاآنالیز (Meta-analysis) در حوزه پژوهش‌های بنیادی، توسعه‌ای، کاربردی و اپیدمیولوژیک و مطالعه‌های بالینی مرتبط با تغذیه ورزشی که قبلاً در هیچ نشریه داخلی و خارجی چاپ نشده باشند، منتشر می‌گردد.

### شرایط پذیرش مقاله:

#### ویژگی‌های کلی مقاله

- مقاله باید نتیجه تحقیقات نویسنده (نویسندگان) باشد.
- مقاله نباید در نشریه دیگری منتشر شده باشد و تا اتمام داوری نیز نباید به مجله دیگری فرستاده شود.
- چاپ مقاله منوط به تأیید نهایی هیئت تحریریه است.
- پذیرش مقاله برای چاپ، پس از تأیید هیئت داوران به آگاهی نویسنده خواهد.
- مسئولیت مطالب و محتوای مقاله بر عهده نویسنده است.
- ویراستار مجله در ویرایش ادبی و فنی مقاله بدون تغییر محتوای آن آزاد است.
- حجم مقاله به هیچ وجه نباید بیش از بیست صفحه شود.
- نام کامل نویسنده، مرتبه علمی، دانشگاه محل تدریس یا تحصیل، رشته تحصیلی، رایانامه، شماره تلفن نویسنده در صفحه جداگانه‌ای ضمیمه شود.
- ارسال مقاله تنها از طریق سامانه پژوهش در تغذیه ورزشی در سامانه نشریات دانشگاه کردستان به نشانی <http://www.researchinexercisenutrition.com/?lang=fa> امکان پذیر است (برای این کار ابتدا باید در سامانه ثبت نام کنید).

اجزای مقاله شامل موارد زیر باشد:

- ❖ **عنوان:** نام کلی مقاله که گویا و بیانگر محتوای مقاله باشد.
- ❖ **مشخصات نویسنده:** شامل نام و نام خانوادگی نویسنده، مرتبه علمی، رشته تحصیلی، دانشگاه محل تدریس یا تحصیل در یک صفح جداگانه ارسال گردد.
- ❖ **چکیده:** شرح جامعی از مقاله با واژه‌های محدود (حداکثر 250 واژه یا ده سطر) شامل تصویری کلی از بیان مسئله، هدف، روش تحقیق و یافته‌ها.
- ❖ **واژه‌های کلیدی:** شامل پنج تا هفت واژه تخصصی که اهمیت آن‌ها در مقاله بیش از سایر واژه‌هاست.
- ❖ **مقدمه:** شامل هدف و ذکر پیشینه پژوهشی مقاله (به اجمال).
- ❖ **پیکره اصلی:** شامل متن اصلی مقاله، مبانی نظری، روش شناسی، تجزیه و تحلیل داده‌ها، یافته‌ها، بحث و نتیجه‌گیری.
- ❖ **متد و روش اجرای کار:** توضیح دقیق و گویا در مورد طرح پژوهش، جامعه و نمونه آماری، مواد و روش‌های اندازه‌گیری و روش‌های آماری.
- ❖ **نتایج:** شرح کامل یافته‌های پژوهش (بدون ارائه اطلاعات هویتی آزمودنی‌ها) در قالب جداول و نمودارهای مختلف.
- ❖ **بحث:** تجزیه و تحلیل یافته‌ها از طریق مقایسه آن با یافته‌های حاصل از مطالعات دیگر، توجیه و تفسیر موارد مشترک و موارد تفاوت و بیان کاربرد احتمالی یافته‌ها و در نهایت نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها حاصل از یافته‌های پژوهش.
- ❖ **تشکر:** تقدیر و تشکر در بخش انتهای مقاله از افراد حقیقی و حقوقی و حامیان اجرای پژوهش.
- ❖ **پی‌نوشت:** در صورت وجود توضیحات ضروری در پایین هر صفحه می‌آید.

- ❖ **منابع:** تمامی رفرنسها از جمله رفرنس های فارسی بصورت زبان انگلیسی آورده شود.
- ❖ فهرست نویسی ارجاعات مقاله به شیوه ونکور و با استفاده از نرم افزار endnote باشد.
- ❖ نام خانوادگی نویسنده (فاصله ) حرف اول نام کوچک (نقطه) عنوان مقاله (نقطه) نام مجله (فاصله) سال انتشار (فاصله ) ماه (؛) جلد یا دوره ی انتشار (شماره ؛) شماره صفحات.
- ❖ به طور مثال:
- ❖ Morrato EH, Hill JO, Wyatt HR, Ghushchyan V, Sullivan PW. Are health care professionals advising patients with diabetes or at risk for developing diabetes to exercise more? Diabetes care. 2006;29(3):543-8.
- ❖ **چکیده انگلیسی:** با قلم Times New Roman با اندازه 11 (تا 1000 واژه).
- ❖ لازم به ذکر می باشد که محتوای چکیده انگلیسی باید کاملاً منطبق با چکیده فارسی باشد.
- ❖ داشتن آدرس رایانامه دانشگاهی و شناساگر نویسنده (ORCID) برای نویسندگان به ویژه نویسنده مسئول الزامی است.
- ❖ فرم تعارض منافع نویسنده با مهر و امضاء نویسنده ی مسئول مقاله، پیوست مقاله باشد.
- ❖ تمام مقالات دارای دسترس باز هستند که از \$ CC BY تبعیت می کنند.

## فهرست مقالات

- تأثیر مکمل سازی عصاره توت فرنگی بر برخی شاخص های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی وامانده ساز در زنان غیرورزشکار .....1
- حسن فرجی، فردین میراحمدی، اوین محمدی**
- تأثیر 8 هفته تمرین ورزشی تناوبی همراه با مصرف سیاه دانه بر سطوح سرمی واسپین و نیمرخ لیپیدی زنان چاق .....11
- عبدالرضا کاظمی، مختار قنبرزاده، ضیا نویدی، مهرناز سلطانی**
- تأثیر مصرف کوتاه مدت مکمل تورین بر قدرت عضلانی و پاسخ شاخص های آسیب عضلانی و hs-CRP با یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید در مردان تمرین کرده مقاومتی .....21
- محمد رضا فدائی چافی، محمد حسن دشتی خویدکی، سید حسین حجتی**
- بررسی اثر تعاملی یک دوره تمرینات ورزشی تناوبی با شدت بالا و مکمل سازی دارچین بر سطوح برخی نشانگرهای التهابی و ضد التهابی در مردان دارای اضافه وزن .....35
- حدیث بیات، حمیدرضا خالونجاده، مسعود بابایی، نازنین ارنوازی یامچی، محمدعلی آذربایجانی**
- تأثیر مکمل یاری کراتین و سدیم بیکربنات بر عملکرد بی هوازی، شاخص خستگی و آزمون عملکردی ویژه فوتسال در فوتسالیست های نخبه طی تمرینات پیش فصل .....43
- ابوالفضل فیجان، فرهاد دریانوش، کوروش فرد نگار، فاطمه حسینی نژاد، نصرت اله فروزان، احمد محرز**
- تأثیر کوتاه مدت مکمل HMB بر غلظت هورمون های رشد و تستوسترون به دنبال فعالیت مقاومتی در ورزشکاران .....53
- محمد رحمان رحیمی، شهرام پارساراد**

## سخن سردبیر

خدا را شاکرم که فرصتی دست داد تا به بهانه انتشار اولین شماره نشریه دوزبانه **پژوهش در تغذیه ورزشی (REN)** که اولین نشریه تخصصی تغذیه ورزشی در ایران می باشد با نویسندگان و خوانندگان گرامی به گفتگو پردازم. تغذیه ورزشی یکی از موضوعات جالب در حیطه تربیت بدنی و علوم ورزشی می باشد که پژوهش در این زمینه می تواند منجر به ارتقا سطح آمادگی جسمانی ورزشکاران و ارتقاء سلامت گردد و این امر بدون مشارکت نویسندگان گرامی و شما خوانندگان عزیز امکان پذیر نخواهد بود. امید است با دریافت مقاله های اصیل علمی از پژوهشگران جوان و اساتید برجسته رشته علوم ورزشی بتوانیم بر غنای علمی نشریه بیافزاییم. در پایان از تمام همکاران نشریه که سبب بهبود و ارتقاء سطح علمی نشریه هستند، تشکر و قدردانی می نمایم.

و من الله التوفیق

دکتر محمد رحمان رحیمی

سردبیر نشریه پژوهش در تغذیه ورزشی



## تأثیر مکمل سازی عصاره توت فرنگی بر برخی شاخص های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی وامانده ساز در زنان غیرورزشکار

حسن فرجی<sup>✉1</sup>، فردین میراحمدی<sup>2</sup>، اوین محمدی<sup>3</sup>

تاریخ پذیرش: 1401/4/18

تاریخ دریافت: 1401/1/20

### چکیده

**هدف:** در پژوهش حاضر اثر عصاره توت فرنگی بر برخی شاخص های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت مقاومتی حاد در زنان غیر ورزشکار بررسی شد.

**روش شناسی:** 14 دختر سالم غیرورزشکار در یک پژوهش تصادفی، دوسوکور، کنترل شده با دارونما، متقاطع در دو شرایط مکمل و دارونما (قد:  $162/5 \pm 2/7$ ، وزن:  $70/4 \pm 6/3$ ، شاخص توده بدن:  $26/7 \pm 1/2$ ، سن:  $24/7 \pm 3/5$ ) قرار گرفتند. آزمودنی ها به مدت 14 روز قبل از یک جلسه تمرین مقاومتی مکمل عصاره توت فرنگی یا دارونما (مالتودکسترین)، 350 میلی گرم دوبار در روز، را مصرف نمودند. نمونه های خونی سرم جهت بررسی ظرفیت آنتی اکسیدانی تام، مالون دی آلدئید، پروتئین واکنش پذیر C و کراتین کیناز، قبل از دوره مکمل سازی (پایه)، پیش و پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی حاد جمع آوری شدند.

**یافته ها:** ظرفیت آنتی اکسیدانی تام در شرایط مکمل و در مرحله قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل سازی بالاتر بود ( $p < 0/05$ ). سطوح مالون دی آلدئید در شرایط دارونما و در مراحل قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی، بالاتر از شرایط مکمل بود ( $p < 0/05$ ). پروتئین واکنش پذیر C تغییر معناداری نداشت ( $p > 0/05$ ). سطوح کراتین کیناز در شرایط دارونما، پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل سازی و قبل فعالیت مقاومتی بالاتر بود ( $p < 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مکمل عصاره توت فرنگی ممکن است در کاهش استرس اکسایشی سلولی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی شدید نقش داشته باشد.

**واژگان کلیدی:** عصاره توت فرنگی، التهاب، فعالیت ورزشی مقاومتی، استرس اکسایشی.

1- استادیار، دکتری تخصصی

فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی،

واحد مریوان، مریوان، ایران

✉ نویسنده مسئول:

farajienator@gmail.com

2. استادیار، دکتری تخصصی صنایع

غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی،

دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی

سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد

سنندج، سنندج، ایران

3. دبیر تربیت بدنی، آموزش و

پرورش مریوان، مریوان، ایران.

ISSN:2980-8960

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

### ارجاع دهی:

فرجی، حسن. تأثیر مکمل سازی عصاره توت فرنگی بر برخی شاخص های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی وامانده ساز در زنان غیرورزشکار، 1401؛ 1(2): 1-10. doi: 10.34785/J019.2023.001



## The effect of strawberry extract supplementation on some oxidative, inflammatory and cellular damage indicators after a session of exhausting resistance exercise in non-athlete women

Hassan Faraji<sup>1✉</sup>, Fardin mirahmad<sup>2</sup>, Avin Mohammadi<sup>3</sup>

Received: 2022/04/09

Accepted: 2022/07/09

### Abstract

**Introduction:** In the present study, the effect of strawberry extract on some oxidative, inflammatory and cellular damage indices due to acute resistance exercise in non-athlete women was investigated.

**Materials:** 14 healthy non-athlete girls in a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study in two complementary and placebo conditions (height: 162.5  $\pm$  7.2, weight: 70.4  $\pm$  6.3, body mass index: 26.7  $\pm$  1, age: 24.7  $\pm$  3.5). Subjects took 350 mg twice daily for 14 days before a resistance training session with strawberry extract or placebo (maltodextrin) supplement. Serum blood samples were collected for total antioxidant capacity, malondialdehyde, reactive protein C and creatine kinase, before the supplementation period (baseline), before and after a session of acute resistance exercise.

**Results:** Total antioxidant capacity in complementary conditions before resistance exercise and after resistance exercise was higher than before supplementation ( $p < 0.05$ ). Malondialdehyde levels were higher than complementary conditions in placebo conditions and in the stages before resistance exercise and after resistance exercise ( $p < 0.05$ ). C-reactive protein did not change significantly ( $p < 0.05$ ). Creatine kinase levels in placebo conditions were higher after resistance activity than before supplementation and before resistance activity ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The results of the present study showed that strawberry extract supplementation may play a role in reducing cellular oxidative stress and cell damage due to strenuous exercise.

**Keywords:** Strawberry extract, inflammation, resistance exercise, oxidative stress.

<sup>1✉</sup> Assistant Professor of exercise physiology, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Marivan Azad University, Marivan, Kurdistan, Iran. Orcid: 0000-0001-5053-7648.

<sup>2</sup> Assistant Professor of Food Science and Industry, Department of Food Science and Industry, Sanandaj University of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Sanandaj Branch, Sanandaj, Iran.

<sup>3</sup> Secretary of Physical Education, Marivan Education, Marivan, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

### Citation:

Faraji, H. The effect of strawberry extract supplementation on some oxidative, inflammatory and cellular damage indicators after a session of exhausting resistance exercise in non-athlete women. *Research in Exercise Nutrition*, 2022; 1(2): 1-10. doi: 10.34785/J019.2023.001

## مقدمه

یک محیط گرم را کاهش داده است (4). چانگ و همکاران (2010) گزارش داد که مصرف یک رژیم غذایی با پلی فنول بالا (برگ‌های سیب زمینی شیرین بنفش) به مدت 7 روز می‌تواند وضعیت آنتی اکسیدانی را بهبود داده و آسیب اکسیداتیو ناشی از ورزش و ترشح سیتوکین‌های پیش التهابی را کاهش داده است (5). در پژوهش دیگری، ترکیب پلی فنول‌ها (کاتچین‌ها، اسید کلروژنیک، اسید الازیک و کوئرستین) عملکرد شنای موش‌ها را افزایش داد (6). در این پژوهش پلی فنول‌ها غلظت ATP و گلیکوزن را در عضله افزایش داده و سطح مالون دی‌آلدئید را در کبد، عضله و خون کاهش داده است. پروآنتی‌اکسیدان‌های اولیگوامریک موجود در انگور، کاکائو و سیب می‌توانند با یک عمل محافظتی در حین انجام فعالیت ورزشی، عملکرد ورزشکاران را افزایش دهند. جالبتر اینکه، در مقایسه با آنتی اکسیدان‌های دیگر که می‌توانند مسیرهای اکسیداسیون میتوکندری را در سازگاری با ورزش مختل کنند، پلی فنول‌ها مسیرهای اکسایش میتوکندری را تعدیل می‌کنند. بنابراین ممکن است پلی فنول‌ها در مقایسه با سایر آنتی اکسیدان‌ها به عنوان مکمل مناسب برای فعالیت ورزشی در نظر گرفته شوند (3).

میوه، عصاره و آب توت فرنگی، غنی از پلی فنول‌های آنتوسیانین و مواد فیتوکیمیکال‌ها (اسید الازیک، آنتوسیانین، کوئرستین و کاتچین)، ویتامین‌ها (اسید اسکوربیک و اسید فولیک) و مواد معدنی (اسیدهای آلی مثل مالیک، تارتاریک و سیتریک) است که در میان منابع غذایی پلی فنول‌ها و آنتی اکسیدان‌ها، دارای ظرفیت بسیار بالایی است (7). عناصر تشکیل دهنده آنتوسیانین موجود در توت فرنگی بهترین ترکیبات پلی فنلی شناخته شده از نظر کمی است، به طوری که بیش از 25 آنتوسیانین مختلف در آن وجود دارد (8). تاکنون اثرات احتمالی مکمل توت فرنگی بر شاخص‌های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی در هیچ پژوهشی بررسی نشده است. بنابراین، در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر مکمل سازی توت فرنگی بر برخی شاخص‌های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی در افراد غیر ورزشکار پرداخته شد.

## روش‌شناسی

پژوهش حاضر در قالب طرح‌های نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون، دو شرایطی (مکمل و دارونما)، متقاطع، تصادفی و به‌صورت دوسوکور انجام گردید. جامع آماری شامل زنان غیرورزشکار سالم جوان بود. برای انجام فعالیت پژوهشی، از بین افرادی که اعلام آمادگی کرده بودند و با توجه به شرایط ورود به تحقیق شامل: سالم بودن (با توجه به سوابق پزشکی)، سن 20 تا

انواع مختلف فعالیت‌های ورزشی تولید رادیکال‌های آزاد در بدن را تشدید می‌نماید. رادیکال‌های آزاد مسبب ایجاد آسیب در مولکول‌های زنده بدن از جمله لیپیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و DNA است. در مقابل، دستگاه دفاع ضد اکسایشی آنزیمی و غیر آنزیمی بدن وظیفه مقابله با آثار سوء رادیکال‌های آزاد را بر عهده دارد. به طور کلی، فشار اکسایشی به‌واسطه افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن یا کاهش سطح این ضد اکساینده‌ها است. محصولات استرس اکسیداتیو در طول فعالیت ورزشی می‌تواند در بافت‌های مختلف تولید شود اما بیشتر عضله اسکلتی به عنوان منبع اصلی تولید گونه‌های فعال اکسیژن در نظر گرفته شده است (1). وجود و پایداری زیاد گونه‌های فعال اکسیژن در غلظت‌های کنترل نشده، می‌تواند منجر به آسیب و صدمه اکسیداتیو شوند و نقش منفی در بازسازی و ترمیم عضلات ایجاد کنند. مسیرها و مکانیسم‌های اصلی تولید گونه‌های فعال اکسیژن در عضلات فعال حین فعالیت حاد ورزشی شامل میتوکندری، گزانتین اکسیداز، نیکوتین آمید آدنین دینوکلوئید فسفات اکسیداز، فرآیندهای وابسته به فسفولیپاز A2 و برخی سلول‌های ایمنی از جمله ماکروفاژها، مونوسیت‌ها، ائوزینوفیل‌ها و نوتروفیل‌ها هستند (1).

رژیم غذایی به عنوان یکی از منابع اصلی آنتی اکسیدانی شناخته شده است که می‌تواند به محافظت در برابر تولید رادیکال‌های آزاد و آسیب اکسیداتیو، القای مسیرهای سیگنالینگ مرتبط با آنتی اکسیدان‌ها، ارتقا سیستم دفاعی آنتی اکسیدان درون زاء، کاهش استرس اکسیداتیو و در نتیجه پیشگیری از اختلالات مربوط به استرس اکسایشی کمک کند. پلی فنول‌ها ترکیبات فیتوشیمیایی طبیعی شامل اسیدهای فنلیک، فلاونوئیدها، استیلین‌ها، لیگنان‌ها و لیگنان‌های پلیمری هستند که در غذاهای کامل گیاهی شناسایی می‌شوند. پلی فنول‌های غذایی دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی هستند و می‌توانند برخی از مسیرهای مهم سیگنالینگ سلولی NF-κB، پروتئین کینازهای فعال شده با میتوژن (MAPK) و فاکتور 2 مربوط به اریترئوئید 2 با عامل هسته‌ای (Nrf2) را تعدیل کنند (2). معروف‌ترین خواص پلی فنول‌ها مهار رادیکال‌های سوپراکسید، هیدروکسیل و پراکسیل و همچنین مهار پراکسیداسیون لیپید، تشکیل رادیکال واسطه آهن و جلوگیری از تخلیه رادیکال ویتامین E و β کاروتن است. برخی از اثرات محافظتی در برابر استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش توسط مکمل‌های پلی فنول نشان داده شده است (3). تجویز 150 گرم در روز بلوبری، منابع غنی از پلی فنول، به‌طور قابل‌توجهی سطح سرمی رادیکال‌های آزاد را در ورزشکاران در

30 سال، نداشتن رژیم غذایی خاص، نداشتن بیماری های قلبی-عروقی، عدم مصرف سیگار، داروهای خاص، الکل و مکمل های ضدالتهابی، ورزشکار نبودن (نداشتن فعالیت ورزشی منظم در طول 6 ماه گذشته قبل از شروع پژوهش)، در نهایت 14 نفر (در اوایل مرحله فولیکولی چرخه ماهیانه) به صورت تصادفی انتخاب و هر کدام از افراد دو شرایط مکمل و دارونما را تجربه نمودند. مشخصات فیزیولوژیکی آزمودنی ها در جدول شماره 1 گزارش

شده است. شاخص های ورودی پژوهش عبارتند از: سلامت بدنی (با توجه به پرسشنامه پزشکی)، دامنه سنی بین 20 تا 30 سال، نداشتن رژیم غذایی خاص یا محدود کننده، عدم مصرف تنباکو، داروهای خاص، الکل و مکمل های ورزشی (از 6 ماه قبل)، آشنایی با فعالیت ورزشی مقاومتی، ورزشکار نبودن (نداشتن فعالیت ورزشی منظم طی 6 ماه قبل از شروع پژوهش).

جدول (1): مشخصات فیزیولوژیکی آزمودنی ها

|            |                                      |
|------------|--------------------------------------|
| 24/75± 3/5 | سن (سال)                             |
| 162/5± 2/7 | قد (سانتی متر)                       |
| 70/4± 6/3  | وزن (کیلوگرم)                        |
| 26/7± 1/2  | شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع) |
| 31/3± 4/8  | چربی بدن (درصد)                      |

ابتدا جلسه توجیهی با حضور پژوهشگر و همکاران علمی پژوهش برای آشنا نمودن آزمودنی ها با نحوه ی اجرای کار، مشخص نمودن شرایط های پژوهش، روز شروع، نوبت های مصرف مکمل و جلسه برگزاری فعالیت و سایر توضیحات لازم، برگزار شد. در این جلسه از آزمودنی ها درخواست شد که از هرگونه فعالیت ورزشی غیر از پروتکل تحقیقی خودداری کنند و الگوی غذایی خود را تغییر ندهند و یادآمد غذایی 24 ساعته را نیز قبل از روزهای آزمون تکمیل و اجرا کنند. سپس همه آزمودنی ها فرم رضایت نامه جهت شرکت در تحقیق حاضر را امضاء کردند.

یک هفته قبل از شروع پروتکل مصرف مکمل، تمامی آزمودنی ها به سالن آمادگی جسمانی و بدنسازی فراخوانده شدند تا هم با شیوه مناسب جابجا کردن وزنه ها و تکنیک صحیح نفس گیری آشنا شده و هم قدرت حداکثر آنها بصورت آزمون یک تکراری بیشینه در حرکات مورد نظر محاسبه گردد. برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول زیر استفاده شد.

وزنه جابه جا شده (کیلو گرم)

= یک تکرار بیشینه

[ (V × 0.278) + (0.278 × تعداد تکرار تا خستگی) - 0.278 ]

دو هفته بعد از مصرف مکمل، هردو گروه آزمودنی برای اجرای آزمون پس از حدود 10 دقیقه گرم کردن در یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت 70 درصد یک تکرار بیشینه که شامل اجرای 3 نوبت با تکرار 8 تا 10 تایی و ست سوم ادامه حرکت تا حد واماندگی از 7 ایستگاه (پرس سینه، زیربغل با دستگاه، پرس پا، جلو ران، جلو بازو با هالتر، خم کردن زانو و سر شانه با هالتر) بود، شرکت کردند (9). تمامی حرکات تحت نظارت پژوهشگر و

همکاران مربی و متخصص تمرینی در سالن آمادگی جسمانی و بدنسازی اجرا شد.

عصاره گیری این تحقیق در بهار و در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج انجام شد. برای تهیه مکمل مورد نیاز پژوهش حاضر، میوه ی توت فرنگی نوع کردستان از مناطق مختلف باغ های روستای قصریان شهرستان سنندج جمع آوری شد. به منظور بهینه سازی استخراج ترکیبات فنولی و فلاونویدی و بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی، توت فرنگی بلافاصله بعد از جمع آوری و جدا سازی ناخالصی ها در بسته های نایلونی بسته بندی و در دمای 20- درجه سانتیگراد تا زمان آزمایش نگهداری شد. میوه ها پس از تمیز کردن در دمای محیط و جدا کردن ناخالصی ها، کاملاً خرد شده و جهت تهیه عصاره فنولی از حلال آب استفاده گردید. میزان حلال برای تهیه عصاره به نسبت 4 تا 10 به 1 میوه توت فرنگی (در این تحقیق 5 به 1 کار شد) می باشد. محلول حاصل به مدت 24 ساعت در محیط تاریک، بسته و در دمای اتاق قرار گرفت و پس از صاف شدن توسط کاغذ صافی واتمن شماره 1، به کمک قیف بوختر تحت خلاء، توسط اواپراتور تحت خلاء مدل (Heidolph) ساخت آلمان، (دما 45 درجه سلیسیوس و 270 دور در دقیقه) به صورت پودر عصاره استخراج انجام شد. از روش فریز درایر (70- درجه سلیسیوس) برای خارج کردن آب و تبدیل به پودر استفاده شد. پودر تولیدی و دارونما (مالتودکسترین)، در کپسول های خوراکی 350 میلی گرمی قرار داده شد که در هر روز دو وعده پس از نهار و شام و به مدت 14 روز توسط آزمودنی ها در دو شرایط مکمل و دارونما بصورت دوسوکور مصرف شد (10). پس

در خصوص ظرفیت آنتی اکسیدان، نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر نشان داد که اثر شرایط ( $p=0/001$ ,  $F=176/15$ )، مراحل ( $p=0/001$ ,  $F=113/86$ ) و تعامل شرایط در مراحل ( $p=0/001$ ,  $F=47/62$ ) معنادار است. لذا در جهت مشخص شدن محل تفاوت ها و نظر به پذیرفتن فرض کرویت ماخلی، از آزمون تعقیبی بونفرونی جهت مقایسه میانگین ها استفاده شد. در جدول شماره 2 نتایج مربوط به ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و سایر متغیرها در مراحل قبل از مکمل سازی، قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی نشان داده شده است.

ظرفیت تام آنتی اکسیدانی تام پس از 14 روز مصرف مکمل عصاره توت فرنگی نسبت به قبل از مکمل سازی افزایش معنادار داشته است ( $p=0/001$ )، همچنین پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل سازی بالاتر بود ( $p=0/003$ ).

مالون دی آلدئید پس از 14 روز مصرف مکمل عصاره توت فرنگی نسبت به قبل از مکمل سازی افزایش معنادار داشته است ( $p=0/024$ )، سطوح مالون دی آلدئید در شرایط دارونما و در مراحل قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی، بالاتر از شرایط مکمل بود ( $p=0/001$ )، همچنین پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل سازی و قبل فعالیت مقاومتی بالاتر بود ( $p=0/001$ ).

پروتئین واکنش پذیر C پس از 14 روز مصرف مکمل عصاره توت فرنگی نسبت به قبل از مکمل سازی تغییر معناداری نداشت ( $p=0/156$ ).

کراتین کیناز پس از 14 روز مصرف مکمل عصاره توت فرنگی نسبت به قبل از مکمل سازی افزایش معنادار داشته است ( $p=0/001$ )، در شرایط مکمل، سطوح کراتین کیناز در مرحله پس از فعالیت مقاومتی بیشتر از مرحله قبل از فعالیت مقاومتی بود ( $p=0/017$ )، در شرایط دارونما و در مرحله پس از فعالیت مقاومتی بالاتر از شرایط مکمل بود ( $p=0/021$ )، همچنین سطوح کراتین کیناز در این شرایط، پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل سازی و قبل فعالیت مقاومتی بالاتر بود ( $p=0/001$ ).

از دو هفته پاکسازی (11) جای آزمودنی ها در دو شرایط مکمل و دارونما عوض شده و سپس آزمون و خونگیری تکرار شد. نمونه گیری خون بازویی آزمودنی ها در مرحله اول قبل از مکمل سازی پس از 10 ساعت ناشتا (8 صبح) گرفته شد. خونگیری پس از 14 روز مکمل سازی در روز پانزدهم بصورت ناشتا و بلافاصله پس از فعالیت ورزشی نیز تکرار شد. از همه آزمودنی ها خواسته شد 24 ساعت قبل از نمونه گیری خون از مصرف کافئین و هرگونه دارویی خودداری کنند. نمونه های خونی به مدت 10 دقیقه با سرعت 3000 دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. پلاسما به دست آمده به وسیله نمونه بردار در میکروتیوب ریخته و بلافاصله در فریزر 20- درجه سانتیگراد قرار داده شدند.

آزمون ظرفیت آنتی اکسیدان (قدرت آنتی اکسیدانی احیاءکننده آهن) با استفاده از کیت شناسایی رنگ سنجی با شماره کاتالوگ IK043-H1 از شرکت ARBOR ASSAYS انجام گرفت. برای تعیین میزان کمی پروتئین واکنش پذیر C از کیت سنجش با حساسیت بالای ELISA ساخت شرکت بيو تکنو (Bio-Techno) استفاده شد. سنجش مقدار کراتین کیناز با استفاده از کیت CK-MB شرکت پیشتاز طب انجام گرفت. برای سنجش مالون دی آلدئید، به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپید نیز از روش Aust Buege استفاده شد (12).

## تجزیه و تحلیل آماری

آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی طبیعی بودن و نرمال بودن داده ها استفاده شد. از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر طرح  $3 \times 2$  (دو شرایط در سه زمان) بکار برده شد. برای بررسی و تعیین محل دقیق اختلاف میانگین ها از آزمون آماری تعقیبی بونفرونی بکار گرفته شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 22 در سطح معنی داری ( $P \leq 0/05$ ) به کار گرفته شد.

## یافته ها

جدول (2): سطوح متغیرهای پژوهش قبل و پس از مکمل سازی در دو شرایط مکمل و دارونما

| شرایط مکمل     | شرایط دارونما  | ظرفیت آنتی اکسیدانی کل (میکرو مول بر لیتر) | قبل از مکمل سازی |
|----------------|----------------|--------------------------------------------|------------------|
| 638/3 ± 85/9   | 684/6 ± 93/7   | قبل از فعالیت مقاومتی                      | §722/1 ± 135/6   |
| +975/5 ± 104/4 | §665/5 ± 119/2 | پس از فعالیت مقاومتی                       | +830/8 ± 98/1    |
| 4/1 ± 0/3      | 4/3 ± 0/4      | قبل از مکمل سازی                           | §4/4 ± 0/7       |
| 3/1 ± 0/8      | §4/4 ± 0/7     | قبل از فعالیت مقاومتی                      | ¥4/8 ± 0/9       |
| ¥4/8 ± 0/9     | †¥6/9 ± 0/6    | پس از فعالیت مقاومتی                       | 2/9 ± 0/2        |
| 3/1 ± 0/4      | 2/9 ± 0/2      | قبل از مکمل سازی                           | 3/1 ± 0/4        |
| 2/7 ± 0/6      | 3/1 ± 0/4      | قبل از فعالیت مقاومتی                      | 3/4 ± 0/8        |
| 3/2 ± 0/8      | 3/4 ± 0/8      | پس از فعالیت مقاومتی                       | 475/8 ± 112/4    |
| 430/1 ± 102/5  | 475/8 ± 112/4  | قبل از مکمل سازی                           | 413/9 ± 105/1    |
| 396/8 ± 123/4  | 413/9 ± 105/1  | قبل از فعالیت مقاومتی                      | ¥639/4 ± 186/3   |
| 505/8 ± 206/7  | ¥639/4 ± 186/3 | پس از فعالیت مقاومتی                       |                  |

§: تفاوت معنادار با شرایط مکمل.

†: تفاوت معنادار با قبل از مکمل سازی.

¥: تفاوت معنادار با قبل از فعالیت مقاومتی.

## بحث و نتیجه گیری

بر خلاف ورزش هوازی، که در آن افزایش تنفس میتوکندری علت اصلی افزایش فاکتورهای اکسایشی محسوب می شود، پیشنهاد شده است که تولید رادیکال و استرس اکسیداتیو متعاقب فعالیت مقاومتی تا حد زیادی همراه با دوره های کوتاه ایسکمی به دنبال آن خونرسانی مجدد از انقباض شدید عضلانی، فعالیت مقادیر افزایش یافته آنزیم ها (گراتین و NADPH اکسیداز)، متابولیسم پروستاگلندین، انفجار تنفسی فاگوسیتیک، اختلال پروتئین های حاوی آهن و همچنین هومئوستازیس تغییر یافته کلسیم درون سلولی است. همچنین شروع مهاجرت سلول های التهابی به منطقه آسیب دیده ناشی از فعالیت های مقاومتی با افزایش التهاب همراه است (1). در پژوهش حاضر اثر مکمل سازی توت فرنگی بر برخی شاخص های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی بررسی شد.

یکی از یافته های پژوهش ما این بود که مصرف مکمل توت فرنگی به مدت 14 روز، موجب افزایش معنی داری در مقدار ظرفیت آنتی اکسیدان تام نسبت به قبل از دوره مکمل سازی و شرایط دارونما گردید. ظرفیت آنتی اکسیدان تام توانایی آنتی اکسیدانهای دریافتی برای برداشت رادیکالهای آزاد را توصیف می

کند (2) و بنظر می رسد عصاره توت فرنگی این اثر را داشته است. سازوکار تأثیرگذاری مکمل توت فرنگی در افزایش ظرفیت آنتی اکسیدان تام احتمالاً به این صورت است که توت فرنگی علاوه بر ویتامین ها و مواد معدنی مختلف، منبع مطلوبی برای پلی فنل ها می باشد و براساس مطالعات انجام گرفته پلی فنل ها آنتی اکسیدان های قوی هستند که هم می توانند ظرفیت آنتی اکسیدانی را بالا برده و هم می توانند رادیکال های آزاد را خنثی نموده و اثرات مضر سیتوتوکسیک این ترکیبات مهاجم را کاهش دهد (13). در یک پژوهش کنترل شده آزمایشگاهی سوارز و همکاران (2011) نشان دادند که مصرف کوتاه مدت توت فرنگی (10 روز) باعث افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی می شود و گزارش کردند که توت فرنگی دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی بالایی است که رابطه مثبتی با محتوای ترکیبات پلی فنلی و به طور خاص، آنتوسیانین ها دارد (14). نتیجه دیگر پژوهش حاضر در خصوص متغیر مذکور این بود که ظرفیت آنتی اکسیدان تام پس از فعالیت مقاومتی در شرایط مصرف مکمل بطور معناداری بالاتر از شرایط دارونما بود و این امر بیانگر اثر حفاظتی مکمل حتی پس از انجام فعالیت ورزشی شدید است. اگرچه تابحال اثر عصاره توت فرنگی روی این عامل در هیچ پژوهشی گزارش نشده



مالون دی آلدئید، بررسی سایر تحقیقات مرتبط با آثار ضد اکسایشی آنتی اکسیدانهای گیاهی، که به صورت دوره های مکمل گیری کوتاه بود، نشان داد که مکمل آب میوه نارنج قرمز تازه، آب میوه سیب با دام هندی، عصاره گیلاس و هسته انگور در تعدیل پاسخ مالون دی آلدئید به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید نقش داشته اند (2)، که با نتایج پژوهش ما همسو می باشند. گزارش شده است که تأثیر مصرف توت فرنگی ممکن است فراتر از میزان اثر مستقیم آنتی اکسیدانی آن باشد (14). اطلاعات آزمایشگاهی نشان داده است که خواص آنتی اکسیدانی فلاونوئیدهای توت فرنگی که بطور موضعی در غشای سلولی و محل های لیپوپروتئین قرار گرفته است که به طور کلی به عنوان اهدافی برای پراکسیداسیون لیپیدها عمل می کنند، یک اثر متقابل محافظتی فلاونوئیدها با لایه های دو لایه لیپیدی را نشان می دهد (7). این مکانیسم عمل می تواند تا حدودی نقش توت فرنگی را برای نتیجه پژوهش ما در خصوص تعدیل مالون دی آلدئید ناشی از کاهش عوامل فشارزای اکسیداتیو در پراکسیداسیون لیپیدی را توضیح دهد.

پروتئین واکنش پذیر C یک پروتئین واکنش دهنده فاز حاد است که توسط سلولهای کبدی در پاسخ به افزایش در اینترلوکین 6- تولید می شود. افزایش سطح آن با التهاب سیستمیک ارتباط دارد. در برخی مطالعات افزایش این فاکتور پس از فعالیت ورزشی شدید گزارش شده است (23) که در تعدادی دیگر این نتیجه گزارش نشده است (24). در پژوهش حاضر پروتئین واکنش پذیر C در مراحل و شرایط مختلف تغییر معناداری نداشت. مشابه با نتایج پژوهش حاضر مدهام<sup>1</sup> و همکاران (2011) در پژوهشی روی 12 مرد کم تحرک گزارش کردند که یک جلسه فعالیت استقامتی یا مقاومتی تغییری در سطوح پروتئین واکنش پذیر C بلافاصله و سه ساعت پس از فعالیت نداشته است (24). در پژوهشی دیگر یک وهله فعالیت استقامتی در 12 مرد غیرورزشکار، تغییری در سطوح پروتئین واکنش پذیر C بلافاصله پس از فعالیت تا 7 روز ایجاد نکرد (25). اگرچه گزارش شده است که مواد آنتی اکسیدانی باعث کاهش سطوح پروتئین واکنش پذیر C می شوند (26) اما در پژوهش حاضر سطوح آن پس از فعالیت تغییری نکرد و در این شرایط مکمل اثری روی آن نداشته است و همچنین سطوح استراحتی این فاکتور نیز متاثر از مصرف توت فرنگی نبود ممکن است بدلیل سطوح طبیعی آن در آزمودنی های ما، دوره مکمل سازی کوتاه و یا مقدار مصرف مکمل بوده باشد. به هرحال در مطالعات گذشته مصرف ترکیبی آنتی اکسیدانها

است اما این نتیجه با مطالعاتی که سایر آنتی اکسیدانها را در این شرایط بررسی کرده اند (15, 16) همخوانی دارد و با نتایج برخی دیگر (17) همسو نیست. از سوی دیگر اثر فعالیت ورزشی حاد روی ظرفیت آنتی اکسیدان تام هنوز به روشنی مشخص نیست بطوری که در مطالعات کاهش (18)، افزایش (19) و عدم تغییر (17) این متغیر را گزارش کرده اند که نتایج پژوهش حاضر با پژوهش خسروی و همکاران (1398)، که ظرفیت آنتی اکسیدان تام پس از فعالیت ورزشی تغییر معناداری نداشت ( $p>0/05$ )، همسو است. باید تأکید کرد که سطح ظرفیت آنتی اکسیدان تام همیشه تغییر نمی کند و واکنش آن تحت تأثیر شدت، حجم و مدت فعالیت ورزشی و همچنین سایر عوامل درون زا (ژنومی و فنوتیپی) و برونزا قرار می گیرد (20) و عدم همخوانی نتایج ممکن است به این دلایل باشد.

تجزیه پراکسیدهای ناپایدار و مشتق شده از اسیدهای چرب غیر اشباع منجر به تشکیل مالون دی آلدئید می شود که این فاکتور بعنوان یک شاخص پراکسیداسیون لیپید شناسایی شده است (21). بسیاری از مطالعات گذشته گزارش کرده اند که سطوح مالون دی آلدئید پس از یک وهله فعالیت شدید افزایش پیدا کرده است (22). در پژوهش ما نیز سطوح آن پس از فعالیت مقاومتی افزایش معناداری نشان داد که در راستای نتایج مطالعات قبلی در این زمینه بود. اما سطوح این شاخص پس از 14 روز مصرف عصاره توت فرنگی در دو مرحله قبل و پس از فعالیت مقاومتی نسبت به شرایط دارونما پایین تر بود که حاکی از اثر مثبت این مکمل در کاهش پراکسیداسیون لیپید ناشی از فعالیت مقاومتی شدید می باشد. همچنین در پژوهش حاضر سطوح مالون دی آلدئید پس از مکمل سازی و قبل از فعالیت مقاومتی کمتر از مقادیر قبل از مکمل سازی بود که این مقدار از نظر آماری معنادار نبود و اما این کاهش باعث تفاوت معنادار آن با سطوح پس از فعالیت مقاومتی شده بود. به عبارتی دیگر اگر چه سطوح مالون دی آلدئید پس از فعالیت مقاومتی در شرایط مکمل بالاتر از قبل فعالیت بود اما بنظر می رسد این تفاوت ناشی از کاهش سطوح آن بدلیل مصرف مکمل در مرحله قبل فعالیت بوده است و سطوح آن پس از فعالیت تفاوت معناداری با قبل از مکمل سازی نداشت. تنها در یک پژوهش اثر توت فرنگی بر سطوح مالون دی آلدئید سنجیده شده است که در آن مدل های حیوانی روزانه 40 میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در هر روز عصاره توت فرنگی دریافت می کردند که این مقدار از افزایش مالون دی آلدئید ناشی از آسیب اتانول دریافتی حیوانات جلوگیری کرده بود (14). با این حال، به دلیل نبود پژوهش مستقیم در مورد اثر عصاره توت فرنگی در فعالیت حاد روی

1. Mendham

زمان های خونگیری در ساعات مختلف پس از فعالیت تا 48 ساعت تکرار می شد.

### نتیجه گیری

پژوهش ما بطور کلی نشان داد که یک دوره کوتاه مدت مصرف عصاره توت فرنگی (700 میلی گرم) در زنان جوان سالم غیروزشکار با تعدیل برخی فاکتورهای استرس سلولی همراه است و ممکن است استرس اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی شدید را کاهش دهد که این امر با افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی کل، کاهش مالون دی آلدئید و تعدیل کراتین کیناز همراه بود. نتایج حاضر پیشنهاد می کند که مصرف توت فرنگی می تواند بر افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و تعدیل استرس سلولی موثر باشد.

### تضاد منافع

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

### منابع

- [1] Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dynamic medicine*. 2009;8(1):1.
- [2] Pandey KB, Rizvi SI. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2009;2(5):270-8.
- [3] Badria FA. Evidence-based strategies in herbal medicine, psychiatric disorders and emergency medicine: *BoD-Books on Demand*; 2015.
- [4] McAnulty SR, McAnulty LS, Nieman DC, Dumke CL, Morrow JD, Utter AC, et al. Consumption of blueberry polyphenols reduces exercise-induced oxidative stress compared to vitamin C. *Nutrition Research*. 2004;24(3):209-21.
- [5] Chang W-H, Hu S-P, Huang Y-F, Yeh T-S, Liu J-F. Effect of purple sweet potato leaves consumption on exercise-induced oxidative stress and IL-6 and HSP72 levels. *Journal of applied physiology*. 2010;109(6):1710-5.
- [6] Swamy MS, Sivanna N, Tamatam A, Khanum F. Effect of poly phenols in enhancing the swimming capacity of rats. *Functional Foods in Health and disease*. 2011;1(11):482-91.

(ویتامین های A، C، E، کاروتنوئیدها و ...) موجب کاهش سطوح استراحتی آن شده است نه یک عامل به تنهایی (27).

فعالیت مقاومتی با ایجاد آسیب عضلانی موجب افزایش سطوح کراتین کیناز پلاسمایی می شود. کراتین کیناز در نتیجه تخریب غشای سلول در اثر استرس اکسیداتیو یا آسیب بافتی و با از بین رفتن مستقیم غشای سلول و نکرز بافت، در پلاسما آزاد می شوند. در پژوهش حاضر مشابه با سایر مطالعات قبلی سطوح این آنزیم پس از فعالیت حاد مقاومتی افزایش معناداری پیدا کرد (9). افزایش کراتین کیناز در شرایط مکمل از نظر آماری معنادار نبود و ممکن است ناشی از اثرات آنتی اکسیدانی توت فرنگی بوده باشد. بنظر می رسد مهار شاخص های استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی ممکن است نتیجه ای از اثر آنتی اکسیدانی آنتوسیانین های توت فرنگی باشد، که قادر است هرگونه افزایش استرس اکسیداتیو در پلاسما را به سرعت خنثی کند (28). نتایج مشابهی در آزمایشات تغذیه انسان مشاهده شده است که در آن عصاره آنتوسیانین در میوه و سبزیجات باعث افزایش میزان آنتی اکسیدان پلاسما می شود (28) که در پژوهش ما نیز این امر پس از مصرف عصاره توت فرنگی مشاهده شد. این یافته ها، در ترکیب با مقدار زیادی آنتوسیانین در عصاره توت فرنگی، ما را به این نتیجه می رساند که آنتوسیانین ها به عنوان آنتی اکسیدان های موثر در کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی شدید مقاومتی می تواند عمل کند. مشابه با پژوهش حاضر لیال و همکاران (2009) در پژوهشی گزارش کردند که عصاره توت سیاه مانع از افزایش کراتین کیناز پس از فعالیت حاد شدید در بزرگسالان سالم شده است (28) و در پژوهش ای دیگر مصرف 473 میلی لیتر آب میوه توت سیاه به مدت 8 روز، از افزایش کراتین کیناز پس از فعالیت مقاومتی با شدت 110 درصد بیشینه جلوگیری کرده است (29). بهرحال در پژوهشی توسط سیلوا و همکاران (2017)، مصرف 6 گرم سیترولین مالات اثری روی افزایش سطوح سرمی کراتین کیناز پس از فعالیت مقاومتی نگذاشته است (30). همچنین جوکو و همکاران (2011) در پژوهشی تأثیر مصرف حاد پلی فنولهای چای سبز بر نشانگرهای خونی استرس اکسیداتیو و آسیب عضلانی بازیکنان فوتبال پس از فعالیت ورزشی شدید را بررسی کردند. آنها گزارش کردند که 640 میلی گرم مکمل پلی فنولهای چای سبز از افزایش کراتین کیناز 5 دقیقه و 24 ساعت پس از فعالیت جلوگیری نکرده است (31).

یکی از محدودیت های پژوهش حاضر، این بود که جهت بررسی دقیق تغییرات کراتین کیناز و پروتئین واکنش پذیر، می بایست



- damage in healthy men. *Nutrition research*. 2011;31(11):813-21.
- [17] Khosravi S, Tadibi V, Sheikholeslami-Vatani D. The acute effect of green tea supplementation on oxidative and antioxidant indices after resistance exercise at moderate and high intensities in trained wrestler men. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2019;7(14):141-52.
- [18] Briviba K, Watzl B, Nickel K, Kulling S, Bös K, Haertel S, et al. A half-marathon and a marathon run induce oxidative DNA damage, reduce antioxidant capacity to protect DNA against damage and modify immune function in hobby runners. *Redox Report*. 2005;10(6): 31-325.
- [19] Kazemi M, Marandi SM, Movahedian Attar A, Haghighatian M, Rezaee Z. The effect of acute exercise on total antioxidant capacity and hydrogen peroxide in male Wistar rats. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2014;2(3):29-37.
- [20] Lira Ferrari GS, Bucalen Ferrari CK. Exercise modulation of total antioxidant capacity (TAC): towards a molecular signature of healthy aging. *Frontiers in Life Science*. 2011;5(3-4):81-90.
- [21] Ayala A, Muñoz MF, Argüelles S. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2014;2014.
- [22] Kiyici F, Kishali N. Acute effect of intense exercises on serum superoxide dismutase, catalase and malondialdehyde levels in soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2012;52(1):107-11.
- [23] Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *Journal of the American College of Cardiology*. 2005;45(10):1563-9.
- [24] 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.
- [25] Markovitch D, Tyrrell RM, Thompson D. Acute moderate-intensity exercise in middle-
- [7] Tulipani S, Romandini S, Suarez JMA, Capocasa F, Mezzetti B, Battino M, et al. Folate content in different strawberry genotypes and folate status in healthy subjects after strawberry consumption. *Biofactors*. 2008;34(1):47-55.
- [8] Henning SM, Seeram NP, Zhang Y, Li L, Gao K, Lee R-P, et al. Strawberry consumption is associated with increased antioxidant capacity in serum. *Journal of medicinal food*. 2010;13(1):116-22.
- [9] Rahimi R, Ghaderi M, Mirzaei B, Faraji H. Acute IGF-1, cortisol and creatine kinase responses to very short rest intervals between sets during resistance exercise to failure in men. *World Appl Sci J*. 2010;8(10):1287-93.
- [10] Zaher E, Zhino R. Effect of Endurance Exercise Along with Strawberry Supplementation on Lipid Profile and Inflammatory Markers in Overweight and Inactive Young Women. *J Kermanshah Univ Med Sci*. 2019;23(3):e89331.
- [11] Jenkins DJ, Nguyen TH, Kendall CW, Faulkner DA, Bashyam B, Kim IJ, et al. The effect of strawberries in a cholesterol-lowering dietary portfolio. *Metabolism*. 2008(12):57-44, 1636.
- [12] Buege JA, Aust SD. [30] Microsomal lipid peroxidation. *Methods in enzymology*. 52: Elsevier; 1978. p. 302-10.
- [13] Heo HJ, Lee CY. Strawberry and its anthocyanins reduce oxidative stress-induced apoptosis in PC12 cells. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2005;53(6):1984-9.
- [14] Alvarez-Suarez JM, Dekanski D, Ristić S, Radonjić NV, Petronijević ND, Giampieri F, et al. Strawberry polyphenols attenuate ethanol-induced gastric lesions in rats by activation of antioxidant enzymes and attenuation of MDA increase. *PLoS One*. 2011;6(10):e25878.
- [15] Afzalpour ME, Ghasemi E, Zarban A. Effects of an intensive resistant training sessions and green tea supplementation on malondialdehyde and total thiol in non-athlete women. 2014.
- [16] Jówko E, Sacharuk J, Balasińska B, Ostaszewski P, Charnas M, Charnas R. Green tea extract supplementation gives protection against exercise-induced oxidative

- aged men has neither an anti-nor proinflammatory effect. *Journal of applied physiology*. 2008;105(1):260-5.
- [26] Mazidi M, Kengne AP, Mikhailidis DP, Toth PP, Ray KK, Banach M. Dietary food patterns and glucose/insulin homeostasis: a cross-sectional study involving 24,182 adult Americans. *Lipids in health and disease*. 2017;16(1):1-9.
- [27] Rancano KM, Ralston PA, Lemacks JL, Young-Clark I, Ilich JZ. Antioxidant intake in relation to serum C-reactive protein in mid-life and older African Americans. *Ethnicity & health*. 2020;25(8):1132-44.
- [28] Lyall KA, Hurst SM, Cooney J, Jensen D, Lo K, Hurst RD, et al. Short-term blackcurrant extract consumption modulates exercise-induced oxidative stress and lipopolysaccharide-stimulated inflammatory responses. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2009;297(1):R70-R81.
- [29] Hutchison AT, Flieller EB, Dillon KJ, Leverett BD. Black currant nectar reduces muscle damage and inflammation following a bout of high-intensity eccentric contractions. *Journal of dietary supplements*. 2016;13(1):1-15.
- [30] Da Silva DK, Jacinto JL, De Andrade WB, Roveratti MC, Estoche JM, Balvedi MC ,et al. Citrulline malate does not improve muscle recovery after resistance exercise in untrained young adult men. *Nutrients*. 2017;9(10):1132.
- [31] Jówko E, Sacharuk J, Balasinska B, Wilczak J, Charnas M, Ostaszewski P, et al. Effect of a single dose of green tea polyphenols on the blood markers of exercise-induced oxidative stress in soccer players. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2012;22(6):486-96.

## تأثیر 8 هفته تمرین ورزشی تناوبی همراه با مصرف سیاه دانه بر سطوح سرمی واسپین و نیمرخ لیپیدی زنان چاق

عبدالرضا کاظمی<sup>1✉</sup>، مختار قنبرزاده<sup>2</sup>، ضیا نویدی<sup>3</sup>، مهرناز سلطانی<sup>4</sup>

تاریخ پذیرش: 1401/08/19

تاریخ دریافت: 1401/03/16

### چکیده

**هدف:** زنان چاق با توجه به میزان چربی احشایی شکمی و کاهش توده عضلانی، در معرض ابتلا به بیماری‌های متابولیکی قرار دارند. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر 8 هفته تمرین تناوبی همراه با مصرف سیاه دانه بر سطوح سرمی واسپین زنان مبتلا به چاقی بود.

**روش‌شناسی:** 28 زن دارای اضافه‌وزن با شاخص توده بدنی بالای 30 در چهار گروه 7 نفره، کنترل، مکمل، تمرین و تمرین - مکمل تقسیم شدند و به مدت 8 هفته تمرینات تناوبی شدید و هر هفته 3 جلسه به مدت 45 دقیقه تا 60 دقیقه اجرا کردند. به طوری که در هفته اول سه وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب و هفته هشتم پنج وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب ذخیره با 2 دقیقه استراحت فعال بود. گروه‌های مصرف کننده مکمل روزانه دو کیسول 1000 mg پودر سیاه دانه را ظهر و شب پس از هر وعده غذایی به مدت هشت هفته مصرف کردند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که در میزان سطوح سرمی واسپین بعد از تمرین تناوبی بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل - تمرین وجود نداشت. ( $P < 0.447$ ). اما بین تغییرات نیم رخ لیپیدی شامل تری گلیسرید ( $P < 0.003$ ) HDL ( $P < 0.001$ )، LDL ( $P < 0.005$ ) بعد از تمرین تناوبی بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل - تمرین تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

**نتیجه گیری:** با توجه به کاهش معنی‌دار در نیم رخ لیپیدی، به نظر می‌رسد تمرینات تناوبی شدید همراه با مصرف سیاه دانه می‌تواند به عنوان یک عامل موثر در بهبود نیم رخ لیپیدی زنان چاق مورد استفاده قرار گیرد.

**واژگان کلیدی:** تمرین ورزشی تناوبی، واسپین، سیاه دانه، زنان چاق

1. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

rkazami22@yahoo.com

2. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد واحد کرمان، کرمان، ایران.

3. استادیار بیهوشی، گروه آزمایشی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، کرمان، ایران.

4. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد واحد کرمان، کرمان، ایران.

ISSN:2980-8960

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:

کاظمی، عبدالرضا. تأثیر 8 هفته تمرین ورزشی تناوبی همراه با مصرف سیاه دانه بر سطوح سرمی واسپین و نیمرخ لیپیدی زنان چاق، 1401؛ 1(2): 11-19. doi: 10.34785/J019.2023.003



## The effect of 8 weeks of intermittent exercise training with black seed consumption on vaspin serum levels and lipid profile in obese women

Abdolreza Kazemi<sup>✉1</sup>, Mokhtar Ghanbarzadeh<sup>2</sup>, Ziya Navidi<sup>3</sup>, Mehrnaz Soltani<sup>4</sup>

Received: 2022/06/06

Accepted: 2022/11/10

### Abstract

**Introduction:** Obese women are prone to metabolic diseases due to the amount of abdominal visceral fat and decreased muscle mass. The aim of the present study was to investigate the effect of 8 weeks of interval training with black seed consumption on the serum levels of vaspin in obese women.

**Methodology:** 28 overweight women with a body mass index above 30 were divided into four groups of 7 people, control, supplement, exercise, and exercise-supplement, and they underwent intense interval training for 8 weeks and 3 sessions each week for 45 minutes. They performed for 60 minutes. So that in the first week, three 4-minute runs with an intensity of 90% of the heart rate and in the eighth week five 4-minute runs with an intensity of 90% of the reserve heart rate with 2 minutes of rest were active. The supplement consuming groups took two 1000 mg capsules of black seed powder daily at noon and night after each meal for eight weeks.

**Results:** The results showed that there was no difference in the serum levels of vaspin after intermittent exercise between the four groups of control, supplement, exercise and supplement-exercise. ( $P < 0.447$ ). However, there is a significant difference between the changes in lipid profile including triglyceride ( $P < 0.003$ ), HDL ( $P < 0.001$ ), LDL ( $P < 0.005$ ) after interval training between the four groups of control, supplement, exercise and supplement-exercise.

**Conclusion:** Considering the significant decrease in the lipid profile, it seems that intense intermittent exercises with the consumption of black seeds can be used as an effective factor in improving the lipid profile of obese women.

**Keywords:** Interval exercise training, vaspin, black seed, obese women.

<sup>1✉</sup> Associated professor in exercise physiology Dept. of Physical Education, faculty of letters and Humanities, Vali-E-Asr University, Rafsanjan, Iran. Master of Sports Physiology, Kerman Azad University.

<sup>2</sup> MSc in Sports Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Kerman Azad University, Kerman, Iran.

<sup>3</sup> Assistant Professor of Anesthesia, Clinical Experimental Department, Faculty of Medicine, Rafsanjan University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

<sup>4</sup> MSc in Sports Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Kerman Azad University, Kerman, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

### Citation:

Kazemi, A. The effect of 8 weeks of intermittent exercise training with black seed consumption on vaspin serum levels and lipid profile in obese women. *Research in Exercise Nutrition*, 2022; 1(2): 11-19. doi: 10.34785/J019.2023.003

## مقدمه

چاقی ازجمله مسائل عمده سلامتی در قرن حاضر محسوب می‌شود. تبدیل شدن آن به یک اپیدمی نشان می‌دهد که 300 میلیون نفر در جهان مبتلا به چاقی هستند و بیش از یک میلیارد نفر، از اضافه وزن برخوردارند. این معضل نه تنها در جوامع صنعتی بلکه در کشورهای در حال توسعه نیز وجود دارد (1). این عارضه معمولاً توسط ترکیبی از فاکتورهای: رژیم‌های پرکالری، کم تحرکی و استعداد ژنتیکی ایجاد می‌گردد. روند افزایش سن همراه با کم تحرکی و افزایش رسوب چربی شکمی و کاهش توده عضلانی، زنان را بیشتر در معرض ابتلا به بیماری‌های متابولیکی قرار می‌دهد (2). از عوامل خطرزای اصلی برای بیماری‌های کرونری قلب در زنان شامل افزایش میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین و کاهش سطوح لیپوپروتئین با چگالی بالا است، اخیر گزارش شده است که چاقی و مولفه‌های سندرم متابولیک (دیابت نوع دوم، مقاومت انسولینی، ناهنجاری‌های چربی خون و پرفشاری خون) با عملکردهای ترشحی بافت چربی ارتباطی نزدیک دارند (3).

پس از کشف لپتین، بافت چربی سفید به عنوان ارگان درون ریز فعالی شناخته شد که تعداد زیادی پلی‌پپتیدهایی از نظر زیستی فعال را تولید می‌کند که اصطلاحاً آدیپوکاین نامیده می‌شوند در واقع واژه آدیپوکاین به ذرات ریزی اطلاق می‌شود که از بافت چربی ترشح می‌شوند، واسپین ازجمله آدیپوکاین‌های پپتیدی مترشح از بافت چربی است که در پاتوژنز چاقی و اختلالات همراه با آن موثرند (4). واسپین، عضوی از خانواده پروتئازهای بازدارنده است که به عنوان یک آدیپوسایتوکاین از بافت چربی جداسازی شد. با وجود ارتباط تنگاتنگ بین واسپین سرمی و برخی شاخص‌های آنتروپومتریک نظیر وزن، درصد چربی بدن و شاخص توده بدن، افراد چاق به دلیل دارا بودن حجم بیشتر چربی بدن، از سطوح واسپین بالاتری برخوردارند (5). بر این اساس بین واسپین با مولفه‌های آنتروپومتریکی و جنسیت، حساسیت انسولینی و متابولیسم گلوکز ارتباط معنی‌داری وجود دارد (5).

تغییرات در روش زندگی مثل افزایش فعالیت بدنی و استفاده از رژیم کم کالری به عنوان اولین مداخلات جهت کاهش چربی بدنی اضافه و پیشگیری از توسعه عارضه‌های متابولیکی توصیه شده است (6)، بنابراین، فعالیت عضلانی اجباری غالباً یک قسمت ضروری در درمان چاقی به حساب می‌آید و به دلیل پر خطر بودن چاقی، کاهش شاخص‌های مرتبط با آن در زنان چاق میانسال در اثر تمرین‌های ورزشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تمرینات ورزشی در کاهش مقاومت انسولینی، کاهش تجمع چربی و

پیشگیری از اضافه وزن بهبود نیمرخ و متابولیسم لیپیدها موثر است (6). تمرین تناوبی شدید به وهله‌های تکراری با فعالیت‌های تناوبی به نسبت کوتاه می‌باشند، تمرینات تناوبی غلظت سوبستراهای انرژی و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با متابولیسم بی‌هوازی را افزایش می‌دهد (6)، حال با افزایش تواتر تکرارهای شدید و اجرای آن به صورت متناوب با ریکاوری بین وهله‌های فعالیت، نیاز سلول عضلانی و مسیرهای متابولیکی را تغییر داده، به گونه‌ای که هم زمان دستگاه‌های تولید انرژی هوازی و بی‌هوازی را درگیر بازسازی  $ATP^2$  می‌کند. بنابراین با بکارگیری این تمرینات می‌توان دامنه‌ی وسیعی از سازگاری‌های متابولیکی و عملکردی را انتظار داشت (7). یان و همکاران<sup>2</sup> (2008) با مطالعه بر روی آزمودنی‌های چاق تفاوتی در واسپین سرمی بین افراد با تحمل طبیعی گلوکز و دیابت نوع 2 مشاهده نکردند (8). گولسلک و همکاران<sup>4</sup> (2009) تحقیقی که بر روی زنان مبتلا به دیابت نوع 2 همراه با آسیب‌های عروقی انجام دادند، تفاوتی در سطوح سرمی واسپین بین زنان دیابتی و گروه کنترل مشاهده نکردند (9)، اما لی و همکاران<sup>5</sup> (2009) کاهش معنی‌داری را در سطوح واسپین، وزن بدنی و مقاومت انسولینی پس از یک دوره تمرینات ورزشی گزارش کردند (10). اوبراخ و همکاران نیز گزارش کردند، واسپین پس از 4 هفته تمرین ورزشی کاهش می‌یابد (11).

امروزه یکی دیگر از مسائل مورد تاکید محققان، تأثیر تمرینات ورزشی همراه با مصرف مکمل‌های گیاهی بر بهبود چاقی و درمان عوارض مرتبط با آن است، سیاه دانه یکی از مکمل‌هایی است که چند سالی است به عنوان یک نوع چربی سوز مورد توجه قرار گرفته است. سیاه دانه با نام علمی *Nigella sativa* معروف است و از خانواده رانونکولاسه آ گیاهی می‌باشد و به طور وسیعی در درمان چاقی، بیماری قلبی عروقی، فشار خون و مشکلات گوارشی استفاده می‌شود (12). خواص دارویی این گیاه را به مواد تشکیل دهنده آن شامل پروتئین‌ها، اسید آمینه‌ها، کربوهیدرات‌ها، فیبرها روغن‌ها (ترکیبی از اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب غیراشباع)، آلکالوئید و مواد معدنی نسبت می‌دهند. گیاه سیاه دانه تأثیرات مختلفی از جمله کاهش قند خون، ضد چاقی، ضد فشار خون، آنتی اکسیدانی و ضد التهابی از خود نشان داده است (13). لذا با توجه ضد و نقیض بودن نتایج تأثیر تمرینات مختلف ورزشی بر سطوح واسپین و همچنین لزوم اهمیت سلامتی و

2. Adenosine triphosphate

3. yan et al

4. Gulcelik et al

4. Lee et al

شدید با 2 دقیقه استراحت فعال میان هر ست بود. برنامه تمرینی ساده به مشکل و با در نظر گرفتن اصل اضافه بار و افزایش شدت تمرین اجرا شد.

الگوی تمرین تناوبی شدید بدین حالت بود که هفته اول سه وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب ذخیره با 2 دقیقه استراحت فعال، هفته دوم چهار وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب ذخیره با 2 دقیقه استراحت فعال، هفته سوم پنج وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب ذخیره با 2 دقیقه استراحت فعال، هفته چهارم شش وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب ذخیره با 2 دقیقه استراحت فعال، هفته پنجم، هفت وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب ذخیره با 2 دقیقه استراحت فعال، هفته ششم، هشت وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب ذخیره با 2 دقیقه استراحت فعال، هفته هفتم، نهم وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب ذخیره با 2 دقیقه استراحت فعال، هفته هشتم، ده وهله اجرای 4 دقیقه‌ای با شدت 90 درصد ضربان قلب ذخیره با 2 دقیقه استراحت فعال بود. برای کنترل شدت تمرین و ضربان قلب از ضربان سنج پولار ساخت کشور فنلاند استفاده شد. برنامه تمرینی تناوبی به شکل جدول زیر بود.

تندرستی در افراد مختلف، جلوگیری از بیماری‌های متابولیکی و مطالعات محدودی که درباره نوع و ماهیت تمرینات ورزشی در زنان چاق صورت گرفته است، هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر 8 هفته تمرین ورزشی تناوبی همراه با مصرف سیاه دانه بر سطوح سرمی واسپین و نیمرخ لیپیدی زنان مبتلا به چاقی است.

## روش‌شناسی

این تحقیق از نوع نیمه تجربی به صورت پیش آزمون و پس آزمون بود. بدین منظور تعداد 28 زن دارای اضافه وزن که BMI بالای 30 داشتند به صورت هدفمند انتخاب شدند و سپس به صورت تصادفی در چهارگروه 7 نفره کنترل، مکمل، تمرین بدون مکمل، و تمرین با مکمل تقسیم شدند. قبل از شروع پروتکل تمرینی فرم رضایت نامه از آزمودنی‌ها دریافت و پرسشنامه PAR-Q جهت اطمینان از سلامت آزمودنی‌ها برای هر آزمودنی به صورت جداگانه تکمیل شد و نحوه آزمون و مراحل انجام برای آزمودنی‌ها تشریح شد. یک هفته قبل از شروع کار در یک جلسه جداگانه شاخص‌های ترکیب بدنی آزمودنی‌ها شامل سن، قد با استفاده از متر نواری، وزن با استفاده از (ترازوی دیجیتالی سه‌سند ساخت کشور ایران با دقت 1 گرم) شاخص توده بدنی (BMI) اندازه‌گیری شد پروتکل تمرینی شامل تمرینات تناوبی شدید به مدت 8 هفته و در هر هفته 3 جلسه و هر جلسه به مدت 45 تا 60 دقیقه بود. برنامه تمرین تناوبی شدید شامل 10 دقیقه گرم کردن با حرکات نرمش و کششی و سپس اجرای پروتکل تناوبی

جدول (1): پروتکل تمرینی

| هفته  | وهله | مدت (دقیقه) | ضربان قلب ذخیره | استراحت فعال |
|-------|------|-------------|-----------------|--------------|
| اول   | 3    | 4           | 90%             | 2 دقیقه      |
| دوم   | 4    | 4           | 90%             | 2 دقیقه      |
| سوم   | 5    | 4           | 90%             | 2 دقیقه      |
| چهارم | 6    | 4           | 90%             | 2 دقیقه      |
| پنجم  | 7    | 4           | 90%             | 2 دقیقه      |
| ششم   | 8    | 4           | 90%             | 2 دقیقه      |
| هفتم  | 6    | 4           | 90%             | 2 دقیقه      |
| هشتم  | 5    | 4           | 90%             | 2 دقیقه      |

دریافت می‌کردند. آزمودنی‌های گروه کنترل هیچگونه مکملی مصرف نکرده و در طول انجام مطالعه نیز فعالیت ورزشی نداشتند. نمونه‌گیری خونی 24 ساعت پیش از شروع تمرینات و 48 ساعت پس از پایان تمرینات به صورت ناشتا از ورید بازویی دست چپ آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد. اندازه‌گیری مقادیر سرمی واسپین به روش الایزا و با استفاده از کیت شرکت EASTBIOFARM

گروه‌های مصرف کننده مکمل سیاه دانه روزانه 2 کپسول سیاه دانه 1000 میلی گرمی مارک شرکت Giah Essence محصول کشور ایران را به مدت هشت هفته مصرف کردند. لازم به یادآوری است، گروه تمرین، از کپسول‌های دارونما کاملاً مشابه با کپسول‌های سیاه دانه پُر شده با آرد گندم و با دوز روزانه مشابه،



داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

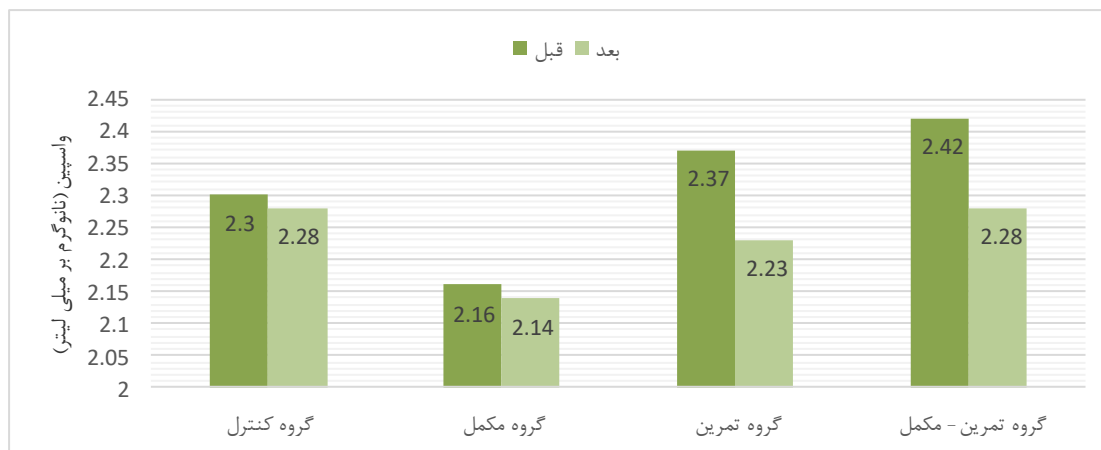
### یافته‌ها

اطلاعات بدست آمده با استفاده از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. بنابراین از آمار توصیفی جهت تعیین میانگین، انحراف معیار، استفاده شد. در بخش آمار استنباطی نیز برای آزمون فرضیه‌های تحقیق از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد.

محصول کشور چین انجام شد. همچنین اندازه‌گیری نیم رخ لیپیدی شامل تری گلیسرید، HDL، LDL به روش کالریمتری و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد.

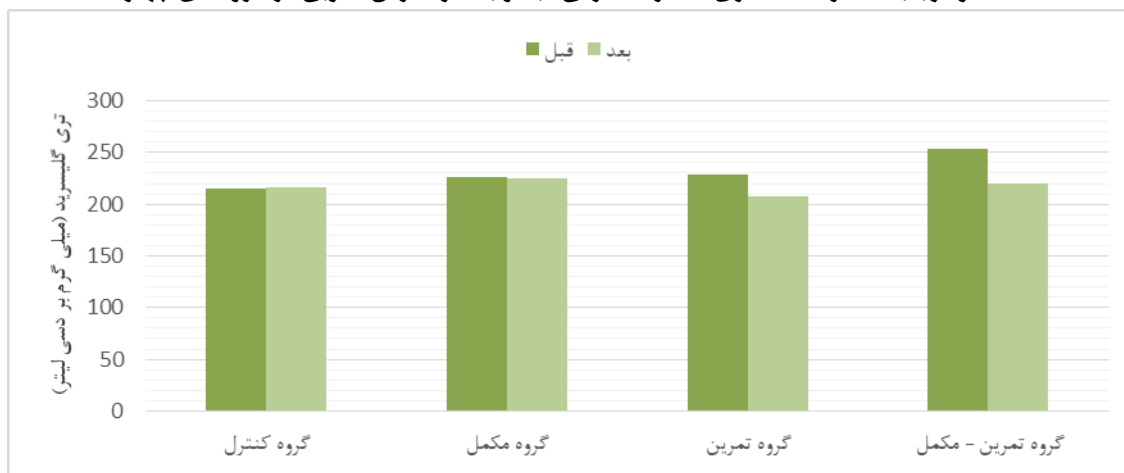
از روش آمار توصیفی جهت مرتب کردن داده‌ها و آمار استنباطی جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد. طبیعی بودن توزیع داده‌ها و تجانس واریانس‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت. سپس جهت تعیین معنی‌داری آزمون تحلیل کوواریانس یک طرفه استفاده شد، در این تحقیق

### نمودار (1) مقادیر سطوح سرمی واسپین قبل و بعد از تمرین تناوبی در گروه‌های چهارگانه



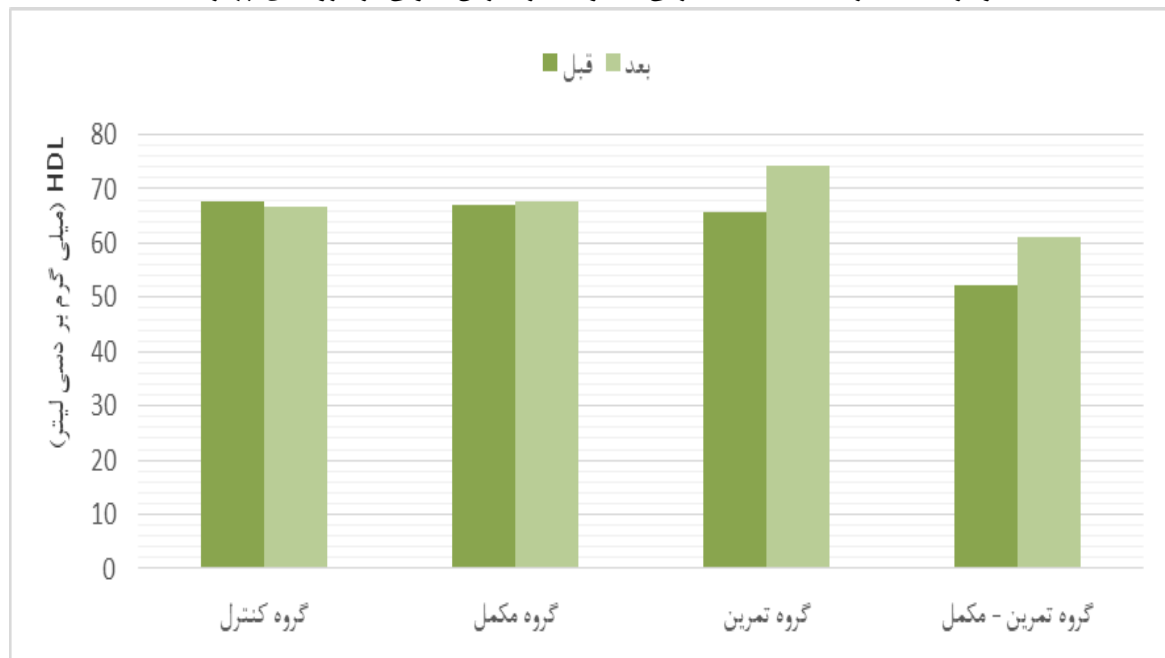
با توجه به نمودار 1 در سطح سرمی واسپین بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل-تمرین تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P=0/447$ )

### نمودار (2) مقادیر غلظت تری گلیسرید سرمی قبل و بعد از تمرین تناوبی در گروه‌های چهارگانه

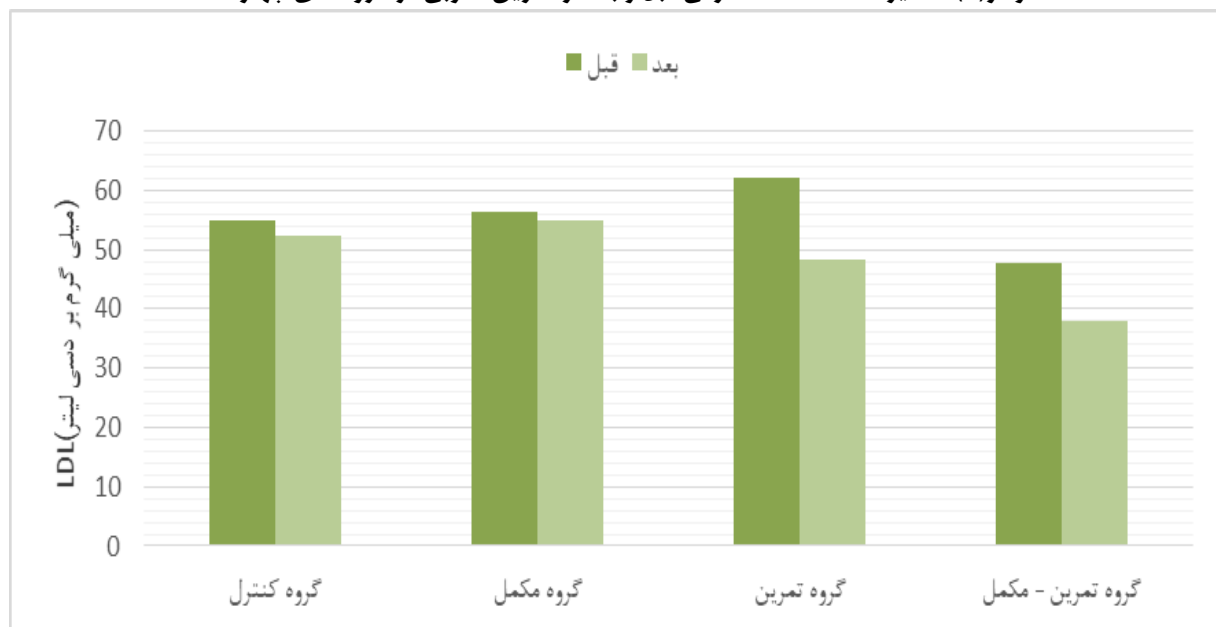




نمودار(3) مقادیر غلظت HDL سرمی قبل و بعد از تمرین تناوبی در گروه‌های چهارگانه



نمودار(4) مقادیر غلظت LDL سرمی قبل و بعد از تمرین تناوبی در گروه‌های چهارگانه



جسمانی و وضعیت بدنی ارتباط مستقیمی دارد (14). اوبرباخ و همکاران<sup>6</sup> (۲۰۱۰) نیز مشاهده نمودند واسپین پس از ۴ هفته تمرین ورزشی کاهش می‌یابد (11). هیدا و همکاران<sup>7</sup> (2005) کاهش سطح سرمی واسپین در موش‌های صحرایی را با وخیم‌تر شدن دیابت و افزایش آن را در اثر فعالیت ورزشی اختیاری روی نوار گردان مشابه با درمان با انسولین یا پیوگلیتازون مشاهده نمودند (15). بنابراین می‌توان گفت تغییرات سرمی واسپین متأثر از عوامل زیادی از جمله رژیم غذایی، فعالیت بدنی و تغییرات هورمونی می‌باشد و همچنین بیان احشایی واسپین با نمایه توده بدن و درصد چربی بدن رابطه دارد. همچنین، سطح سرمی واسپین به کنترل متابولیک و توده چربی وابسته می‌باشد. نتایج مطالعاتی که به بررسی تاثیر تمرینات مختلف ورزشی بر غلظت سرمی واسپین پرداخته‌اند، ضد و نقیض است. برخی مطالعات پیشنهاد می‌کنند سطح واسپین تحت تاثیر برنامه طولانی مدت ورزشی تغییر نمی‌کند (16). و گروهی دیگر بر تغییر پذیری سطح واسپین سرم ناشی از تمرینات طولانی مدت ایجاد شده اذعان دارند (17). همراهستا با نتایج تحقیق حاضر، گولسلک و همکاران (2009) گزارش کردند که بین زنان مبتلا به دیابت نوع 2 و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در سطوح سرمی واسپین وجود ندارد (9). همچنین برخلاف نتایج تحقیق حاضر مطالعاتی وجود دارد که افزایش معنی‌دار در سطوح واسپین بعد از فعالیت‌های ورزشی مشاهده کرده‌اند از جمله مطالعه Youn و همکاران<sup>8</sup> (2008) که افزایش معنی‌داری در سطوح واسپین پس از 4 هفته تمرین در بیماران دیابتی گزارش کردند، آن‌ها این افزایش را به کاهش شاخص توده بدنی، بهبود آمادگی هوازی و افزایش حساسیت به انسولین نسبت دادند (8). نشان داده شده است واسپین به طور معنی‌داری فسفوریلاسیون Akt را افزایش داده و از اختلال در فسفوریلاسیون Akt توسط لینولئیک اسید در سلول‌های اندوتلیالی تحریک شده با انسولین جلوگیری می‌نماید و همچنین تاثیر حفاظتی واسپین از آپوپتوز ناشی از FFA در سلول‌های اندوتلیالی عروق از طریق تنظیم افزایشی مسیر سیگنالی PI3-Kinase/Akt گزارش شده است. همچنین واسپین می‌تواند اثرات مثبتی بر آترواسکلروز داشته باشد (18). از طرفی می‌شود احتمال داد که هزینه کالریکی این تمرینات در این بیماران آنقدر نبوده است که توده چربی را به- لحاظ کمی تغییر قابل ملاحظه‌ای دهد.

با توجه به نتایج نمودار 2 برای تعیین اثر تمرینات تناوبی بر غلظت تری گلسیرید سرمی بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل- تمرین مقدار P بیشتر از 0/05 است. بنابراین در میزان غلظت تری گلسیرید سرمی بعد از تمرین تناوبی بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل- تمرین تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ( $P=0/003$ ).

با توجه به نمودار 3 برای تعیین اثر تمرینات تناوبی بر غلظت HDL سرمی بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل- تمرین مقدار P بیشتر از 0/05 است. بنابراین در میزان غلظت HDL سرمی بعد از تمرین تناوبی بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل- تمرین تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ( $P=0/001$ ).

با توجه به نمودار 4 برای تعیین اثر تمرینات تناوبی بر غلظت LDL سرمی بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل- تمرین مقدار P بیشتر از 0/05 است. بنابراین در میزان غلظت LDL سرمی بعد از تمرین تناوبی بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل- تمرین تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ( $P=0/005$ ).

## بحث

سطوح واسپین به طور قابل توجهی با چربی زیر پوستی، نسبت دور کمر به باسن، مقاومت به انسولین ارتباط معنی‌داری دارد. واسپین تحمل گلوکز را بهبود و حساسیت انسولین را در موش‌ها افزایش می‌دهد. به علاوه مشاهده شده است که غلظت سرمی واسپین، در افراد چاق در مقایسه با افراد لاغر افزایش پیدا می‌کند. بنابراین به واسپین به منزله مارکر جدید چاقی و مختل‌کننده حساسیت انسولین در انسان توجه شده است (14). بیان واسپین با بدتر شدن دیابت و تحلیل رفتن وزن بدن کاهش پیدا می‌کند در حالی که سطوح سرمی واسپین می‌تواند با درمان پیوگلیتازون یا انسولین عادی‌سازی شود. ضمناً بیان mRNA واسپین در بافت چربی آزمودنی‌های چاق، مختص به توده چربی است و سطوح سرمی واسپین در چاقی افزایش پیدا می‌کند (14).

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، در میزان سطوح سرمی واسپین بعد از تمرین تناوبی بین چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل- تمرین تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. یافته‌های متناقضی در مورد اثر فعالیت ورزشی بر سطح واسپین سرم وجود دارد. گزارش شده است که غلظت واسپین با سطح آمادگی

6. Oberbach et al

7. Hida et al

8. Youn et al

مجریان طرح بر خود وظیفه می دانند از زنان و همه افرادی که در اجرای این تحقیق همکاری نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایند.

### تعارض منافع

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

### منابع

- [1] Grundy SM, Cleeman JI, Merz CNB, Brewer HB, Clark LT, Hunninghake DB, et al. Implications of recent clinical trials for the national cholesterol education program adult treatment panel III guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*. 2004;44(3):720-32.
- [2] Cho JK, Han TK, Kang HS. Combined effects of body mass index and cardio/respiratory fitness on serum vaspin concentrations in Korean young men. *European journal of applied physiology*. 2010;108(2):347-53.
- [3] Fatouros IG, Chatzinikolaou A, Tournis S, Nikolaidis M G, Jamurtas AZ, Douroudos II, et al. Intensity of resistance exercise determines adipokine and resting energy expenditure responses in overweight elderly individuals. *Diabetes care*. 2009;32(12):2161-7.
- [4] Suliga E, Kozieł D, Cieśła E, Rębak D, et al. Associations Between Vaspin Rs2236242 Gene Polymorphism, Walking Time and the Risk of Metabolic Syndrome. 2019; 22(1):41-48.
- [5] Alnory A, Gad H, Hegazy G, Shaker O. Alnory A, et al. The association of vaspin rs2236242 and leptin rs7799039 polymorphism with metabolic syndrome in Egyptian women. 2016;46(5):1335-1340.
- [6] Martin-Smith R, Cox A, Buchan DS, Baker JS, Grace F, Sculthorpe N, et al. High Intensity Interval Training (HIIT) Improves Cardiorespiratory Fitness (CRF) in Healthy, Overweight and Obese Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Studies. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;24(8):2955.
- [7] Eather N, Riley N, Miller A, Smith V, Poole A, Vincze L, et al. Efficacy and feasibility of

مطالعه ای که تأثیر سیاه دانه را بر سطوح واسپین مورد بررسی قرار داده باشد وجود ندارد، اما مطالعات زیادی تأثیر این مکمل را بر نیم رخ لیپیدی بررسی کرده‌اند که همگی بر کاهش سطوح شاخص‌های چربی بدن با مصرف سیاه دانه حکایت دارند. در دو مطالعات بالینی نشان داده شده است که مصرف کپسول‌های حاوی سیاه دانه در بیماران مبتلا به دیابت نوع 2 سبب بهبود شاخص‌های گلیسمی، بهبود مقاومت به انسولین و بهبود فراسنج‌های چربی خون گردید (20). در مطالعه ای دیگر تجویز روزانه 1 گرم پودر سیاه دانه به مدت 2 ماه در بیماران مبتلا به چربی خون سبب کاهش کلسترول تام، تری‌گلیسرید، LDL و افزایش HDL گردید (21). در یک مطالعه دیگر بر روی رت‌های دیابتی دریافت 300 میلی‌گرم سیاه دانه به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن سبب کاهش معنی‌دار در غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید سرم و LDL شد (22). سیاه دانه از طریق چندین مکانیزم قادر به کاهش غلظت‌های چربی خون می‌شود. تیموکوئینون یکی از ترکیبات موثر سیاه دانه است که از طریق افزایش بیان گیرنده LDL کبدی سبب افزایش برداشت LDL می‌شود. دیگر مکانیزم موثر تیموکوئینون کاهش بیان ژن آنزیم 3-هیدروکسی 3-متیل گلووتاریل و در نتیجه مهار سنتز کلسترول کبدی می‌باشد (23). از سوی دیگر سیاه دانه می‌تواند از طریق کاهش فعالیت آنزیم استیل کوآ کربوکسیلاز سبب کاهش تولید اسید چرب کبدی و متعاقب آن بهبود مقاومت به انسولین شود (23). مکانیزم دیگر مربوط به محتوای فیبر محلول (موسیلاژ) سیاه دانه است که سبب کاهش جذب کلسترول رژیم غذایی و تحریک سنتز اسید صفاوی می‌شود که خود منجر به دفع بیشتر کلسترول می‌گردد (24). با وجود مطالب ذکر شده نتایج ما نشان داد که مصرف سیاه دانه بدون تمرین ورزشی بهبود معنی‌داری بر نیم رخ لیپیدی زنان چاق نداشته است که ممکن است دلیل آن در پایین سیاه دانه استفاده شده در این تحقیق و یا مدت زمان کوتاه مصرف این مکمل در دوره تحقیق باشد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر تمرینات تناوبی همراه با مصرف مکمل سیاه دانه تأثیر معنی‌داری بر سطوح سرمی واسپین نداشت که دلیل احتمالی آن را می‌توان در کاهش وزن بدن که از عوامل اصلی در کاهش واسپین است و همچنین پایین بودن هزینه کالریک تمرین و یا مدت زمان دوره تمرینی جستجو کرد. اما بهبود معنی‌دار در نیم رخ لیپیدی را مشاهده شد که نشان می‌دهد تمرینات تناوبی همراه با مصرف سیاه دانه می‌تواند نیم رخ لیپیدی افراد چاق را بهبود بخشد.

### تشکر و قدردانی

- vaspin levels and insulin resistance of overweight women. *J Sports Med Phys Fitness*. 2016;56(4):476-82
- [18] Lendeckel F, Zylla S, Markus MRP, Ewert R, Gläser S, Völzke H, et al Association of Cardiopulmonary Exercise Capacity and Adipokines in the General Population. *Int J Sports Med*. 2022;3 (10):1699-2380
- [19] Aktaş HŞ, Uzun YE, Kutlu O, Pençe HH, Özçelik F, Çil EÖ, et al. The effects of high intensity-interval training on vaspin, adiponectin and leptin levels in women with polycystic ovary syndrome. *Arch Physiol Biochem*. 2022;128(1):37-42.
- [20] Mostafa TM, Hegazy SK, Elnaidany SS, Shehabeldin WA, et al. Nigella sativa as a promising intervention for metabolic and inflammatory disorders in obese prediabetic subjects: A comparative study of Nigella sativa versus both lifestyle modification and metformin. *J Diabetes Complications*. 2021;35(7):107947
- [21] Jangjo-Borazjani S, Dastgheib M, Kiyamarsi E, Jamshidi R, et al. Effects of resistance training and nigella sativa on type 2 diabetes: implications for metabolic markers, low-grade inflammation and liver enzyme production. *Arch Physiol Biochem*. 2021; 21:1-9.
- [22] Rahman M, Yang DK, Kim GB, Lee SJ, Kim SJ. Rahman M, et al. Nigella sativa seed extract attenuates the fatigue induced by exhaustive swimming in rats. *Biomed Rep*. 2017;6(4):468-474.
- [23] Al Asoom LI. Al Asoom LI. Coronary angiogenic effect of long-term administration of Nigella sativa. *BMC Complement Altern Med*. 2017;17(1):308.
- [24] Al-Attass SA, Zahran FM, Turkistany SA. Al-Attass SA, et al. Nigella sativa and its active constituent thymoquinone in oral health. *Saudi Med J*. 2016;37(3):235-44
- HIIT training for university students: The Uni-HIIT RCT. *J Sci Med Sport*. 2019;22(5):596-601.
- [8] Youn BS, Kloting N, Kratzsch J. Serum vaspin concentrations in human obesity and type 2 diabetes. *Diabetes*. 2008;57(2): 372-377.
- [9] Gulcelik NE, Karakaya J, Gedik A. Serum vaspin levels in type 2 diabetic women in relation to microvascular complications. *Eur J Endocrinol*. 2009;160(1):65-70.
- [10] Lee MK, Jekal Y, Im JA, Kim E, Lee SH, Park JH, et al. Reduced serum vaspin concentrations in obese children following short-term intensive lifestyle modification. *Clin Chim Acta*. 2009;411(5-6):381-385.
- [11] Oberbach A, Kirsch K, Lehmann S, Schlichting N, Fasshauer M, Zarse K, et al. Serum vaspin concentrations are decreased after exercise-induced oxidative stress. *Obes. Facts*. 2010;3(5):328–331.
- [12] Ijaz H, Tulain UR, Qureshi J, Danish Z, Musayab S, Akhtar MF, et al. Review: Nigella sativa (Prophetic Medicine): A Review. 2017;30(1):229-234.
- [13] Hwang JR, Cartron AM, Khachemoune A. Hwang JR. A review of Nigella sativa plant-based therapy in dermatology. *Int J Dermatol*. 2021;60(12):493-499.
- [14] Pala D, Carlos-Cândido AP, Leandro-da-Cruz L, Oliveira-Barbosa P, et al. Vaspin association with insulin resistance is related to physical activity and body fat in Brazilian adolescents - A cross-sectional study. *Nutr Hosp*. 2016;30(3):265.
- [15] Hida K, Wada J, Eguchi J, Zhang H, Baba M, Seida A, Hashimoto I, et al. Visceral adipose tissue-derived serine protease inhibitor: a unique insulin-sensitizing adipocytokine in obesity. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2005;102(30):10610-10615.
- [16] Sun L, Bai YP, Lin WQ. Sun L, et al. Effects of exercise and turtle oil on insulin resistance in elderly obese rats from the point of view of Vaspin. *Zhongguo Ying Yong Sheng Li Xue Za Zhi*. 2020;36(5):461-464.
- [17] nFamarzi M, Banitalebi E, Nori S, Farzin S, Taghavian Z. Famarzi M, et al. Effects of rhythmic aerobic exercise plus core stability training on serum omentin, chemerin and

## تأثیر مصرف کوتاه مدت مکمل تورین بر قدرت عضلانی و پاسخ شاخص های آسیب عضلانی و hs-CRP با یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید در مردان تمرین کرده مقاومتی

محمدرضا فدائی چافی<sup>1</sup>، محمدحسن دشتی خویدکی<sup>2✉</sup>، سیدحسین حجتی<sup>3</sup>

تاریخ پذیرش: 1401/08/21

تاریخ دریافت: 1401/03/01

### چکیده

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

**روش شناسی:** 20 مرد، تمرین مقاومتی (سن:  $25/60 \pm 3/33$  سال و شاخص توده بدن:  $25/75 \pm 1/36$  کیلوگرم بر متر مربع) به صورت نمونه در دسترس انتخاب شده و به طور تصادفی به دو گروه مکمل تورین و دارونما تقسیم شدند. نمونه های خونی اول و دوم، به ترتیب قبل و بعد از اجرای نخستین جلسه HIRE جمع آوری شد. سپس، آزمودنی ها به مدت 2 هفته روزانه 3 عدد کپسول 1000 میلی گرمی مکمل یا دارونما را میل کرده و تمرینات معمول خود را که حجم و شدت آن بین دو گروه مشابه بود، دنبال کردند.

**یافته ها:** یافته ها نشان داد مقادیر LDH، CK و hs-CRP پیش از مکمل یاری و پس از مکمل یاری از نظر آماری معنی دار بود. مقادیر 1RM حرکت پرس سینه و پای آزمودنی های 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.

**نتیجه گیری:** به نظر می رسد 2 هفته مصرف تورین، تأثیر معنی داری بر قدرت بیشینه عضلات بالاتنه و پایین تنه و همچنین، پاسخ hs-CRP و آنزیم های CK و LDH مردان تمرین کرده مقاومتی متعاقب یک جلسه نداشتنه و مصرف آن برای ورزشکاران مقاومتی ضرورتی ندارد.

**واژگان کلیدی:** تورین، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا، قدرت بیشینه.

1. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

2. استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه پیام نور، ایران ✉  
**نویسنده مسئول:**

3. کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

Dashty54@pnu.ac.ir

ISSN:2980-8960

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است

### ارجاع دهی:

دشتی خویدکی، محمدحسن. تأثیر مصرف کوتاه مدت مکمل تورین بر قدرت عضلانی و پاسخ شاخص های آسیب عضلانی و hs-CRP با یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید در مردان تمرین کرده مقاومتی، 1401؛ 1(2): 10-1. doi: 10.34785/J019.2023.002

## 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<sup>1</sup>, Mohammad hassan Dashty<sup>✉ 2</sup>, Chafy, Seyed Hossein Hojjati<sup>3</sup>

Received: 2022/05/22

Accepted: 2022/07/12

### Abstract

**Introduction:** 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:  $25.60 \pm 3.33$  years and body mass index:  $25.75 \pm 1.36$  kg/m<sup>2</sup>) 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.

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

<sup>2✉</sup> Assistant Professor of Department of Physical Education, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Payame Noor University, Iran (corresponding author), ORCID:0000-0002-5693-9442.

<sup>3</sup> 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:

Dashty, M.H. 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. *Research in Exercise Nutrition*, 2022; 1(2): 1-10. doi: 10.34785/J019.2023.001





## مقدمه

خستگی مزمن، از جمله خستگی سیستم عصبی مرکزی و خستگی محیطی، می‌تواند باعث مشکلات جدی سلامتی شود، و عدم کنترل بر خستگی به عنوان یک موضوع مهم در افرادی که در یک جامعه مدرن به سرعت در حال تغییر زندگی می‌کنند ظاهر می‌شود (32). در حین ورزش، خستگی جسمانی می‌تواند در پاسخ به تجمع آمونیاک و اسید لاکتیک در بافت‌ها و خون ایجاد شود (33). با این حال، 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 (34). به خوبی مشخص شده است که ورزش متابولیسم انرژی کل بدن را بهبود می‌بخشد و عضلات را قوی‌تر و در برابر خستگی مقاوم‌تر می‌کند. بر اساس شواهد علمی گزارش شده، چندین مولکول و آبشار سیگنال‌دهی وجود دارد که در سلامت عضلات نقش دارند (35). در میان این عوامل، مکمل‌هایی هستند که می‌توانند نقش بسزایی در کاهش خستگی و افزایش عملکرد افراد داشته باشند. یکی از این مکمل‌ها، تورین است (36). تورین زمان و ماندگاری را بهبود و آسیب و استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی را کاهش می‌دهد (37) 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)<sup>1</sup>، آنزیم کلیدی است که در متابولیسم سلول عضلانی درگیر است. در افراد سالم این آنزیم در غشاء پلازما قرار دارد و مقدار آن در داخل خون بسیار پایین است. علت اصلی افزایش CK صدمه به عضله قلب یا عضله اسکلتی می‌باشد. در این گونه شرایط معمولاً CK به سرعت افزایش می‌یابد. در زمان ورزش و تمرین، سطح آمادگی بدنی افراد رابطه معکوسی با CK دارد و هر چه سطح آمادگی افراد بالاتر باشد میزان CK کمتر است. در تحقیقی، نشان داده شد مقادیر سرمی CK در قبل و بعد از تمرین بین گروه کنترل و ورزش تفاوت معنی‌داری دارد (38). علاوه بر این، ورزش شدید بدنی، که استرس اکسیداتیو و التهاب بیش از حد ایجاد می‌کند، با افزایش سطح CK و لاکتات دهیدروژناز (LDH)<sup>2</sup> منجر به درد عضلانی می‌شود (39).

LDH از متابولیت‌های مهم و فرآورده نهایی گلیکولیز بی‌هوازی است و با افزایش شدت فعالیت‌های بدنی، سطوح آن در خون افزایش می‌یابد (40). کارگویتچ و همکاران<sup>3</sup> (1997) در تحقیقی روی 10 ورزشکار، افزایش غلظت کراتینین سرم را به دنبال فعالیت بدنی شدید تا سر حد خستگی بر روی نوارگردان، گزارش کردند (41). از طرفی بسته به دامنه ضربان قلب، تولید اسید لاکتیک و آنزیم LDH از سلول‌های بدن را تحریک می‌کند. 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 (42).

پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا (hs-CRP)<sup>4</sup> یکی دیگر از شاخص‌های فیزیولوژیکی حساس در ارتباط با التهاب سیستمی مزمن است (24). در مطالعات بسیاری، hs-CRP به عنوان شاخص معتبری در ارزیابی پاسخ‌های التهابی حاد بدن نسبت به شرایط ایجاد التهاب، مانند فعالیت جسمانی، مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است (43). بر اساس نتایج مطالعه ترتیبی 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 می‌یابد که نشانگر وجود التهاب و آسیب عضلانی در پاسخ به فعالیت شدید می‌باشد (38). آسیب عضلانی اغلب ناشی از فشار مکانیکی، اختلال در هموستاز کلسیم و ناراحتی عضلانی است که توسط ورزشکار تجربه می‌شود. شدت این ناراحتی تا 24 ساعت اول پس از فعالیت افزایش یافته و بین 24 تا 72 ساعت به اوج خود میرسد و سپس کاهش می‌یابد و 5 تا 7 روز پس از فعالیت به طور کامل ناپدید می‌شود. 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 (44).

با این حال، در مورد اثرات احتمالی مصرف تورین بر غلظت‌های hs-CRP انسان، به عنوان یک نشانگر معتبر در ارزیابی پاسخ‌های التهابی حاد بدن نسبت به شرایط ایجاد التهاب، مانند فعالیت جسمانی (45) نتایج متناقضی گزارش شده است (46، 47). در خصوص تأثیر مکمل‌گیری تورین بر سطوح CRP انسان نتایج متناقضی در مطالعات مختلف به چشم می‌خورد؛ به طوریکه عدم

3. Kargotich et al

4. High sensitivity C-reactive protein

1. Creatine Kinase (CK)

2. Lactate dehydrogenase (LDH)

دو هفته ایی مکمل تورین بر پاسخ شاخص‌های آسیب عضلانی و hs-CRP با یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید در مردان تمرین کرده مقاومتی تأثیری دارد؟

## روش‌شناسی

اجرای پژوهش: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح تحقیق پیش آزمون پس آزمون بود که در آن 20 مرد تمرین کرده مقاومتی در دو گروه مکمل تورین (10 نفر) و دارونما (10 نفر) 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 10 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 15 دقیقه ای، فعالیت شدید مقاومتی انجام شد. نمونه‌های خونی (5 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 20 قوطی حاوی کپسول (72 قوطی تورین و 72 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. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در طول مدت 2 هفته ای پژوهش، روزانه 3 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 48 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، 5 تا 7 عصر و در شرایط برابر بین آزمودنی‌های دو گروه

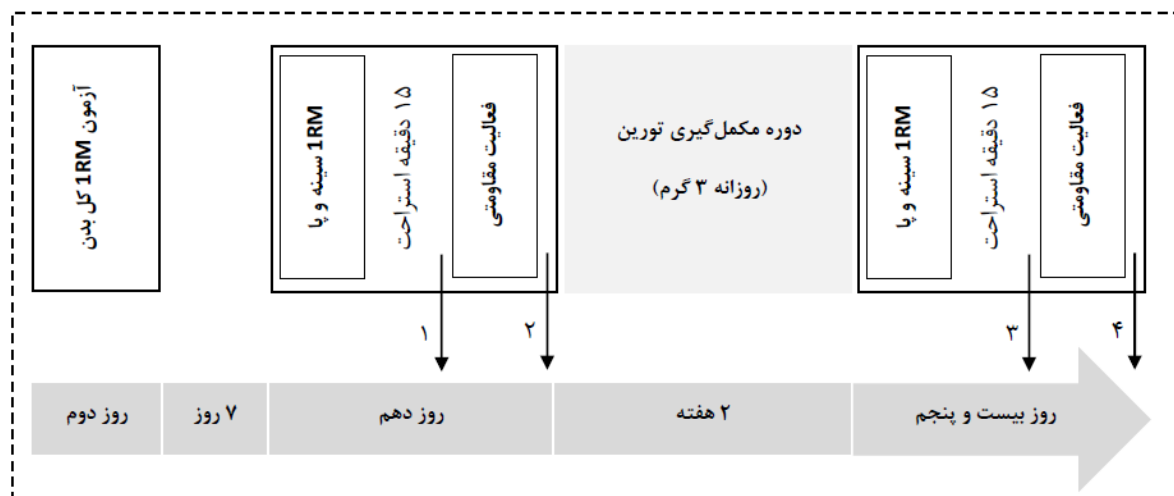
تغییر (46) و کاهش معنی دار آن (48) در اثر مصرف مکمل تورین در آزمودنی‌های انسانی گزارش شده است. مطالعات گزارش کرده اند که غلظت‌های تورین داخل سلولی در نتیجه فعالیت ورزشی وامانده ساز 30، 60 و 90 دقیقه‌ای کاهش می یابد؛ این افت به خصوص در تارهای عضلانی نوع تندانقباض مشاهده شده است (36). ژانگ و همکاران<sup>1</sup> 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 (49). در مطالعه‌ای سیلوا و همکاران<sup>2</sup> تأثیر مکمل تورین بر عوامل استرس اکسایشی را پس از تمرینات اکستریک، 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 (50). علاوه بر این، همپلتون و همکاران<sup>3</sup> 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 (51). در همین راستا، گودمن و همکاران نشان دادند که دو هفته مصرف تورین موجب افزایش نیروی تولیدی در تارهای تند انقباض عضله موش می‌شود (52). 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 تأثیری دارد؟ آیا مصرف کوتاه مدت

1. Zhang Et al

2. Silva et al

3. Hamilton Et al

بود و از آزمودنی‌ها خواسته شده بود 2 ساعت پیش از حضور در باشگاه، یک وعده غذای سبک میل نمایند (شکل 1).



شکل 1. طرح شماتیک پژوهش حاضر (فلش‌های 1 تا 4: به ترتیب، خون‌گیری اول تا چهارم).

نحوه انجام خون‌گیری و اندازه‌گیری متغیرهای خونی: در این پژوهش به منظور اندازه‌گیری تغییرات غلظت آنزیم‌های CK، LDH و همچنین، مقادیر پروتئین hs-CRP، نیاز به جمع‌آوری نمونه‌های خونی بود. پس از هماهنگی با آزمایشگاه تشخیص طبی، تکنسین آزمایشگاه در محل باشگاه حضور یافت. در هر مرحله، مقدار 5 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 3000 دور در دقیقه و به مدت 10 دقیقه سانتریفیوژ گردید و پلاسما به دست آمده تا زمان آزمایش در فریزر با دمای  $-70^{\circ}\text{C}$  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 1 و 5 واحد، به ترتیب برای آنزیم CK و LDH اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها به وسیله دستگاه اتوآنالایزر هیتاچی ساخت کشور ژاپن به روش آنزیمی بر اساس پروتکل فدراسیون بین المللی شیمی بالینی و طب آزمایشگاهی (IFCC) 11 و استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان (DGKC) 12 انجام شد. همچنین، غلظت پلاسمایی hs-CRP به روش الایزا و با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ایران اندازه‌گیری 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 و تحلیل 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

**مصرف مکمل و دارونما:** در پژوهش حاضر، دوره مصرف مکمل تورین 2 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 اتمک 10 ساخت کشور آلمان استفاده شد. طی این مدت، آزمودنی‌ها روزانه 3 گرم مکمل تورین (53) یا نشاسته به عنوان دارونما (54) را در 3 وعده صبح، ظهر و شب پس از غذا میل کردند. کپسول‌های مکمل و دارونما در اندازه 1000 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 3 جلسه در هفته ادامه دادند. این تمرینات شامل 6 حرکت بالاتنه (زیربغل سیمکش، زیربغل پارویی، پرس سینه، پرس بالاسینه، سرشانه‌هالتر، جلو بازو) و 4 حرکت پایین تنه (پرس پا، اسکوات، جلو ران، پشت ران) بود که در 3 ست 10 تکراری با شدت 70 تا 80 درصد 1RM انجام می شد و فاصله استراحتی بین ست‌ها و حرکات 90 ثانیه بود.

**فعالیت مقاومتی:** فعالیت مقاومتی شدید شامل 6 حرکت پرس سینه‌هالتر، پرس پا دستگاه، زیر بغل سیم کش، جلو ران دستگاه، جلو بازو هالتر و پشت بازو سیمکش بود که در 3 ست 8، 10 و 12 تکراری با شدت 85-90 درصد از (1RM) انجام شد. استراحت بین ست‌ها 30 ثانیه و بین حرکات 1 دقیقه در نظر گرفته شد (55).

تغییرات CK، LDH و CRP از آزمون repeated measure ANOVA استفاده شد. در این آزمون از پیش فرض کرویت با استفاده از آزمون ماحلی استفاده شد و هر جا انحرافی از این پیش فرض مشاهده گردید، نتایج تحلیل واریانس با استفاده از ضریب تصحیح گرینهایسی 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 و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 18 انجام و سطح معنی داری آزمون‌ها کمتر از 0/05 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 1، 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 2 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 ( $p < 0/05$ ).

جدول (1): ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌های پژوهش

| گروه مکمل (n=10) | گروه دارونما (n=10) |                                    |
|------------------|---------------------|------------------------------------|
| 25/30 ± 3/23     | 25/90 ± 3/57        | سن (سال)                           |
| 181/30 ± 2/58    | 183/40 ± 6/65       | قد (سانتی‌متر)                     |
| 85/60 ± 6/38     | 86/00 ± 9/03        | وزن (کیلوگرم)                      |
| 26/01 ± 1/39     | 25/50 ± 1/35        | شاخص توده بدن (kg/m <sup>2</sup> ) |

جدول (2): نتایج حاصل از آزمون t مستقل برای مقایسه متغیرهای پژوهش پیش از شروع دوره مکمل‌یاری

| گروه    | (SD) میانگین   | مقدار t | مقدار p |                     |
|---------|----------------|---------|---------|---------------------|
| مکمل    | 98/90 (6/10)   | -0/64   | 0/52    | قدرت بالاتنه (kg)   |
| دارونما | 101/30 (10/12) |         |         |                     |
| مکمل    | 185/20 (9/79)  | 0/67    | 0/50    | قدرت پایین‌تنه (kg) |
| دارونما | 180/50 (19/78) |         |         |                     |
| مکمل    | 169/10 (50/63) | -0/20   | 0/84    | CK (U/L)            |
| دارونما | 174/60 (69/74) |         |         |                     |
| مکمل    | 280/30 (21/14) | -0/67   | 0/50    | LDH (U/L)           |
| دارونما | 290/20 (41/04) |         |         |                     |
| مکمل    | 7/32 (5/10)    | -0/70   | 0/48    | CRP (mg/L)          |
| دارونما | 8/78 (4/09)    |         |         |                     |

آماري معنی دار نبود ( $p=0/68$ ). بنابراین، تأثیر معنی دار دو هفته مصرف مکمل تورین بر قدرت عضلات بالا تنه مردان تمرین کرده مقاومتی مورد تأیید قرار نمی‌گیرد. همچنین، مقادیر 1RM حرکت پرس پای آزمودنی‌های هر دو گروه پس از دوره تمرین نسبت به مقادیر پیش از دوره افزایش معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ). 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

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 ( $P < 0/05$ ). مقادیر 1RM حرکت پرس پای آزمودنی‌های هر دو گروه پس از دوره تمرین نسبت به مقادیر پیش از دوره معنی دار افزایش بود ( $P < 0/05$ ). 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

نشان داد، تغییرات ایجاد شده در سطوح پلاسمایی آنزیم LDH آزمودنی‌ها در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شده از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ). ولی تغییرات ایجاد شده در سطوح پلاسمایی CRP آزمودنی‌ها در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شده از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p > 0/05$ ).

آماري معنی‌دار نبود ( $p = 0/85$ ). بنابراین، تأثیر معنی‌دار دو هفته مصرف مکمل تورین بر قدرت عضلات پایین تنه مردان تمرین کرده مقاومتی مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

نتایج جدول 3 حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری بود. به عبارت دیگر، تغییرات ایجاد شده در سطوح پلاسمایی آنزیم CK آزمودنی‌ها در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شده از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p < 0/01$ ). نتایج

جدول (3): نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای بررسی تغییرات سطوح پلاسمایی آنزیم CRP، LDH, CK

| متغیر             | گروه    | درجات آزادی (df) | میانگین مجزورات | مقدار F | مقدار p  |
|-------------------|---------|------------------|-----------------|---------|----------|
| 1RM پرس سینه (kg) | مکمل    | 3 و 27           | 887/90          | 8/57    | 0/005**  |
|                   | دارونما | 3 و 27           | 786/54          | 12/32   | <0/022** |
| 1RM پا (kg)       | مکمل    | 3 و 27           | 456/87          | 8/54    | 0/031**  |
|                   | دارونما | 3 و 27           | 536/76          | 15/13   | <0/038** |
| CK                | مکمل    | 3 و 27           | 3902/69         | 5/67    | 0/004**  |
|                   | دارونما | 3 و 27           | 5581/22         | 14/54   | <0/001** |
| LDH               | مکمل    | 1/67 و 15/07     | 7710/66         | 6/60    | 0/011*   |
|                   | دارونما | 1/72 و 15/50     | 8310/40         | 9/16    | 0/003**  |
| CRP               | مکمل    | 3 و 27           | 1/46            | 2/63    | 0/07     |
|                   | دارونما | 1/56 و 14/04     | 33/41           | 0/81    | <0/43    |

\*\* معنی‌داری در سطح کمتر از 0/01

جدول (4): نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه تغییرات سطوح پلاسمایی آنزیم LDH, CK در زمان‌های مختلف

| متغیر | گروه    | زمان‌ها                          | تفاوت میانگین‌ها                | مقدار p  |
|-------|---------|----------------------------------|---------------------------------|----------|
| CK    | مکمل    | قبل از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری) | پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری) | 0/011*   |
|       |         | قبل از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | 0/024*   |
|       |         | پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)  | پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | >0/05    |
|       | دارونما | قبل از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری) | پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری) | 0/015*   |
|       |         | قبل از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | 0/007**  |
|       |         | پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)  | پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | >0/05    |
| LDH   | مکمل    | قبل از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری) | پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری) | <0/001** |
|       |         | قبل از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | 0/027*   |
|       |         | پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)  | پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | >0/05    |
|       | دارونما | قبل از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری) | پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری) | 0/019*   |
|       |         | قبل از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | <0/001** |
|       |         | پس از فعالیت (پیش از مکمل‌یاری)  | پس از فعالیت (پس از مکمل‌یاری)  | >0/05    |

\* معنی‌داری در سطح کمتر از 0/05؛ \*\* معنی‌داری در سطح کمتر از 0/01

نتایج حاصل از جدول 4 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 ( $p < 0/05$ ). همچنین، تغییرات مشاهده شده در مقادیر آنزیم LDH گروه مکمل در زمان‌های قبل و بعد از دوره مکمل‌یاری، از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p > 0/05$ ).





جدول (5): نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه مقادیر آنزیم LDH, CK, CRP بین گروه‌های پژوهش

| مقدار p | مقدار t | (SD) میانگین                     | گروه            |
|---------|---------|----------------------------------|-----------------|
| 0/58    | -0/55   | 205/70 (45/75)<br>217/30 (47/82) | مکمل<br>دارونما |
| 0/50    | -0/67   | 195/00 (27/07)<br>207/90 (53/83) | مکمل<br>دارونما |
| 0/33    | -0/99   | 312/10 (19/77)<br>324/70 (34/75) | مکمل<br>دارونما |
| 0/57    | -0/57   | 325/50 (29/13)<br>332/20 (22/46) | مکمل<br>دارونما |
| 0/56    | -0/58   | 7/83 (4/78)<br>9/01 (4/20)       | مکمل<br>دارونما |
| 0/50    | -0/67   | 7/78 (5/48)<br>9/29 (4/45)       | مکمل<br>دارونما |

کرده مقاومتی نداشته است. به نظر می‌رسد برای دست یابی به فواید افزایش قدرت ناشی از مکمل تورین، حداقل به 3 هفته زمان نیاز است؛ چراکه داسیلوا و همکاران (2014) با بررسی اثر 3 هفته مصرف مکمل تورین در مردان تمرین نکرده گزارش کردند مصرف تورین با دوز روزانه 50 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن (به طور میانگین، 4 گرم در روز) می‌تواند قدرت عضلانی را افزایش دهد (56). هر چند که تفاوت در شرایط آزمودنی‌ها نسبت به پژوهش حاضر و دوز بالاتر مکمل یاری نیز می‌تواند 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 طولانی‌تر مصرف نیاز داشته باشد. از طرفی، در یک پژوهش حیوانی، بارکر و همکاران (2017) نیز با بررسی اثر 28 روز مصرف تورین (2/5 درصد وزن بدن موش در هر حجم از آب) نشان دادند این مکمل می‌تواند نیروی تولیدی توسط عضله قدامی ساق پای این حیوانات را به شکل معنی داری افزایش دهد (57). بنابراین، به نظر می‌رسد 2 هفته مکمل یاری تورین برای بهبود قدرت عضلانی کافی نبوده و به دوره طولانی‌تر مصرف نیاز باشد و شاید عدم اثر ارژوژنیک مکمل تورین باشد که برخی مطالعات اخیر هم اثر ارژوژنیک مکمل تورین را در اشکال

براساس نتایج جدول 5، 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 ( $p>0/05$ ). همچنین در مقادیر آنزیم LDH گروه مکمل در زمان‌های قبل و بعد از دوره مکمل‌یاری ( $p>0/05$ ) و مقادیر CRP گروه مکمل در زمان‌های قبل و بعد از دوره مکمل‌یاری، از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p>0/05$ ).

## بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر 2 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 آزمودنی‌ها در بین دو گروه از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p>0/05$ ). با اینحال میانگین قدرت عضلات سینه در گروه مکمل نسبت به دارونما (3/63 در مقابل 3/08 درصد) و قدرت عضلات پا در این گروه نسبت به گروه دارونما (1/99 در مقابل 2/45 درصد) افزایش یافته بود، بنابراین با توجه به اینکه در طول مدت 2 هفته ای مکمل یاری، تمرینات مقاومتی ورزشکاران قطع نشده بود، می‌توان 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، می‌توان عنوان کرد که 2 هفته مصرف مکمل تورین با دوز 3 گرم در روز تأثیری بر افزایش قدرت عضلات سینه و پای مردان تمرین

همکاران<sup>1</sup> (2017) نشان دادند مصرف مکمل تورین به مدت 3 روز پس از اجرای 60 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، 0/1 گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن بود که در دو وعده صبح و شب مصرف شد (61). در یکی از جدیدترین پژوهش‌ها در این حوزه، مارتینز و همکاران نیز مشاهده کردند دوره طولانی تر (8 هفته) مصرف مکمل تورین با دوز 3 گرم در روز تأثیر معنی داری بر پاسخ‌های CK و LDH نسبت به مسابقه سه گانه در مردان ورزشکار ندارد (53). بنابراین، در کل به نظر می رسد مصرف روزانه 3 گرم مکمل تورین خوراکی به مدت 8 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 2 هفته مصرف مکمل تورین با دوز روزانه 300 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 برون‌گرایی 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 (50). 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 (3 گرم در روز در مقابل 300 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 250 تا 300 گرم بوده است (50). دوز مطلق مصرف تورین در این حیوانات 7/5 تا 9/9 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 به دست آمده از این متاآنالیز با مقالات مقایسه می‌شوند، مطالعات مختلف گزارش می‌کنند که تورین بر سطح لاکتات خون تأثیر نمی‌گذارد (62) که تصور

مختلف تمرین مشاهده نکردند (58). با وجود این، تریل و همکاران<sup>1</sup> (2017) نشان دادند 6 هفته مصرف مکمل تورین با دوز 16 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن موش، اثر معنی داری بر بهبود قدرت عضلانی این حیوانات نداشت (59). 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 ، CK و LDH آزمودنی‌ها در بین دو گروه از نظر آماری معنی دار نبود ( $p > 0/05$ ). با اینحال افزایش میانگین مقادیر CK گروه مکمل تورین متعاقب اجرای فعالیت شدید پس از دوره مکمل یاری کمتر از مقادیر پیش از دوره (23/34 در مقابل 24/71 درصد) و گروه دارونما (23/34 در مقابل 28/04 درصد) بود. همچنین، میانگین مقادیر افزایش LDH مکمل تورین متعاقب اجرای فعالیت شدید پس از دوره مکمل یاری بیشتر از مقادیر پیش از دوره (13/12 در مقابل 11/55 درصد) و کمتر از گروه دارونما (13/12 در مقابل 14/31 درصد) بود. این نتایج نشان می دهد که انجام فعالیت مقاومتی شدید با شدت 85 تا 90 درصد از 1RM می تواند موجب افزایش مقادیر آنزیم‌های CK و LDH در مردان تمرین کرده مقاومتی شود و مصرف روزانه 3 گرم مکمل تورین به مدت 2 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 6 گرم) به مدت 7 روز بر مقادیر آنزیم‌های CK و LDH متعاقب یک فعالیت مقاومتی برون گرای شدید تأثیر معنی داری ندارد (54). در پژوهشی دیگر، را و همکاران<sup>2</sup> (2013) گزارش نمودند دو هفته مصرف مکمل تورین با دوز 6 گرم در روز در مردان تمرین نکرده تأثیر معنی داری بر غلظت آنزیم‌های CK و LDH متعاقب یک فعالیت مقاومتی برون گرا ( 6 تکراری با شدت 90 درصد انقباض ارادی بیشینه) در عضله دو سر بازویی ندارد (60). همچنین، مک لی و

1. Terrill et al

2. Ra Et al

3. McLeay Et al

می‌شود که مطالعات بیشتری برای بررسی اینکه آیا مصرف تورین بر سطح لاکتات خون تأثیر می‌گذارد نیاز است.

هدف پژوهش حاضر، تعیین اثر 2 هفته مصرف تورین بر پاسخ پروتئین hs-CRP در مردان تمرین کرده مقاومتی پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید بود. در این پژوهش مشاهده شد hs-CRP آزمودنی‌ها در بین دو گروه از نظر آماری معنی دار نبود ( $p>0/05$ ). با اینحال میانگین مقادیر افزایش CRP گروه مکمل تورین متعاقب اجرای فعالیت شدید پس از دوره مکمل یاری کمتر از مقادیر پیش از دوره (13/20 در مقابل 20/63 درصد) و بیشتر از گروه دارونما (13/20 در مقابل 8/16 درصد) بود. نتایج برخی از تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که صرف نظر از شدت، یک جلسه فعالیت مقاومتی حاد تأثیر معنی داری بر مقادیر CRP آزمودنی‌های تمرین نکرده (63) و یا تمرین کرده مقاومتی ندارد (64). در واقع، بیان شده که اثر فعالیت جسمانی حاد بر سطوح CRP شبیه به پاسخ التهابی بدن به یک عفونت یا آسیب است. به این ترتیب که سطوح آن بلافاصله پس از فعالیت افزایش نمی‌یابد، اما طی 4 تا 8 ساعت پس از فعالیت افزایش یافته و تا 24 ساعت در مقداری بالاتر از حالت پایه باقی می‌ماند (65). که با توجه این مکانیسم ارائه شده می‌تواند دلیل عدم افزایش CRP آزمودنی‌های پژوهش حاضر باشد؛ چرا که مقادیر CRP در پژوهش حاضر فقط در زمان بلافاصله پس از فعالیت اندازه‌گیری 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 می‌کند. 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 30 بیمار دچار سوختگی نشان دادند 10 روز مصرف مکمل تورین با دوز روزانه 50 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن تأثیر معنی داری بر مقادیر CRP در این بیماران نداشت (46). در پژوهشی دیگر، اوویل و همکاران (2015) 1 در یک پژوهش حیوانی اثر ترکیبی 21 روز مصرف مکمل تورین و کافئین را بر سطوح پلاسمایی CRP 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 مقادیر CRP پلاسمایی موش‌ها نداشته است (66). با توجه به اطلاعات موجود، به نظر می‌رسد مصرف 2 هفته ای مکمل تورین به مقدار 3 گرم در روز نمی‌تواند پاسخ‌های CRP افراد تمرین کرده مقاومتی را پس از یک

فعالیت شدید مقاومتی تحت تأثیر قرار دهد. بر خلاف یافته‌های حاضر، روزا و همکاران (2014) 2 پس از بررسی دوره طولانی تر مصرف تورین در آزمودنی‌های انسانی عنوان کردند 8 هفته مکمل یاری تورین با دوز روزانه 3 گرم موجب یک کاهش 29 درصدی در مقادیر CRP آزمودنی‌ها شده است (47). در پژوهش مذکور، مقادیر استراحتی CRP آزمودنی‌ها در حالت ناشتا و در زمان قبل و بعد از دوره مصرف مکمل اندازه‌گیری 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 (8 هفته در مقابل 2 هفته) می‌تواند 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 (50 میلی گرم/کیلوگرم/توده بدن) به مدت 21 روز قبل از تمرین ممکن است تغییری نکند (67) همچنین ممکن است هیچ تغییری در نشانگرهای التهابی (IL-1B، TNF- $\alpha$ ، 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 (68). 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 نمی‌توان بطور دقیق دلیل عدم معنی داری آنزیم‌های CK و LDH و فاکتورهای التهابی را مورد بررسی قرار داد.

با توجه به کمبود مطالعات در زمینه اسید آمینه تورین و رابطه اش با آنزیم‌های CK، LDH و فاکتورهای التهابی نمی‌توان نتیجه ای قطعی در این زمینه بیان کرد و مستلزم صورت گرفتن مطالعات بیشتری است و از آنجایی که این مطالعه روی افراد

- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Merckx C, De Paepe B. The Role of Taurine in Skeletal Muscle Functioning and Its Potential as a Supportive Treatment for Duchenne Muscular Dystrophy. *Metabolites*. 2022;12(2):193.
- [8] Stipanuk MH. Role of the liver in regulation of body cysteine and taurine levels: a brief review. *Neurochem Res*. 2004;29(1):105-10.
- [9] 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.
- [10] Ilbeigi S, Moazani H, Saghebejo 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.
- [11] Asjadi F. The effect of isoleucine and carbohydrate branched-chain amino acid supplementation on muscle degradation indices and strength performance after extroverted resistance training. Gilan: Ministry of Science, Research and Technology - University of Gilan; 2011.
- [12] Nieman DC, Henson DA, McAnulty SR, McAnulty L, Swick NS, Utter AC, et al. Influence of vitamin C supplementation on oxidative and immune changes after an ultramarathon. *Journal of applied physiology*. 2002;92(5):1970-7.
- [13] Rudolph D, McDuleye. Cortisol and effective to exercise. *J Sports Sci*. 2000;16:121-8.

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 بود که سعی محقق بر افزایش انگیزه در بین آزمودنی‌ها بود. از اینرو با توجه به نتایج مطالعه حاضر، می‌توان با احتیاط گزارش کرد که مصرف این مکمل میتواند به عنوان راهگشای بهبود قدرت عضلانی، آنزیم‌های CK، LDH و فاکتورهای التهابی استفاده شود یا نه.

مصرف مکمل تورین با دوز 3 گرم در روز به مدت 2 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 ghs-CRP و آنزیم‌های نشان گر آسیب عضلانی، از جمله CK و LDH را متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. بر اساس یافته‌های حاضر، می‌توان 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 می‌نمایند.

## تعارض منافع

نویسندگان این مقاله هیچ گونه تضاد منافی 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] Wan J-j, Qin Z, Wang P-y, Sun Y, Liu X. Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & molecular medicine*. 2017;49(10):e384-e.
- [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.

- supplementation: a double-blind, placebo-controlled study. *European journal of nutrition*. 2014;53(3):823-30.
- [23] Ripps H, Shen W. taurine: a “very essential” amino acid. *Molecular vision*. 2012;18:2673.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] Bakker AJ, Berg HM. Effect of taurine on sarcoplasmic reticulum function and force in skinned fast-twitch skeletal muscle fibres of the rat. *The Journal of physiology*. 2002;538(1):185-94.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] Barker RG, Horvath D, van der Poel C, Murphy RM. Benefits of prenatal taurine supplementation in preventing the onset of
- [14] Dhiab AS, Saeed S, Fathi RS. Training for Anaerobic Differential Threshold Stand and its Impact on Lactic Acid Concentration and LDH Enzyme and VO<sub>2</sub>Max and Cortisol Hormone for Free 400 m men-runners. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*. 2020;24(05).
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] halalkhor f, Aghaei M, Vakili J. Effect of 4 weeks of rock climbing with and without 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.
- [18] 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- $\alpha$  in Well-Trained Soccer Players. *Journal of Sport Biosciences*. 2013;5(2):59-79.
- [19] 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 stimulation. *Journal of Applied Physiology*. 2009;107(1):144-54.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] Rosa FT, Freitas EC, Deminice R, Jordao AA, Marchini JS. Oxidative stress and inflammation in obesity after taurine



- Leptin and C-Reactive Protein to a Single Session Circuit Resistance Exercise in Overweight Girl Student. Quarterly of Horizon of Medical Sciences. 2012;18(2):55-63.
- [39] 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.
- [40] Gubler CM. Examining the relationship of physical activity with inflammation and cardiovascular disease risk: University of Montana; 2007.
- [41] 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.
- [42] 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.
- [43] 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.
- acute damage in the Mdx mouse. *PLoS currents*. 2017;9.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] 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.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] hosseini kakhk a, Khademosharie m, amiriparsa t, Davarzani z. Response of

## بررسی اثر تعاملی یک دوره تمرینات ورزشی تناوبی با شدت بالا و مکمل سازی دارچین بر سطوح برخی نشانگرهای التهابی و ضد التهابی در مردان دارای اضافه وزن

حدیث بیات<sup>1✉</sup>، حمیدرضا خالونجاد<sup>2</sup>، مسعود بابایی<sup>3</sup>، نازنین ارنوازی یامچی<sup>4</sup>، محمدعلی آذربایجانی<sup>5</sup>

تاریخ پذیرش: 1401/09/12

تاریخ دریافت: 1401/03/25

### چکیده

**هدف:** پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تعاملی یک دوره تمرینات تناوبی با شدت بالا و مکمل سازی دارچین بر سطوح برخی نشانگرهای ضد التهابی در مردان دارای اضافه وزن و چاق انجام گردید.

**روش شناسی:** 40 مرد بزرگسال چاق و دارای اضافه وزن با شاخص توده بدنی بیشتر از 26 کیلوگرم/ مجذور قد به متر به صورت تصادفی به 4 گروه (1 مکمل دارچین، 2 تمرینات HIIT، 3 مکمل + تمرینات HIIT و 4 پلاسیبو تقسیم بندی شدند. سپس آزمودنی ها به مدت 8 هفته تحت مداخله های مختلف مکمل دارچین و تمرینات HIIT قرار گرفتند. شاخص های آنتروپومتریکی و التهابی و ضد التهابی در دو مرحله پیش آزمون - پس آزمون اندازه گیری شد.

**یافته ها:** نتایج تحلیل داده ها نشان داد که سطوح سرمی IL-6 و TNFα و شاخص مقاومت به انسولین در گروه های مکمل، تمرینات HIIT و مکمل + تمرینات HIIT در پس آزمون نسبت به پیش آزمون کاهش معناداری داشت ( $P \leq 0/05$ )، در حالی که سطوح سرمی آدیپونکتین در گروه های مکمل، تمرینات HIIT و مکمل + تمرینات HIIT افزایش معناداری در پس آزمون داشت ( $P \leq 0/05$ ). این در حالی است که در هیچ کدام از متغیرها تفاوت معناداری بین گروه ها وجود نداشت ( $P \geq 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت که اجرای تمرینات HIIT با و بدون مکمل سازی دارچین احتمالاً از طریق کاهش سطوح نشانگرهای التهابی و افزایش نشانگرهای ضد التهابی باعث بهبود مقاومت به انسولین در مردان چاق دارای اضافه وزن می گردد.

**واژگان کلیدی:** تمرینات تناوبی با شدت بالا، آدیپونکتین، التهاب و چاقی.

1. دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

✉ نویسنده مسئول:

hadis.byt.sport@gmail.com  
2. کارشناسی علوم ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، ایران.

3. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران.

4. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران.

5. استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران.

ISSN:2980-8960

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

### ارجاع دهی:

بیات، حدیث. بررسی اثر تعاملی یک دوره تمرینات ورزشی تناوبی با شدت بالا و مکمل سازی دارچین بر سطوح برخی نشانگرهای التهابی و ضد التهابی در مردان دارای اضافه وزن، 1401؛ 1(2): 19-11. doi: 10.34785/J019.2023.004



## Interactive effect of a period of high-intensity interval training and cinnamon supplementation on the levels of some inflammatory and anti-inflammatory markers in overweight men

Hadis Bayat<sup>✉1</sup>, Hamidreza khalounejad<sup>2</sup>, Masoud babaei<sup>3</sup>, Nazanin arnavazi yamchi<sup>4</sup>, Mohammad Ali Azarbayjani<sup>5</sup>.

Received: 2022/06/15

Accepted: 2022/12/03

### Abstract

**Introduction:** The aim of this study was to investigate the interactive effect of a period of high-intensity interval training and cinnamon supplementation on the levels of some inflammatory and anti-inflammatory markers in overweight and obese men.

**Method:** 40 obese and overweight adult men with body mass index greater than 26 kg / m<sup>2</sup> were randomly divided into 4 groups: 1) Cinnamon supplement, 2) HIIT training, 3) Cinnamon supplement + HIIT training, and 4) placebo. Subjects then underwent various cinnamon supplement interventions and HIIT exercises for 8 weeks. Anthropometric, inflammatory, and anti-inflammatory indices were measured pre and posttest.

**Results:** The results of data analysis showed that serum levels of IL-6, TNF $\alpha$  and insulin resistance index in the supplement, HIIT training, and supplement + HIIT training groups in the post-test were significantly reduced compared to the pre-test ( $P \leq 0.05$ ). While serum adiponectin levels in supplement, HIIT training, and supplement + HIIT training groups had a significant increase in post-test ( $P \leq 0.05$ ). However, there was no significant difference between the groups in any of the variables ( $P \geq 0.05$ ).

**Conclusion:** According to the results, it can be said that performing HIIT training with and without cinnamon supplementation will probably improve insulin resistance in overweight men by reducing the levels of inflammatory markers and increasing anti-inflammatory markers.

**Keywords:** High-Intensity Interval training, Adiponectin, Inflammation and Obesity.

<sup>1✉</sup> Ph.D student of exercise physiology, Department of exercise physiology, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

<sup>2</sup> Bachelor of Sports Science, Department of Physical Education and Sports Science. Faculty of Sports Sciences, Islamic Azad University Arak Branch, Iran. <sup>3</sup> MSc of Exercise physiology, Department of Physical Education and Sports Science Science and Research branch. Islamic Azad University Tehran Iran.

<sup>4</sup> MSc of Exercise physiology, Department of Physical Education and Sports Science Science and Research branch. Islamic Azad University Tehran Iran.

<sup>5</sup> Professor of Exercise physiology, Department of exercise physiology, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

### Citation:

Bayat, H. Interactive effect of a period of high-intensity interval training and cinnamon supplementation on the levels of some inflammatory and anti-inflammatory markers in overweight men. *Research in Exercise Nutrition*, 2022; 1(2): 35-42. doi: 10.34785/J019.2023.004



## مقدمه

چاقی به یک مشکل عمده سلامتی در سراسر جهان تبدیل شده است و خطر ابتلا به اختلالات مختلف از جمله بیماری کبد چرب، دیابت، فشار خون بالا، انفارکتوس میوکارد، سکته مغزی و انواع مختلف سرطان را افزایش می‌دهد (69). شواهد به دست آمده از مطالعات بالینی و تجربی نشان می‌دهد که التهاب نقش مهمی در ایجاد مشکلات ناشی از چاقی دارد (70). به دلیل نقش بافت چربی به عنوان منبع التهاب، ارتباط بین چاقی و دیابت نوع 2، به دلیل تولید سیتوکین‌ها در دهه‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. فعال شدن آدیپوکین‌ها باعث واکنش‌های متعدد می‌شود. گیرنده انسولین را پس از فسفوریلاسیون دفع می‌کند در حالی که همزمان آدیپوکین‌ها مولکول‌های دیگری را فعال می‌کنند که اقدامات غدد درون ریز را در بافت‌های هدف مختلف از جمله عضلات، هیپوتالاموس و کبد اعمال می‌کنند (71). برخی از آدیپوکین‌ها، به عنوان مثال، فاکتور نکروز تومور- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) و IL-6 باعث ایجاد مقاومت به انسولین و التهاب می‌شوند، در حالی که برخی دیگر، به عنوان مثال، آدیپونکتین و ویسفاتین برای هموستاز گلوکز و کنترل انرژی ضروری تلقی می‌شوند (72، 73). بر اساس شواهد تحقیقاتی موجود، چاقی به دلیل ارتباط آن با اختلالات متابولیک و هورمونی مانند اختلال متابولیسم چربی، دیابت نوع دو، بیماری‌های قلبی عروقی و بیماری‌های تنفسی یکی از تهدیدات سلامت است (74).

فعالیت بدنی منظم و رژیم غذایی مطلوب عواملی هستند که با کاهش سطح چربی، افزایش حساسیت به انسولین، کاهش فشار خون و بهبود پروفایل چربی خون به پیشگیری از بیماری‌های مزمن کمک می‌کنند (75). در این راستا به نظر می‌رسد ارائه برنامه‌های تمرینی مدون، برنامه‌های تغذیه ای مطلوب و تغییر مطلوب در سبک زندگی می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌های عروقی را کاهش دهد (76). دارچین اخیراً به عنوان یک عامل مکمل برای کنترل علائم دیابت، سندرم متابولیک و سایر شرایط در نظر گرفته شده است (77). اخیراً مکمل‌های دارچین به دلیل استفاده از آنها به عنوان مکمل در درمان سطوح بالای گلوکز و چربی خون و سایر علائم سندرم متابولیک مورد توجه قرار گرفته است. تأثیر دارچین بر فرآیندهای متعددی که بر سندرم متابولیک تأثیر می‌گذارند پیشنهاد شده است و شامل افزایش سیگنال‌دهی انسولین و انتقال گلوکز، تغییر متابولیسم کربوهیدرات و جذب گلوکز، تحریک سیری، تأخیر در تخلیه معده، مهار فعالیت آنزیم‌های مرتبط با التهاب، کاهش بیان استرس‌های تحریک‌کننده پوست، کاهش بیان فشارهای التهابی و التهابی پوست است (78).

با توجه به نقش چاقی و آدیپوکائین‌های آن در ایجاد برخی از بیماری‌های خودایمنی مانند دیابت نوع دو و اثر محافظتی تمرین، برخی از مطالعات بر روی تأثیر فعالیت بدنی و تمرین بر لیپوکائین‌های پلازما مانند ریزستین، آدیپونکتین و ویسفاتین در نمونه‌های حیوانی و انسان تمرکز کرده اند و در این زمینه نتایج متناقضی گزارش شده است. در این میان آدیپونکتین بیشتر مورد بررسی قرار می‌گیرند. آدیپونکتین یکی از فراوان‌ترین هورمون‌هایی است که از بافت چربی ترشح می‌شود که برخلاف سایرین مانند لپتین و رزین، آدیپوکین‌ها در چاقی کاهش می‌یابد (79). این هورمون نقش مهمی در تنظیم انرژی مورد نیاز برای حفظ هموستاز، متابولیسم چربی و کربوهیدرات و حساسیت به انسولین دارد (79). گزارش شده است که تمرینات هوازی تأثیر مفیدی بر سطوح سرمی آدیپونکتین و ریزستین در زنان چاق ندارد (80). از سوی دیگر، برخی از مطالعات گزارش دادند که تمرینات هوازی منظم، علاوه بر کاهش وزن، شاخص توده بدنی و درصد چربی، باعث کاهش میزان رزین و افزایش آدیپونکتین در افراد فعال شده است (81). نقش محوری آدیپونکتین در رابطه با عوامل خطر مرتبط با سندرم متابولیک همراه با اثرات ضد التهابی آن مورد توجه قرار گرفته است. برخی از مطالعات نشان داده اند که کاهش غلظت آدیپونکتین با مقاومت به انسولین، هیپرانسولینسمی و هیپرگلیسمی مرتبط است (81). علاوه بر این، مطالعات مختلف افزایش سطح آدیپونکتین را به دنبال کاهش وزن و بهبود مقاومت به انسولین گزارش کرده‌اند (82). با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که کاهش سطح آدیپونکتین می‌تواند عامل اصلی چاقی و اختلالات التهابی مرتبط از جمله مقاومت به انسولین و دیابت نوع 2 باشد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که افزایش غلظت آدیپونکتین پلازما منجر به کاهش مقاومت به انسولین، تری گلیسیرید، محیط شکمی، نسبت شکم به باسن، لیپوپروتئین با چگالی کم، توده چربی بدن و سطوح بالای لیپوپروتئین می‌شود (81).

چندین مقاله جدید در سال‌های اخیر منتشر شده است که اثرات مفید رژیم‌های تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) برای بیماران دیابت نوع 2 T2D را مستند می‌کند. یافته‌های جدید آن‌ها شامل بهبود کنترل کلی قند خون و عملکرد سلول‌های  $\beta$  پانکراس در بیماران T2D پس از 8 هفته HIIT بر روی دوچرخه ثابت است (83). این به طور مثبت در سیستم‌های پیچیده فرآیندهای متابولیکی نقش دارد و عملکرد را بهبود می‌بخشد و HbA1c را بهبود می‌بخشد. مدسن و همکاران نشان داد که پس از 8 هفته HIIT روی سیکل ارگومتر، غلظت سیتوکین‌های ضد

التهابی در گردش در بیماران T2D غیرفعال افزایش یافت(84). در رابطه با اثر تعاملی دارچین و تمرینات HIIT بر فاکتورهای ضد التهابی مطالعات محدودی وجود دارد، که از این میان می‌توان به تحقیق کاظمی و همکاران اشاره نمود(85). در این مطالعه با هدف بررسی تأثیر 6 هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا همراه با دارچین بر غلظت سرمی آلبین و مقاومت به انسولین در پسران دارای اضافه وزن، نشان داده شد که اجرای شش هفته تمرینات HIIT باعث کاهش معنادار سطوح سرمی آلبین و مقاومت انسولینی گردید و مکمل دارچین تنها باعث کاهش مقاومت به انسولینی گردید. از طرفی در مطالعه دلاور و همکاران نشان داده شد که تمرینات HIIT با و بدون دارچین باعث افزایش سطوح آدیپونکتین شد(86). با توجه به محدود بودن مطالعات در زمینه اثر تعاملی تمرینات HIIT و مکمل سازی دارچین بر سطوح آدیپوکاین‌های ضد التهاب و همچنین نتایج ضد و متناقض در این زمینه، محقق در پژوهش حاضر بدنبال بررسی بررسی اثر تعاملی یک دوره تمرینات تناوبی با شدت بالا و مکمل سازی دارچین بر سطوح برخی نشانگرهای ضد التهابی در مردان دارای اضافه وزن و چاق می‌باشد.

## روش‌شناسی

طرح پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی همراه با گروه پیش آزمون- پس آزمون بود. جامعه پژوهش حاضر را مردان دارای اضافه وزن شهر تهران تشکیل می‌داد. پس از فراخوانی در کلینیک‌های چاقی، بیمارستان‌ها و مراکز بهداشت و درمان مناطق مختلف سطح شهر، 52 نفر اعلام آمادگی نمودند. پس از بررسی‌های اولیه و با در نظر گرفتن معیارهای ورود به پژوهش حاضر شامل افراد با شاخص توده بدنی بالاتر از  $26\text{kg/m}^2$ ، نداشتن سابقه شرکت در فعالیت ورزشی منظم حداقل در یک سال گذشته، نداشتن سابقه بیماری قلبی- عروقی خاص، نداشتن سرطان، عدم استعمال دخانیات، عدم مصرف مکمل و یا رژیم غذایی خاص، تعداد 43 نفر واجد شرایط به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند. در یک جلسه توجیهی محقق در رابطه با چگونگی اجرای پژوهش و پرسش و پاسخ در زمینه پژوهش مورد نظر انجام گرفت، که 3 نفر دیگر از تحقیق خارج شدند و در نهایت 40 نفر به عنوان نمونه داوطلب شرکت در پژوهش حاضر شدند که بصورت تصادفی به 4 گروه ده نفره، (1 مکمل دارچین، 2 تمرین HIIT، 3 مکمل دارچین + تمرین HIIT و 4 پلاسیبو) تقسیم بندی شدند. پس از تکمیل فرم‌های شرکت داوطلبانه در پژوهش و

پرسشنامه سلامت قلبی- عروقی توسط آزمودنی‌ها، شاخص‌های آنتروپومتریکی آنها شامل شاخص توده بدنی (BMI)، درصد چربی، نسبت دور کمر به لگن در دو مرحله پیش و پس آزمون اندازه گیری گردید. گروه‌های مداخلی تمرینات ورزشی قبل از اجرای پروتکل اصلی تمرین، جهت برآورد سطح آمادگی قلبی- تنفسی و ارائه شدت تمرین براساس درصدی از حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها، از تست بروس استفاده شد. سپس گروه‌های مداخله مکمل دارچین را بصورت کپسول 380 میلی گرمی، سه بار در روز به مدت هشت هفته مصرف نمودند(87). گروه تمرین نیز HIIT را به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه 10 وهله 1 دقیقه ای با شدت 95-90 % حداکثر ضربان قلب (MHR) همراه با تناوبی استراحتی یک دقیقه ای با شدت 65-60 % MHR را روی تردمیل دویندند. جهت رعایت اصل اضافه بار تعداد وهله‌های فعال و استراحت از هفته اول تا هفته هشتم به ترتیب از 6 وهله در هفته اول به 10 وهله در هفته هفتم افزوده شد و تا پایان پروتکل ادامه یافت(88). لازم به ذکر می‌باشد که آزمودنی‌ها پروتکل‌های گرم کردن به مدت 10 دقیقه با اجرای دو روی تردمیل با شدت 50-45 % MHR و سرد کردن را به مدت 5 دقیقه انجام دادند. نمونه‌های خونی جهت ارزیابی سطوح سرمی فاکتورهای التهاب شامل IL-6، TNF $\alpha$  و آدیپونکتین در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون به مقدار 5 سی سی از ورید بازویی آزمودنی‌ها گرفته شد. سپس بلافاصله جهت جدا نمودن سرم از پلاسما، نمونه‌های خونی در دستگاه سانتریفیوژ به مدت 15 دقیقه در دور 3000 دور گذاشته شد. سپس نمونه‌های سرمی بدست آمده با استفاده از کیت‌های الایزا، ساخت کشور آلمان، فاکتورهای IL-6، TNF $\alpha$  و آدیپونکتین اندازه گیری شد. داده‌های مربوط به شاخص‌های توصیفی شامل سن، قد، وزن، بصورت میانگین و انحراف استاندارد و شاخص‌های آنتروپومتریکی شامل BMI و درصد چربی و نسبت دور کمر به لگن و همچنین شاخص‌های التهابی با استفاده از آزمون آماری t همبسته جهت برآورد تفاوت درون گروهی و آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک راهه (آنووا) استفاده شد.

## یافته‌ها

ویژگی‌های توصیفی و آنتروپومتریکی پایه آزمودنی‌ها بصورت میانگین و انحراف استاندارد در جدول 1 ارائه شده است.

2. Body Mass Index  
3. Maximal Heart Rate.

1. Placebo.

جدول 1. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های توصیفی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها.

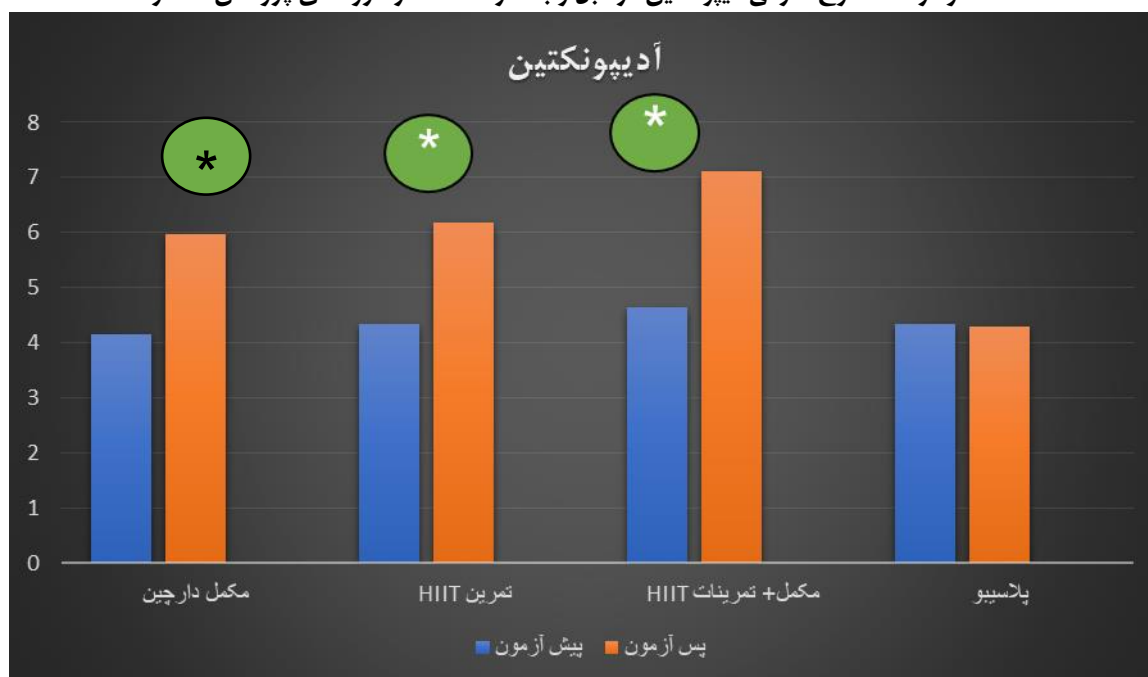
| گروه‌ها      | سن (سال)   | قد (سانتی متر)    | وزن (کیلوگرم)   | BMI (وزن / مجذور قد) | درصد چربی %  | نسبت دور کمر به لگن |
|--------------|------------|-------------------|-----------------|----------------------|--------------|---------------------|
| تمرین HIIT   | 48/8 ± 7/6 | ± 13/2<br>168/25  | ± 6/45<br>82/10 | 29/07 ± 2/14         | 25/61 ± 3/45 | 0/98 ± 0/06         |
| مکمل دارچین  | 47/4 ± 6/3 | ± 10/33<br>170/35 | ± 5/33<br>85/13 | 29/41 ± 1/70         | 26/49 ± 3/13 | 1/03 ± 0/08         |
| تمرین + مکمل | 48/1 ± 6/9 | ± 18/24<br>168/19 | ± 6/14<br>83/08 | 29/43 ± 2/26         | 27/17 ± 2/16 | 1/02 ± 0/07         |
| پلاسیبو      | 45/7 ± 7/7 | ± 15/5<br>169/45  | ± 7/20<br>82/49 | 28/77 ± 3/19         | 26/41 ± 3/10 | 0/99 ± 0/08         |

جدول 2. نتایج مربوط به سطوح سرمی متغیرهای IL-6 و TNF-a پس از مداخله.

| پلاسیبو     | مکمل + دارچین | تمرین HIIT    | مکمل دارچین   | گروه‌ها و متغیرهای پژوهش       |
|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------|
| 1/79 ± 0/86 | 1/13 ± 0/84*  | 1/42 ± 0/71*  | 1/49 ± 0/98 * | IL-6<br>(نانوگرم / میلی لیتر)  |
| 12 ± 2/21   | 11/11 ± 1/19* | 11/8 ± 2/08 * | 12/2 ± 2/12*  | TNF-a<br>(نانوگرم / میلی لیتر) |
| 2/22 ± 2/02 | 1/86 ± 1/95   | 2/08 ± 1/89   | 2/13 ± 1/4    | مقاومت به انسولین<br>(HOMA-IR) |

\*(P ≤ 0/05).

نمودار 1. سطوح سرمی آدیپونکتین در قبل و بعد از مداخله در گروه‌های پژوهش حاضر.



\*(P ≤ 0/05).

\*. معنی داری نسبت به پیش آزمون.



اینکه HIIT به افزایش سلامت قلبی متابولیک کمک می‌کند، می‌توان گفت که تمرینات HIIT نیز می‌تواند اثرات ضد التهابی بیشتری نسبت به تمرینات MICT داشته باشد. چرا که در بخشی از نتایج پژوهش حاضر این مشخص شد که در گروه مداخله تمرین HIIT کاهش معنادار سطوح مارکرهای التهابی کاهش معناداری داشت. البته این امر در مورد گروه‌های دیگر از جمله مکمل دارچین و تعامل مکمل و تمرین نیز صادق بود.

امروزه توجه ویژه‌ای به انواع افزودنی‌های غذایی شده است. این ترکیبات به دلیل گیاهی بودن و استفاده گسترده در رژیم‌های غذایی مختلف اهمیت دارند. دارچین یکی از انواع گیاهانی است که به نظر می‌رسد نقش مهمی در درمان و کنترل اختلال متابولیک داشته باشد (97). یکی از مواد فعال مشتق شده از دارچین، پلیمری هیدروکسیل متیل کالکن است که مانند انسولین عمل می‌کند (98). در چاقی، فسفوریلاسیون گیرنده انسولین کاهش می‌یابد، با این حال، اجزای محلول در دارچین، فسفوریلاسیون خودکار گیرنده انسولین را مهار می‌کنند، آنزیمی که در سفریله کردن گیرنده ۲-انسولین فسفاتاز است. این خود باعث افزایش حساسیت به انسولین می‌شود. در برخی از مطالعات نشان داده شده است که دارچین می‌تواند کاتابولیسم گلوکز را با فعال کردن گیرنده انسولین و افزایش سنتز گلیکوژن افزایش دهد (98). با این حال می‌توان گفت که این فرایند منجر به کاهش مقاومت به انسولین و متعاقب آن حساسیت انسولینی گردد، امری که در پژوهش حاضر نشان داده شد. بنابراین می‌توان اظهار کرد که مکمل سازی دارچین و تمرینات HIIT به عنوان استراتژی‌های درمانی در امر کاهش مقاومت انسولینی از طریق کاهش سطوح مارکرهای التهابی از جمله IL-6 و TNFα می‌باشند. نکته قابل تامل این مسئله بود که فرایند مذکور در گروه تعامل مکمل دارچین و تمرینات HIIT کاهش بیشتری در سطوح مارکرهای التهابی مشاهده گردید هرچند که از نظر آماری معنادار نبود.

با توجه به نقش چاقی و آدیپوکائین‌های آن در ایجاد برخی بیماری‌های خودایمنی مانند دیابت نوع دو و اثر محافظتی تمرین، برخی از مطالعات بر روی تأثیر فعالیت بدنی و تمرین بر لیپوکائین‌های پلاسما مانند رزیستین، آدیپونکتین و ویسفاتین در انسان و نمونه‌های حیوانی و در این زمینه نتایج متناقضی گزارش شده است. در این میان آدیپونکتین بیشتر مورد بررسی قرار می‌گیرند. آدیپونکتین یکی از فراوان‌ترین هورمون‌هایی است که از بافت چربی ترشح می‌شود که برخلاف سایرین مانند لپتین و رزین، آدیپوکین‌ها در چاقی کاهش می‌یابد (99). این هورمون نقش مهمی در تنظیم انرژی مورد نیاز برای حفظ هموستاز، متابولیسم چربی و کربوهیدرات و حساسیت به انسولین دارد (99). از سوی

شاخص‌های التهابی آزمودنی‌ها شامل IL-6، TNF-α و آدیپونکتین در پیش آزمون و پس آزمون بصورت جدول 2 و نمودار 1 ارائه شده است.

نتایج مربوط به نتایج سطوح پلاسمایی IL-6 و TNFα در گروه‌های پژوهش نشان دهنده این مطلب می‌باشد که در گروه‌های مکمل دارچین، تمرینات HIIT و مکمل + تمرینات HIIT کاهش معناداری نسبت به پیش آزمون مشاهده گردید ( $P \leq 0/05$ ). این در حالی است بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P \geq 0/05$ ).

نمودار 1 نشان دهنده نتایج مربوط به سطوح سرمی آدیپونکتین در بین گروه‌های پژوهش می‌باشد، که در آن سطوح آدیپونکتین در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معناداری یافته است ( $P \leq 0/05$ ). این در حالی است که بین گروه‌های مداخله هیچ تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P \geq 0/05$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تعاملی یک دوره تمرینات HIIT با و بدون مکمل سازی دارچین بر سطوح سرمی برخی فاکتورهای التهابی در بین مردان چاق و دارای اضافه وزن انجام شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطوح IL-6 به عنوان یکی از مهمترین مارکرهای التهابی در سه گروه پژوهش حاضر از جمله شامل، مکمل سازی دارچین، تمرینات HIIT و مکمل + تمرینات HIIT در پس آزمون نسبت به پیش آزمون کاهش معناداری داشت. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه بنی طالبی و همکاران، حامد علیزاده پهلوی، سوارس و همکاران<sup>1</sup> و رایینسون و همکاران همسو بود (89-92). IL-6 به عنوان اولین مایوکاین ترشح شده از بافت عضلانی و همچنین به عنوان یک نوع آدیپوکاین از بافت چربی ترشح می‌گردد (93).

علیرغم شواهدی مبنی بر تأثیر ضد التهابی ورزش، مشخص نیست که کدام نوع یا شدت ورزش مؤثرتر است. اخیراً، تمرینات HIIT به عنوان یک استراتژی تمرینی کارآمد از نظر زمان مورد توجه قرار گرفته است، که در مقایسه با تمرینات تداومی با شدت متوسط<sup>2</sup> (MICT) که به طور سنتی تجویز می‌شود، یک محرک فیزیولوژیکی منحصر به فرد ارائه می‌کند (94). مطالعات همچنین بهبود بیشتری در عملکرد درون رگی (اندوتلیوم<sup>3</sup>) و کنترل گلوکز پس از HIIT نسبت به MICT سنتی در افراد دارای اضافه وزن و/یا چاق گزارش کرده‌اند (95, 96). بر اساس این یافته‌ها مبنی بر

1. Soares and et al.

2. Moderate intensity continuous training.

3. Endothelium



- overweight/obese individuals with and without type 2 diabetes. 2018, Murdoch University.
- [3] Torres-García, R., et al., Effect of exercise on the serum concentrations of leptin and adiponectin in adolescents with risk factors of developing diabetes. *Revista medica del instituto mexicano del seguro social*, 2018. 55(6): p. 708-714.
- [4] Tsiotra, P.C., et al., Circulating adipokines and mRNA expression in adipose tissue and the placenta in women with gestational diabetes mellitus. *Peptides*, 2018. 101: p. 157-166.
- [5] میر فتحی، تغییرات ویسفاتین پلاسما و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع 2 پس از تمرینات پیلاتس. *مجله سلامت و مراقبت*. 20(1): 39-30
- [6] Roque, F.R., et al., Exercise training and cardiometabolic diseases: focus on the vascular system. *Current hypertension reports*, 2013. 15(3): p. 204-214.
- [7] Safdar, A., A. Saleem, and M.A. Tarnopolsky, The potential of endurance exercise-derived exosomes to treat metabolic diseases. *Nature Reviews Endocrinology*, 2016. 12(9): p. 504-517.
- [8] Goodpaster, B.H. and L.M. Sparks, Metabolic flexibility in health and disease. *Cell metabolism*, 2017. 25(5): p. 1027-1036.
- [9] Gruenwald, J., J. Freder, and N. Armbruster, Cinnamon and health. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2010. 50(9): p. 822-834.
- [10] Leach, M.J. and S. Kumar, Cinnamon for diabetes mellitus. *Cochrane database of systematic reviews*, 2012. (9)
- [11] Castro, C.A.d., et al., Exercise and omentin: their role in the crosstalk between muscle and adipose tissues in type 2 diabetes mellitus rat models. *Frontiers in physiology*, 2019: p. 1881.
- [12] Nassis, G.P., et al., Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism*, 2005. 54(11): p. 1472-1479.
- دیگر، برخی از مطالعات گزارش کردند که تمرینات هوازی منظم، علاوه بر کاهش وزن، شاخص توده بدنی و درصد چربی، باعث افزایش آدیپونکتین در افراد فعال شده است (81). در پژوهش حاضر نیز افزایش سطوح آدیپونکتین در گروه‌های مختلف از جمله تعامل مکمل دارچین و تمرینات HIIT مشاهده گردید. نقش محوری آدیپونکتین در رابطه با عوامل خطر مرتبط با سندرم متابولیک، همراه با اثرات ضد التهابی آن، مورد توجه قرار گرفته است. برخی از مطالعات نشان داده اند که کاهش غلظت آدیپونکتین با مقاومت به انسولین، هیپرانسولینسم و هیپرگلیسمی مرتبط است (81). علاوه بر این، مطالعات مختلف افزایش سطح آدیپونکتین را به دنبال کاهش وزن و بهبود مقاومت به انسولین گزارش کرده‌اند (82). با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که کاهش سطح آدیپونکتین می‌تواند عامل اصلی چاقی و اختلالات التهابی مرتبط با آن، از جمله مقاومت به انسولین و دیابت نوع 2 باشد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که افزایش غلظت آدیپونکتین پلاسما منجر به کاهش مقاومت به انسولین، تری گلیسرید، محیط شکمی، نسبت شکم به باسن، لیپوپروتئین با چگالی کم، توده چربی بدن و سطوح بالای لیپوپروتئین می‌شود (82). با توجه به افزایش معنادار سطوح سرمی آدیپونکتین در گروه تعامل مکمل دارچین و تمرینات HIIT در پژوهش حاضر، می‌توان گفت که تأثیر مکمل دارچین به تأثیر تمرین در این مطالعه افزوده شده است.
- با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که اجرای یک دوره تمرینات HIIT با و بدون مکمل سازی دارچین احتمالاً از طریق کاهش عوامل التهابی و متعاقب آن افزایش عوامل ضد التهابی باعث کاهش مقاومت به انسولین در مردان چاق و دارای اضافه وزن می‌گردد.

## تعارض منافع

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

## منابع

- [1] Gholaman, M., et al., High and Moderate Intensity Aerobic Training Effects on Galectin-3, Pentraxin-3, and Several Inflammatory Mediators Levels in Type 2 Diabetic Women, a Randomized Clinical Trial. *Women's Health Bulletin*, 2021. 8(4): p. 238-246.
- [2] Raman, A., The role of exercise in glycaemic control and inflammation in

- physiology and biochemistry, 2019. 125(1): p. 85-91.
- [22] Banitalebi, E., et al., Effects of sprint interval or combined aerobic and resistance training on myokines in overweight women with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Life sciences*, 2019. 217: p. 101-109.
- [23] Robinson, E., et al., Short-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training reduce leukocyte TLR4 in inactive adults at elevated risk of type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*, 2015. 119(5): p. 508-516.
- [24] Alizadeh Pahlavani, H., Exercise Therapy for People With Sarcopenic Obesity: Myokines and Adipokines as Effective Actors. *Frontiers in Endocrinology*, 2022. 13.
- [25] Pedersen, B., et al., Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? *Journal of Muscle Research & Cell Motility*, 2003. 24(2): p. 113-119.
- [26] Weston, K.S., U. Wisløff, and J.S. Coombes, High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 2014. 48(16): p. 1227-1234.
- [27] Little, J.P., et al., Effects of high-intensity interval exercise versus continuous moderate-intensity exercise on postprandial glycemic control assessed by continuous glucose monitoring in obese adults. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 2014. 39(7): p. 835-841.
- [28] Tjønnå, A.E., et al., Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*, 2008. 118(4): p. 346-354.
- [29] Fayaz, E., et al., Cinnamon extract combined with high-intensity endurance training alleviates metabolic syndrome via non-canonical WNT signaling. *Nutrition*, 2019. 65: p. 173-178.
- [30] Tangvarasittichai, S., et al., Effect of cinnamon supplementation on oxidative stress, inflammation and insulin resistance in patients
- [13] Sirico, F., et al., Effects of physical exercise on adiponectin, leptin, and inflammatory markers in childhood obesity: systematic review and meta-analysis. *Childhood Obesity*, 2018. 14(4): p. 207-217.
- [14] Achari, A.E. and S.K. Jain, Adiponectin, a therapeutic target for obesity, diabetes, and endothelial dysfunction. *International journal of molecular sciences*, 2017. 18(6): p. 1321.
- [15] Madsen, S.M., et al., High intensity interval training improves glycaemic control and pancreatic  $\beta$  cell function of type 2 diabetes patients. *PloS one*, 2015. 10(8): p. e0133286.
- [16] Asle Mohammadi Zadeh, M., et al., Diets along with interval training regimes improves inflammatory & anti-inflammatory condition in obesity with type 2 diabetes subjects. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 2018. 17(2): p. 253-267.
- [17] Kazemi, A., M. Rahmati, and M. Akhondi, Effect of 6 weeks of high-intensity interval training with cinnamon supplementation on serum apelin concentration and insulin resistance in overweight boys. *The Horizon of Medical Sciences*, 2016. 22(3): p. 177-183.
- [18] Baigzadeh, M., S.H. Delavar, and H. Safikhani, The Effect of Training (Aerobic and Concurrent) and Cinnamon Supplementation on the Plasma Levels of Visfatin and Adiponectin in Overweight Diabetic Men. *Journal of Clinical Research in Paramedical Sciences*, 2020. 9.(2)
- [19] Rashidlamir, A., et al., The effect of four-week period of aerobic exercise with cinnamon consumption on lipoprotein indicates and blood sugar in diabetic female patients (type 2). *SSU\_Journals*, 2013. 20(5): p. 605-614.
- [20] Clark, T., et al., High-intensity interval training for reducing blood pressure: a randomized trial vs. moderate-intensity continuous training in males with overweight or obesity. *Hypertension Research*, 2020. 43(5): p. 396-403.
- [21] Steckling, F.M., et al., High-intensity interval training improves inflammatory and adipokine profiles in postmenopausal women with metabolic syndrome. *Archives of*

with type 2 diabetes mellitus. *Int J Toxicol Pharmacol Res*, 2015. 7(4): p. 56-59.

- [31] Tian, H.W., et al., Terahertz metasurfaces: toward multifunctional and programmable wave manipulation. *Frontiers in Physics*, 2020. 8: p. 448.

## تأثیر مکمل یاری کراتین و سدیم بی‌کربنات بر عملکرد بی‌هوازی، شاخص خستگی و آزمون عملکردی ویژه فوتسال در فوتسالیست‌های نخبه طی تمرینات پیش فصل

ابوالفضل فیجان<sup>1</sup>، فرهاد دریانوش<sup>2\*</sup>، کوروش فرد نگار<sup>3</sup>، فاطمه حسینی نژاد<sup>4</sup>، نصرت اله فروزان<sup>5</sup>

احمد محرز<sup>6</sup>

تاریخ پذیرش: 1401/10/01

تاریخ دریافت: 1401/04/20

### چکیده

**هدف:** از آنجا که تحقیقات محدودی مصرف هم‌زمان مکمل‌های کراتین و سدیم بی‌کربنات را در ورزش‌های تیمی بررسی نموده‌اند، هدف از انجام این پژوهش بررسی مکمل‌یاری کراتین و سدیم بی‌کربنات بر عملکرد بی‌هوازی، شاخص خستگی و آزمون عملکردی ویژه فوتسال در فوتسالیست‌های نخبه طی تمرینات پیش فصل بود.

**روش‌شناسی:** 32 فوتسالیست با میانگین سنی  $22/23 \pm 0/23$  سال به طور هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در چهار گروه کراتین، سدیم بی‌کربنات، ترکیبی و دارونما قرار گرفتند. قبل و بعد از مداخله، آزمون عملکردی ویژه فوتسال و تست بی‌هوازی رست (RAST) انجام و شاخص خستگی، اوج و میانگین توان بی‌هوازی برآورد شد. طی 7 روز مکمل‌یاری، گروه کراتین روزانه 20 گرم کراتین، گروه سدیم بی‌کربنات 0/3 mg/kg، گروه ترکیبی (20 گرم کراتین و 0/3 mg/kg سدیم بی‌کربنات) و گروه کنترل 20 گرم نشاسته، در چهار وعده مصرف نمودند.

**یافته‌ها:** نتایج تحقیق نشان داد اوج توان بی‌هوازی گروه‌های کراتین و ترکیبی از گروه دارونما به‌صورت معناداری بیشتر بود. میانگین توان بی‌هوازی گروه کراتین و ترکیبی از گروه دارونما و همچنین میانگین توان بی‌هوازی گروه ترکیبی از سدیم بی‌کربنات به‌صورت معناداری بیشتر بود. شاخص خستگی گروه‌ها تفاوت معناداری نداشت. بین زمان آزمون عملکردی ویژه فوتسال هر یک از گروه‌های کراتین و ترکیبی با گروه دارونما و سدیم بی‌کربنات و بین گروه کراتین با ترکیبی در مرحله پس آزمون تفاوت معناداری وجود داشت.

**نتیجه‌گیری:** مکمل‌یاری کراتین بر خلاف سدیم بی‌کربنات موجب بهبود شاخص‌های بی‌هوازی و عملکردی بازیکنان فوتسال می‌گردد. همچنین مصرف هم‌زمان کراتین و سدیم بی‌کربنات با تقویت اثر هم‌افزایی، پاسخ مثبت‌تری به آمادگی بی‌هوازی و عملکردی فوتسالیست‌ها در دوران پیش فصل می‌دهد.

**واژگان کلیدی:** توان بی‌هوازی، سدیم بی‌کربنات، کراتین، فوتسال.

1. دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.  
2. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

daryanoosh@shirazu.ac.ir

3. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.  
4. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.  
5. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.  
6. دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

ISSN:2980-8960

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

### ارجاع دهی:

**دریانوش، فرهاد.** تأثیر مکمل یاری کراتین و سدیم بی‌کربنات بر عملکرد بی‌هوازی، شاخص خستگی و آزمون عملکردی ویژه فوتسال در فوتسالیست‌های نخبه طی تمرینات پیش فصل، 1401؛ 1(2): 43-52. doi: 10.34785/J019.2023.005

## The effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal specific performance test in elite futsal players in pre-season training

Abdolreza Kazemi<sup>1</sup>, Mokhtar Ghanbarzadeh<sup>2</sup>, Ziya Navidi<sup>3</sup>, Mehrnaz Soltani<sup>4</sup>  
Abolfazl Fijan<sup>1</sup>, Farhad Daryanoosh<sup>✉2</sup>, Negar Kooroshfard<sup>3</sup>, Fatemeh Hosseini-zhad<sup>4</sup>,  
Nosratallah Foroozan<sup>5</sup>, Ahmad Mehrez<sup>6</sup>

Received: 2022/07/11

Accepted: 2022/12/22

### Abstract

**Introduction:** Since limited studies have examined the simultaneous use of creatine and sodium bicarbonate supplements in team sports, the aim of this study was to evaluate creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal special performance test (FSPT) in elite futsal players during pre-season training.

**Methodology:** 32 futsal players (age of  $22.23 \pm 0.23$  years) were selected objectively and randomly divided into four creatine, sodium bicarbonate, combined and placebo groups. FSPT and RAST anaerobicity test was performed and fatigue index, peak and mean anaerobic power were assessed before and after the intervention. During 7 days of supplementation, the creatine group received 20 grams of creatine daily, the sodium-bicarbonate group 0.3 mg / kg, the combined group (20 grams of creatine and 0.3 mg / kg sodium bicarbonate) and the control group 20 grams of starch, in four servings.

**Result:** The results showed that the peak of anaerobic power of creatine and combination groups was significantly higher than the placebo group. The mean anaerobic capacity of the creatine and combination groups was significantly higher than that of the placebo group and the mean anaerobic capacity of the combination group was significantly higher than that of the sodium bicarbonate group. There was no significant difference in the fatigue index of the groups. There is a significant difference between the time of FSPT of each creatine and combination groups with the placebo and sodium bicarbonate groups and between the creatine and combination groups in the post-test.

**Conclusion:** Creatine supplementation, unlike sodium bicarbonate, improves the anaerobic and functional parameters of futsal players. Also, the simultaneous use of creatine and sodium bicarbonate, by enhancing the synergistic effect, gives a more positive response to the anaerobic and functional indices of futsal players during pre-season.

**Keywords:** Anaerobic power, creatine, sodium bicarbonate, Futsal.

<sup>1</sup> PhD in Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

<sup>2✉</sup> Associate Professor of exercise physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, University of Shiraz, Iran.

<sup>3</sup> Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

<sup>4</sup> Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

<sup>5</sup> Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

<sup>6</sup> Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for the authors.

### Citation:

Daryanoosh, F. The effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal specific performance test in elite futsal players in pre-season training. *Research in Exercise Nutrition*, 2022; 1(2): 43-52. doi: 10.34785/J019.2023.005







## مقدمه

می‌تواند به شدت کاهش یافته و حتی به صفر برسد (105). نتایج پژوهش‌های انجام شده در ارتباط با کراتین نشان می‌دهد که احتمالاً این مکمل باعث بهبود توان بی‌هوازی، بهبود عملکرد دستگاه انرژی فسفاژن، اوج توان و میانگین توان بی‌هوازی می‌شود (106-108). همچنین مکمل‌یاری کراتین، سبب افزایش ذخیره فسفوکراتین عضلات اسکلتی، افزایش آستانه خستگی عصبی-عضلانی و افزایش توده بدون چربی می‌شود و بر آستانه تهویه‌ای نیز تأثیر مثبتی دارد (109, 110). کلودینو و همکاران گزارش دادند که 7 هفته مکمل‌یاری کراتین طی دوران پیش فصل موجب بهبود عملکرد پرش بازیکنان فوتبال می‌شود (111). از سوی دیگر، سدیم بیکربنات یا جوش شیرین، یک نمک آلکالین (قلیایی) است و عملکرد عمده آن تعادل اسید و باز در خون و مایع برون سلولی است. نقش سدیم بیکربنات، بافر کردن اسید لاکتیک تولید شده به هنگام فعالیت ورزشی شدید است. این ماده، منجر به افزایش سطح یون بی‌کربنات ( $\text{HCO}_3$ ) از 24mM به 29 mM می‌شود و از این طریق، باعث افزایش pH خون از 7/4 به 7/8 می‌شود. در ورزش‌های بی‌هوازی، استفاده از بیکربنات‌ها رایج است. نقش بافری سدیم بیکربنات موجب دور کردن یون  $\text{H}^+$  و لاکتات از محیط عضلانی شده و موجب بهبود انقباض عضلانی هنگام فعالیت‌های ورزشی می‌گردد. بنابراین، مکمل‌های بافر کننده مانند بی‌کربنات سدیم ( $\text{NaHCO}_3$ )، ممکن است اسیدوز متابولیک را کاهش داده و عملکرد بی‌هوازی را در طول ورزش بهبود بخشد (112, 113). همچنین مشخص شده است مکمل یاری سدیم بیکربنات، موجب بهبود عملکرد توان بی‌هوازی در کشتی‌گیران (114)، عملکرد سرعتی و عملکرد تناوبی شناگران می‌شود (103, 115). در مقابل، در تحقیقی دیگر بیان شده مصرف این مکمل قبل از دوچرخه‌سواری استقامتی، تأثیری بر عملکرد ورزشی ندارد (116). در مطالعات مختلف، به‌طور مجزا اثر مصرف این دو مکمل بر عملکرد ورزشکاران بررسی شده است اما تعداد مطالعاتی که اثر مصرف ترکیبی این مکمل‌ها را بررسی کرده باشد، محدود است. نتایج تحقیقاتی که مکمل‌یاری مجزای کراتین یا سدیم بیکربنات را با دارونما مقایسه کرده است نشان می‌دهد، عملکرد ورزشکاران نسبت به گروه دارونما بهبود پیدا می‌کند (117-119). اما در تحقیق دیگری که مصرف همزمان مکمل-های سدیم بیکربنات و کراتین با گروه‌های کراتین و سدیم بیکربنات (به‌طور مجزا) مقایسه شده بود، مشخص گردید در هر سه گروه، افزایش معناداری در توان بی‌هوازی رخ می‌دهد اما تفاوت قابل‌توجهی بین عملکرد این گروه‌ها مشاهده نمی‌شود (120). آزمون‌های مختلفی به صورت میدانی و آزمایشگاهی به

مصرف مکمل‌ها در میان ورزشکاران افزایش چشم‌گیری پیدا کرده است. مصرف مکمل‌های گوناگون، با اهدافی از جمله افزایش عملکرد و تأخیر در ایجاد خستگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مهم‌ترین دلایل ایجاد خستگی در ورزش‌های رقابتی، بروز اسیدیت عضلانی ناشی از شدت بالای تمرین یا مسابقات است. کاهش pH عضلانی موضوعی مهم است زیرا بین  $\text{H}^+$  و  $\text{Ca}^{2+}$  بر سر اتصال به جایگاه تروپونین رقابت ایجاد کرده و از سوی دیگر بازسازی فسفوکراتین و فسفوریلاسیون اکسیداتیو را نیز سرکوب می‌کند، بنابراین انقباض عضلانی با اختلال روبرو شده و خستگی ناشی از اسیدیت عضلانی مانع از ادامه فعالیت ورزشی می‌گردد (100, 101). در این میان، کمک‌های نیروزا را می‌توان به‌عنوان ابزاری مفید برای بهبود عملکرد ورزشی مورد توجه قرار داد (102). کمیته بین‌المللی المپیک (IOC) اخیراً در بیانیه‌ای در سال 2018، تعداد کمی از مواد نیروزا و دارای سطح کافی از شواهد علمی و ایمن بودن که توانایی بهبود عملکرد ورزشکاران را داشته باشند، معرفی کرده است. این مواد عبارتند از: کافئین، کراتین، نیترات، سدیم بیکربنات و بتا آلانین (1). بر همین اساس و در سال‌های اخیر، ورزشکاران و مربیان توجه خاصی به مکمل‌ها داشته‌اند که از جمله این مکمل‌ها می‌توان به 2 مکمل رایج یعنی کراتین و سدیم بیکربنات اشاره کرد. رشته ورزشی فوتبال از جمله ورزش‌های تیمی است که با توجه به ماهیت این رشته، فشار زیادی در طول مسابقه بر بازیکنان حاضر در زمین وارد می‌شود. سیستم غالب تأمین انرژی در رشته فوتبال، مسیر بی‌هوازی است و بازیکنان در طول یک مسابقه بعد از چند دقیقه فعالیت، تعویض‌های مکرر انجام و در مدت کوتاه باید تجدید قوا کنند و دوباره به مسابقه بازگردند. از این رو عقیده بر آن است که استفاده از مکمل‌های مورد تأیید آژانس بین‌المللی ضد دوپینگ که خستگی ناشی از تجمع لاکتات را تعدیل و سرعت بازیافت ورزشکاران را افزایش دهد، می‌تواند در این زمینه کمک کننده باشد (103). کراتین ترکیبی است که در کبد، کلیه‌ها و پانکراس از 3 اسیدآمینه آرژنین، متیونین و گلیسین سنتز می‌شود. کراتین به شکل فسفوکراتین، نقش مهمی در متابولیسم انرژی دارد و با هیدرولیز کردن فسفوکراتین، منجر به تولید یک مولکول ATP و بافر کردن یون هیدروژن می‌شود. 95 درصد کراتین موجود در بدن، در عضلات اسکلتی و 5 درصد باقی‌مانده نیز در مغز، کبد، کلیه‌ها و بیضه‌ها ذخیره می‌شود (104). در عضله اسکلتی، ذخیره کراتین فسفات بسیار محدود و میزان آن تقریباً 26 mM به ازای هر کیلوگرم وزن عضله است. هنگام فعالیت ورزشی، این میزان

این آزمون در کل محیط سالن فوتسال طراحی گردید (121) و بدین منظور 14 مخروط به رنگ نارنجی، 1 مخروط به رنگ بنفش (نقطه شروع) و یک مخروط به رنگ سبز (نقطه پایانی) مورد استفاده قرار گرفت. 4 فرد کمکی (به منظور ارسال پاس) و 2 داور زمان سنج نیز مطابق شکل در مکان‌های مورد نظر قرار گرفتند. آزمودنی‌ها باید از قرار گرفتن در نقطه شروع (مخروط بنفش) در مرحله اول مسیر 8 متری را بدون توپ دویده (مخروط A تا B) و بعد از آن در گام دوم به صورت زیگزاگ به همراه توپ 7 مخروط نارنجی را پشت سر گذاشتند (مخروط B تا H). پس از آن و با عبور از مخروط I، آزمودنی یک پاس بلند را به سمت اولین بازیکن کمکی در مخروط K ارسال و خود را به سرعت به مخروط J می‌رساند (گام سوم). بازیکن کمکی پاس را به آزمودنی برگشت داده (گام چهارم) و بعد از آن آزمودنی به سمت مخروط L حرکت و پاس را به دومین بازیکن کمکی برمی‌گرداند (گام پنجم). آزمودنی دو بار این کار را انجام داده و بعد از دریافت سوم، چرخش انجام داده و دریبل زنی را انجام می‌دهد (گام 6). سپس با ارسال پاس به سمت دیگر بازیکن کمکی که در کنار مخروط N قرار گرفته است (گام 7)، پاس را در منطقه 1 دریافت و با حداکثر قدرت اقدام به شوت زنی می‌نماید (گام 8). نهایتاً آزمودنی به سمت منطقه شوت زنی (نقطه یک پناهی) حرکت کرده و پاس دریافتی از بازیکن کمکی چهارم را با شوت زنی به سمت دروازه انجام می‌دهد (گام 9). برای پایان کار بازیکن به سرعت چرخش انجام داده و به سمت مخروط سبز رنگ (نقطه پایانی) حرکت می‌کند. 2 داور زمان کلی انجام آزمون را سنجیده و میانگین زمان 2 داور به عنوان زمان کلی عملکرد در نظر گرفته شد. همچنین با تشویق کلامی از آزمودنی خواسته شد کلیه مراحل را با حداکثر سرعت و توان به انجام برساند. مکمل‌های به کار رفته شامل کراتین منوهیدرات ساخت شرکت New Whey Nutrition آمریکا و سدیم بیکربنات (جوش شیرین خوراکی) ساخت شرکت فدک شیمی توس ایران دارای مجوز ساخت از اداره کل نظارت بر امور دارو بود. مکمل‌یاری گروه‌ها در روزهای بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. طی دوره 7 روز مکمل‌یاری، گروه کراتین روزانه 20 گرم کراتین، گروه سدیم بیکربنات 0/3 g/kg/day، گروه ترکیبی (20 گرم کراتین و 0/3 g/kg/day سدیم بیکربنات) و گروه کنترل 20 گرم نشاسته را در چهار وعده مصرف نمودند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که 24 ساعت قبل از انجام هر دو آزمون RAST از انجام تمرینات سنگین خودداری کنند.

منظور سنجش توانایی بی‌هوازی بازیکنان فوتسال قابل استفاده است که از آن جمله می‌توان به آزمون وینگیت و آزمون RAST اشاره نمود. از طرف دیگر آزمون‌های اختصاصی ویژه فوتسال که علاوه بر زمان عملکرد، همبستگی قوی با آزمون‌های بی‌هوازی داشته باشد نیز می‌تواند نتایج مطلوب‌تری را به دنبال داشته باشد. یکی از این آزمون‌ها FSPT<sup>30</sup> می‌باشد (121).

با توجه به نقش کراتین و سدیم بیکربنات به عنوان یک بافر سلولی و مکانیسم‌های فیزیولوژیکی موثر در هیدرولیز PCr از طریق مصرف یون H<sup>+</sup>، با ترکیب این 2 مکمل می‌توان اثر هم افزایی را انتظار داشت. همچنین با توجه به اهمیت مکمل‌های کراتین (دستگاه فسفاژن) و سدیم بیکربنات (دستگاه اسیدلاکتیک) در ورزش‌های مختلف و تحقیقات محدود در این زمینه که تأثیر مصرف همزمان این 2 مکمل را به خصوص در ورزشکاران رشته فوتسال بررسی کرده باشند، انجام تحقیق حاضر ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف کلی از انجام تحقیق حاضر، تأثیر مصرف همزمان این مکمل‌ها بر شاخص‌های بی‌هوازی و عملکردی ورزشکاران رشته فوتسال می‌باشد.

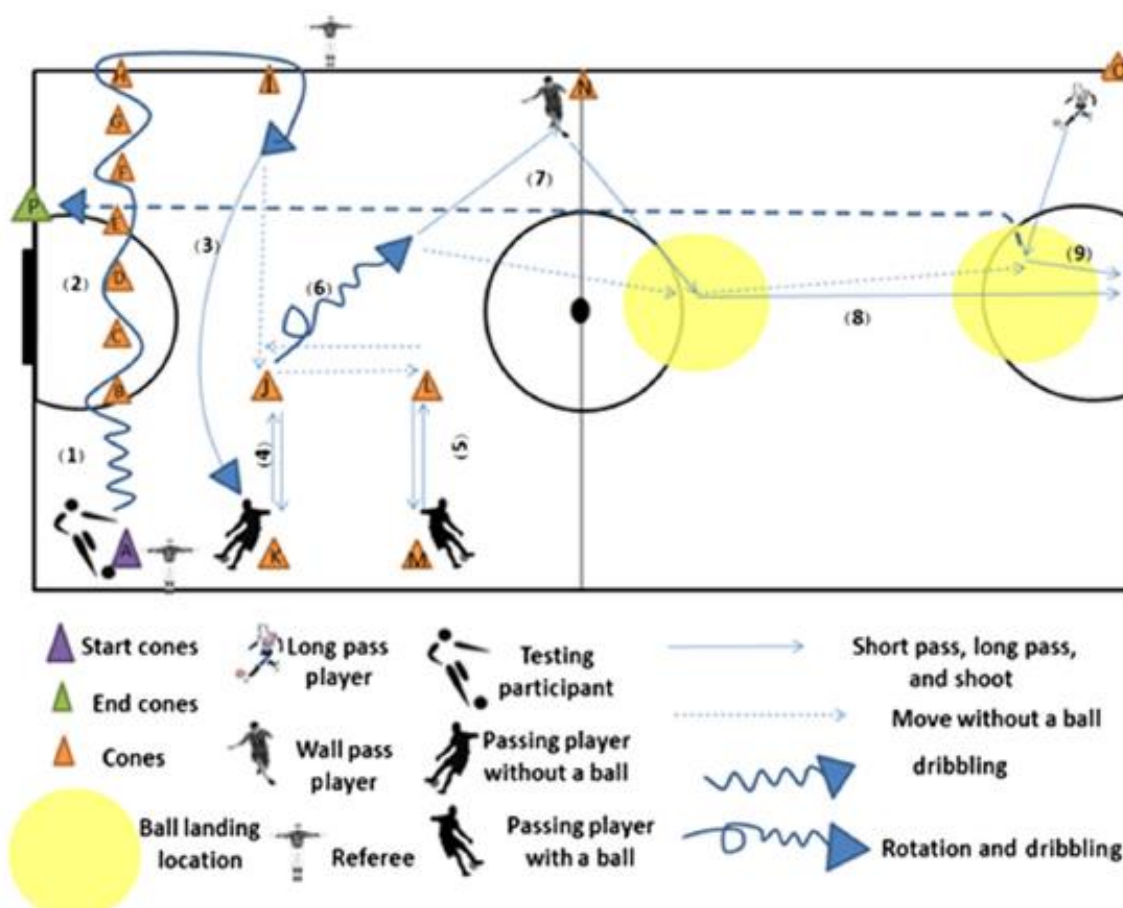
## روش‌شناسی

در ابتدا 32 نفر از بازیکنان فوتسال شهرستان شیراز برای شرکت در طرح داوطلب شدند. مشخصات آنترپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول 1 گزارش شده است. معیارهای ورود به تحقیق شامل: داشتن حداقل 5 سال سابقه فوتسال، بازی کردن حداقل در سطح لیگ دسته یک کشور، سن 19 تا 26 سال، عدم مصرف مکمل‌های ورزشی در 6 ماه گذشته، نداشتن سابقه‌ی آسیب دیدگی شدید و عدم مصرف مواد دخانیاتی در نظر گرفته شد. این افراد طی دوران تمرینات پیش فصل، به صورت تصادفی به چهار گروه سدیم بیکربنات، کراتین، ترکیبی و گروه دارونما (هر گروه شامل 8 نفر) تقسیم شدند. از آزمون RAST برای سنجش شاخص‌های بی‌هوازی، در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. بر این اساس آزمودنی‌ها پس از 10 دقیقه گرم کردن، 6 بار مسیر 35 متری را با 10 ثانیه استراحت بین هر تکرار با نهایت سرعت دویدند. شاخص‌های اوج توان، میانگین توان و شاخص خستگی پس از انجام مراحل پیش و پس از آزمون محاسبه شد. شاخص خستگی با استفاده از فرمول (مجموع هر 6 زمان / حداقل توان - حداکثر توان) به دست آمد (122). در روز دیگر و به منظور اجرای آزمون FSPT، ابتدا آزمودنی‌ها 15 دقیقه به گرم کردن بدن پرداخته تا برای آزمون آماده شوند. مطابق با شکل 1،

30. futsal specific performance test.

جدول 1. میانگین و انحراف معیار قد و وزن آزمودنی‌ها به تفکیک در هر گروه

| متغیر/گروه               | کراتین    | سدیم بیکربنات | ترکیبی   | کنترل     |
|--------------------------|-----------|---------------|----------|-----------|
| قد (Cm)                  | 179±2     | 174/64±6      | 167/27±5 | 173/4±5   |
| وزن (Kg)                 | 72/56±4   | 71/75±8       | 71/25±5  | 72/5±4    |
| BMI (Kg/m <sup>2</sup> ) | 22/2±5/22 | 23/1±3/84     | 22/2±9/1 | 23/1±08/8 |
| سن (سال)                 | 22/0±4/45 | 22/1±2/2      | 21/0±8/9 | 22/0±5/67 |



شکل 1. آزمون عملکردی ویژه فوتسال (FSPT) (121)

## روش آماری

به منظور بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک و همچنین جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده گردید. برای بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی از طرح تحلیل واریانس مختلط (mixed between-within anova) و آزمون t وابسته و مستقل استفاده شد.

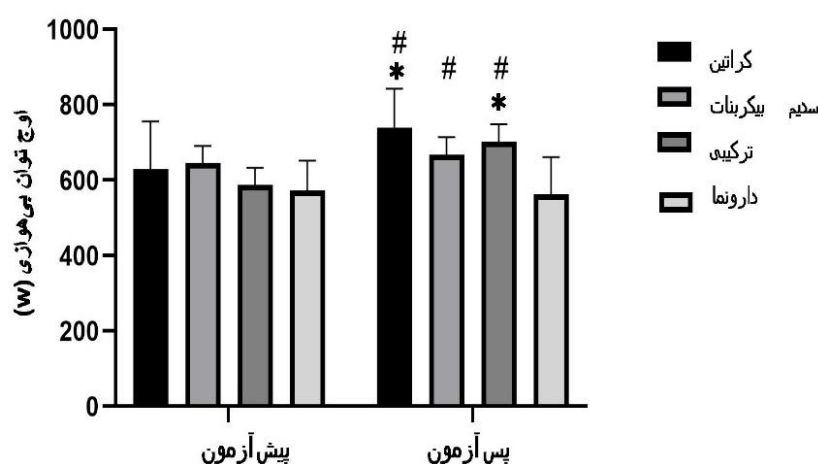
## یافته‌ها

نتایج تحلیل واریانس مختلط در رابطه با اوج توان بی‌هوازی نشان داد اثر تعاملی گروه و زمان آزمون ( $\eta^2=0/659$ ،  $p=0/001$ )

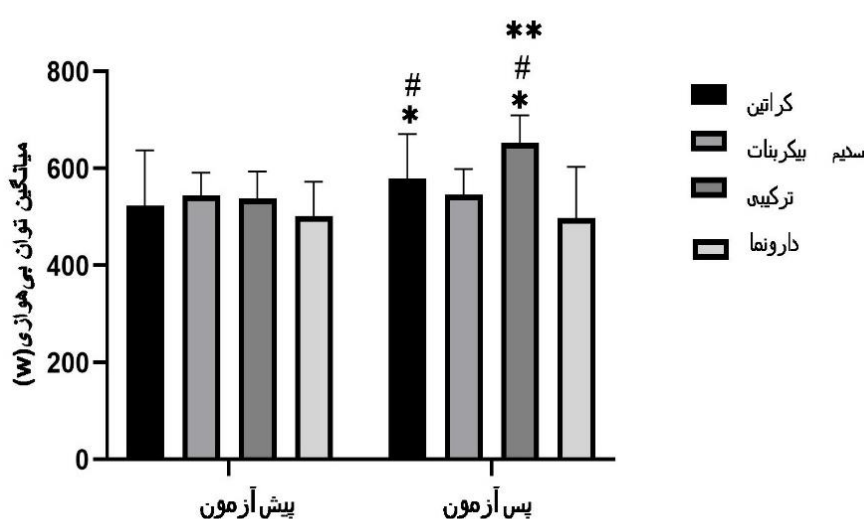
( $F=18/01$ ) از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. با توجه به وجود تعامل بین گروه‌ها، اثر اصلی ساده بر اساس (آزمون‌های t وابسته و مستقل) نشان داد، در گروه‌های کراتین و ترکیبی در مراحل مختلف آزمون افزایش معنادار وجود دارد و همچنین بین هر یک از گروه‌های کراتین، سدیم بیکربنات و ترکیبی با گروه دارونما در مرحله پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج تحلیل واریانس مختلط در رابطه با میانگین توان بی‌هوازی نشان می‌دهد اثر تعاملی گروه و زمان آزمون ( $\eta^2=0/541$ ،  $p=0/001$ ) از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. اثر اصلی ساده نشان داد در گروه‌های کراتین و ترکیبی در مراحل مختلف آزمون

گروه و زمان آزمون ( $F=75/17$ ،  $p=0/001$ ،  $\eta^2=0/89$ ) از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. اثر اصلی ساده نشان داد در گروه‌های کراتین و ترکیبی در مراحل مختلف آزمون افزایش معنادار وجود دارد، همچنین بین هر یک از گروه‌های کراتین و ترکیبی با گروه دارونما و سدیم بیکرینات و بین گروه کراتین با ترکیبی در مرحله پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد.

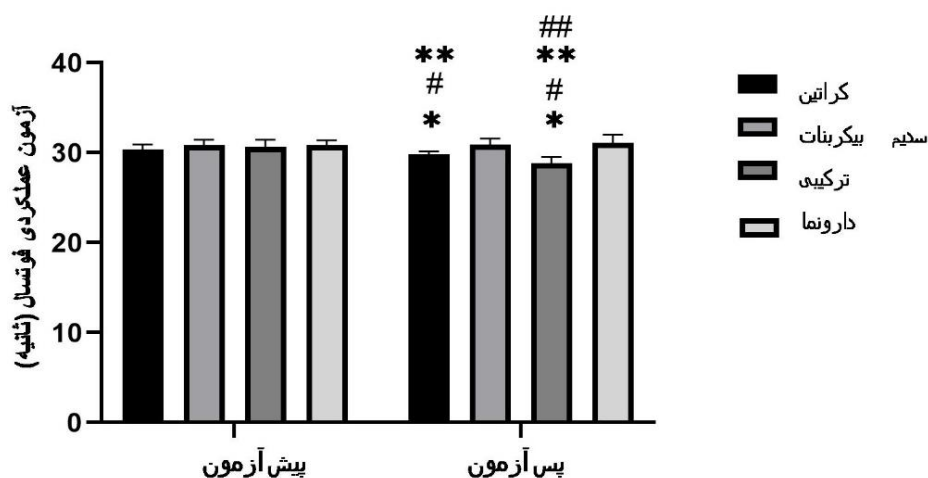
افزایش معنادار وجود دارد و همچنین بین گروه ترکیبی با گروه سدیم بیکرینات و دارونما و گروه کراتین با دارونما در مرحله پس آزمون تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج تحلیل واریانس مختلط در رابطه با شاخص خستگی نشان می‌دهد اثر تعاملی گروه و زمان آزمون ( $F=1/46$ ،  $p=0/24$ ،  $\eta^2=0/13$ ) از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد. بنابراین در متغیر شاخص خستگی تفاوت درون گروهی و بین گروهی مشاهده نگردید. نتایج تحلیل واریانس مختلط در رابطه با زمان آزمون عملکردی فوتسال نشان می‌دهد اثر تعاملی



نمودار (1): اوج توان بی‌هوازی. (\*): نشان دهنده افزایش معنادار درون گروهی؛ (#): اختلاف معنادار با گروه دارونما در پس آزمون؛ (\*\*): اختلاف معنادار با گروه سدیم بیکرینات؛ (##): اختلاف معنادار با گروه کراتین



نمودار (2): میانگین توان بی‌هوازی. (\*): نشان دهنده افزایش معنادار درون گروهی؛ (#): اختلاف معنادار با گروه دارونما در پس آزمون؛ (\*\*): اختلاف معنادار با گروه سدیم بیکرینات



نمودار (3): زمان آزمون عملکردی فوتسال. (\*): نشان دهنده افزایش معنادار درون گروهی؛ (#): اختلاف معنادار با گروه کراتین دارونما در پس آزمون؛ (\*\*): اختلاف معنادار با گروه سدیم بیکربنات؛ (##): اختلاف معنادار با گروه کراتین

## بحث و نتیجه گیری

هدف از این مطالعه بررسی مصرف همزمان مکمل‌های کراتین و سدیم بیکربنات نسبت به مصرف این مکمل‌ها به صورت مجزا بر عملکرد بی‌هوازی، شاخص خستگی و آزمون عملکردی ویژه فوتسال در فوتسالیست‌های نخبه بود. نتایج نشان داد که اوج توان بی‌هوازی و میانگین توان بی‌هوازی در گروه‌های کراتین و ترکیبی نسبت به گروه‌های سدیم بیکربنات و دارونما تفاوت معنادار و شاخص خستگی بین گروه‌های موجود تفاوتی را نشان نداد. همچنین زمان آزمون عملکردی ویژه فوتسال در گروه‌های کراتین و ترکیبی نسبت به گروه‌های سدیم بیکربنات و دارونما تفاوت معنادار و بین گروه ترکیبی با گروه کراتین نیز تفاوت معناداری وجود دارد.

کراتین ترکیبی از سه اسید آمینه آرژنین، متیونین و گلیسین است که به صورت درون‌زاد و روزانه به میزان 1 تا 2 گرم در بدن تولید می‌شود. حدود 40 درصد کراتین به صورت آزاد و باقیمانده آن به صورت فسفوکراتین (PCr) وجود دارد. PCr، یک "مخزن انرژی" است که برای تأمین سریع انرژی، از طریق برقراری پیوند با فسفات به منظور بازسازی ATP و حفظ غلظت ATP نزدیک به سطوح استراحتی عمل می‌نماید. در ضمن، کراتین برای بازسازی ATP نیاز به یک یون  $H^+$  دارد که بیانگر این موضوع است که کراتین علاوه بر بازسازی ذخایر انرژی، یک بافر درون سلولی نیز می‌باشد. در رابطه با مکمل‌یاری کراتین نتایج این تحقیق با تحقیقاتی که مصرف مکمل کراتین را به صورت مجزا

انجام داده‌اند همسو می‌باشد (106, 107, 123). در تحقیقی زونیکا و همکاران (2012) نشان دادند بارگیری هفت روزه کراتین منویدرات منجر به افزایش معنادار 5/4 درصدی میانگین توان بی‌هوازی نسبت به گروه دارونما می‌شود (108). در مقابل پژوهش‌هایی وجود دارد که پس از مصرف کراتین بهبودی را در عملکرد بی‌هوازی گزارش نکرده‌اند (124, 125). از جمله دلایل این ناهمسویی می‌توان به نوع آزمون، آمادگی آزمودنی‌ها و دوز مصرف مکمل اشاره کرد. برای مثال در تحقیق وانهااتلو و همکاران بارگیری کراتین اثر معناداری بر توان آزمودنی‌هایی که در یک آزمون 3 دقیقه‌ای در برابر مقاومت ثابت یک دوچرخه کارسنج الکتریکی شرکت کرده بودند نداشته است؛ تفاوت سطح آمادگی آزمودنی‌ها و نوع آزمون به کار گرفته شده، می‌تواند از دلایل ناهمسویی با تحقیق حاضر باشد. هنگامی تفاوت‌های قابل توجه در تعادل اسید-باز مایعات درون سلولی و برون سلولی مطرح می‌شود که فعالیت بیشینه بین 30 ثانیه تا چندین دقیقه صورت پذیرد، که از آن جمله می‌توان به دوی 400، 800 و 1500 متر، دوچرخه سواری و اسکیت سرعتی اشاره نمود.

از دیگر تأثیرات آکالوئیدی سدیم بیکربنات که بهبود عملکرد ورزشی را به دنبال دارد می‌توان به دیپولاریزه کردن غشای پلاسمایی، سازگاری‌های میتوکندریایی و سرعت بخشیدن به گلیکولیز اشاره کرد (126-128). همان‌طور که این مطالعه نشان داد، هنگام مقایسه گروه مکمل‌یاری سدیم بیکربنات و گروه کنترل، تفاوت معناداری بر عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران وجود



استفاده از ترکیب مکمل‌های کراتین و سدیم بیکربنات طی فعالیت‌های تناوبی باعث بهبود عملکرد می‌شود. داودیان و همکاران (1391) در پژوهشی مقایسه بین مصرف این مکمل‌ها به صورت مجزا و ترکیبی انجام و تأثیر آن‌ها را بر عملکرد کشتی-گیران طی اجراهای پیاپی وینگیت 10 ثانیه‌ای بررسی کرده و نشان دادند که مکمل‌یاری باعث بهبود توان بی‌هوازی کشتی-گیران می‌شود، اما در بررسی‌های بین گروهی تفاوت معناداری بین عملکرد گروه‌ها وجود نداشت (120).

سازگاری‌های متابولیکی (افزایش میزان بازسازی فسفو کراتین، افزایش در میزان کراتین آزاد، فسفو کراتین،  $PCR/ATP$  و گلیکوژن عضلانی) از جمله عوامل موثر در بهبود عملکرد بی‌هوازی است که مکمل‌یاری کراتین می‌تواند زمینه‌ساز آن باشد. در واقع نقش مثبت کراتین بر ذخایر گلیکوژن عضلانی، از طریق تأثیر آن در افزایش حجم سلول‌ها که منجر به تحریک نگهداری آب درون سلولی و مرتبط ساختن آن با تنظیم افزایشی غیر مستقیم مسیر سیگنالی سنتز گلیکوژن و پروتئین، از طریق کیناز فعال شده توسط آدنوزین مونو فسفات ( $AMPK$ ) و هدف قرار دادن مسیر سیگنالی پروتئین  $mTOR$  مشخص می‌گردد، ایفا می‌شود. از سوی دیگر افزایش در غلظت کراتین درون سلولی احتمالاً امکان افزایش عملکرد آنزیم  $ATPase$  وابسته به یون کلسیم را در بالاترین بازده عملکردی خود قرار می‌دهد و علاوه بر آن امکان جدا شدن بیشتر و سریع‌تر پل‌های عرضی میوزین را فراهم می‌کند (131). بنابراین عملکرد ورزشکاران در انقباض‌های عضلانی طی فعالیت‌های سرعتی و عملکردهای بی‌هوازی بهبود می‌یابد.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که بارگیری کراتین یکی از بهترین روش‌ها برای بازسازی انرژی در رشته‌های ورزشی مبتنی بر فعالیت‌های تناوبی از جمله فوتسال می‌باشد و مکمل‌یاری با آن نسبت به سدیم بیکربنات می‌تواند به منظور بهبود شاخص‌های بی‌هوازی بازیکنان فوتسال مورد استفاده قرار گیرد. برای بررسی اثر بخشی سدیم بیکربنات بهتر است از آزمون‌هایی با تکرارهای بیشتر یا طولانی‌تر استفاده کرد. همچنین مکمل‌یاری همزمان کراتین و سدیم بیکربنات نسبت به مصرف مجزای هر کدام از آن‌ها پاسخ مناسب‌تری در آزمون عملکردی-مهارتی ویژه فوتسال ایجاد می‌کند.

### تعارض منافع

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

ندارد. برخی مطالعات انجام شده افزایش عملکرد را طی مصرف سدیم بیکربنات گزارش کردند (103, 115, 129). با توجه به این که استفاده از سدیم بیکربنات در ورزش‌های بالای یک دقیقه رایج است (105)، یکی از دلایل احتمالی معنادار نشدن اثر سدیم بیکربنات بر عملکرد را می‌توان به زمان آزمون نسبت داد. با توجه به اینکه کراتین یک بافر درون‌سلولی و سدیم بیکربنات یک بافر برون سلولی است، به نظر می‌رسد که با کوتاه‌تر شدن زمان فعالیت، بافرهای درون‌سلولی نقش مهم‌تری را ایفا می‌کنند (100, 101). از نتایج چنین استنباط می‌شود که بازسازی فسفو کراتین یکی از عوامل محدودکننده محسوب می‌شود و در نتیجه بهبود عملکرد را می‌توان به مکمل‌یاری با کراتین نسبت داد. یعنی در واقع ممکن است که زمان آزمون و تعداد تکرارهای آن برای اعمال فشار زیاد بر دستگاه اسیدلاکتیک کافی نبوده و سیستم انرژی فسفاژن نقش اصلی را در تأمین انرژی ایفا کرده باشد.

در ارتباط با مصرف مکمل‌های کراتین و سدیم بیکربنات به صورت همزمان تحقیقات اندکی صورت گرفته است. در مطالعه حاضر اگرچه عملکرد بی‌هوازی گروه ترکیبی نسبت به گروه کنترل به صورت معناداری بهبود یافته است، اما شواهد نشان می‌دهد احتمالاً این بهبود عملکرد ناشی از سهم کراتین در مکمل‌یاری ترکیبی بوده است و سدیم بیکربنات در این افزایش نقشی نداشته باشد. همچنین در رابطه با آزمون عملکردی ویژه فوتسال، نتایج پژوهش نشان داد گروه ترکیبی نسبت به گروه کراتین یا بیکربنات تفاوت معناداری دارد. بنابراین می‌توان نقش هم‌افزایی این 2 مکمل را در فعالیت‌های عملکردی و مهارتی اختصاصی فوتسال را مطرح نمود. کوزه‌چیان و همکاران (2020) که در مطالعه‌ای تأثیر ترکیبی این دو مکمل را بر آزمون بی‌هوازی متناوب ویژه تکنواندوکاران بررسی کردند، بهبود میانگین و اوج توان بی‌هوازی در گروه ترکیبی در مقایسه با مصرف هر کدام از این مکمل‌ها به تنهایی را نشان دادند (130). اما در مطالعه آن‌ها مشابه با پژوهش حاضر شاخص خستگی در گروه‌های مختلف، تفاوتی را نشان نمی‌داد. مرو و همکاران (2004) در مطالعه‌ای که اثر ترکیبی سدیم بیکربنات و کراتین را نسبت به گروه دارونما بر عملکرد شناگران در دو نوبت شای آزاد صد متر بررسی کرده بودند، نشان دادند که مصرف ترکیبی این مکمل‌ها باعث کاهش زمان شنا به-خصوص در زمان دوم نسبت به گروه دارونما می‌شود (118). البته در تحقیق مرو و همکاران، از گروه‌های مجزای سدیم بیکربنات و کراتین استفاده نکردند و ذخایر فسفو کراتین نیز اندازه‌گیری نگردید و در تعیین سهم این دو مکمل در بهبود عملکرد دچار محدودیت بودند و این فرضیه را مطرح کردند که از نقطه‌نظر عملکردی،

- maximum strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(6):1651-6.
- [10] Bemben MG, Lamont HS. Creatine supplementation and exercise performance. *Sports Medicine*. 2005;35(2):107-25.
- [11] Cook CJ, Crewther BT, Kilduff LP, Drawer S, Gaviglio CM. Skill execution and sleep deprivation: effects of acute caffeine or creatine supplementation-a randomized placebo-controlled trial. *Journal of the international society of sports nutrition*. 2011;8(1):1-8.
- [12] Claudino JG, Mezêncio B, Amaral S, Zanetti V, Benatti F, Roschel H, et al. Creatine monohydrate supplementation on lower-limb muscle power in Brazilian elite soccer players. *Journal of the international society of sports nutrition*. 2014;11(1):1-6.
- [13] Chycki J, Golas A, Halz M, Maszczyk A, Toborek M, Zajac A. Chronic ingestion of sodium and potassium bicarbonate, with potassium, magnesium and calcium citrate improves anaerobic performance in elite soccer players. *Nutrients*. 2018;10(11):1610.
- [14] Lino RS, Lagares LS, Oliveira CVC, Queiroz CO, Pinto LLT, Almeida LAB, et al. Effect of sodium bicarbonate supplementation on two different performance indicators in sports: a systematic review with meta-analysis. *Physical Activity and Nutrition*. 2021;25(1):7.
- [15] Durkalec-Michalski K, Zawieja EE, Zawieja BE, Michałowska P, Podgórski T. The gender dependent influence of sodium bicarbonate supplementation on anaerobic power and specific performance in female and male wrestlers. *Scientific Reports*. 2020;10(1):1-12.
- [16] Mero AA, Hirvonen P, Saarela J, Hulmi JJ, Hoffman JR, Stout JR. Effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on maximal sprint swimming. *Journal of the international society of sports nutrition*. 2013;10(1):1-9.
- [17] Stephens TJ, McKenna MJ, Canny BJ, Snow RJ, McConnell GK. Effect of sodium bicarbonate on muscle metabolism during intense endurance cycling. *Medicine and science in sports and exercise*. 2002;34(4):614-21.
- [1] Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2018;28(2):104-25.
- [2] Junior AHL, de Salles Painelli V, Saunders B, Artioli GG. Nutritional strategies to modulate intracellular and extracellular buffering capacity during high-intensity exercise. *Sports Medicine*. 2015;45(1):71-81.
- [3] Kim J, Kim J. Nutritional supplement for athletic performance: Based on Australian Institute of Sport sports supplement framework. *Exercise Science*. 2019;28(3):211-20.
- [4] Zajac A, Cholewa J, Poprzecki S, Waskiewicz Z, Langfort J. Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes. *Journal of sports science & medicine*. 2009;8(1):45.
- [5] Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2017;14(1):1-18.
- [6] Robert A, Robergs S. Fundamental principles of exercise physiology. Translated by: Abbas Ali Gaeini, Valioalleh Dabidi Roushan Tehran, Samt. 2000;1390.
- [7] Eslami S, Hemati moradabadi J. The effect of four weeks of intense interval training with creatine supplementation on some anaerobic functions of female swimmers. *Journal of Applied Research in Sports Management*. 2013;1(3):73-8 (in persian).
- [8] Kashaf M, Bonyan A, Rad M. The effect of creatine-carbohydrate supplementation on anaerobic power and cell damage index (CK, LDH) in male athletes aged 15-18 years. *Journal of sport biosciences*. 2012(13):125-52 (in persian).
- [9] Zuniga JM, Housh TJ, Camic CL, Hendrix CR, Mielke M, Johnson GO, et al. The effects of creatine monohydrate loading on anaerobic performance and one-repetition

## منابع



- collegiate football players. *Journal of athletic training*. 2001;36(2):124.
- [27] Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15(1):38.
- [28] Sostaric SM, Skinner SL, Brown MJ, Sangkabutra T, Medved I, Medley T, et al. Alkalosis increases muscle K<sup>+</sup> release, but lowers plasma [K<sup>+</sup>] and delays fatigue during dynamic forearm exercise. *The Journal of physiology*. 2006;570(1):185-205.
- [29] Percival ME, Martin BJ, Gillen JB, Skelly LE, MacInnis MJ, Green AE, et al. Sodium bicarbonate ingestion augments the increase in PGC-1 $\alpha$  mRNA expression during recovery from intense interval exercise in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*. 2015;119(11):1303-12.
- [30] Minaseyan V, Eslami M, Sabaghe langroudi M. The Effect of Sodium Bicarbonate Supplement on Anaerobic Power and Blood Lactate Level of Futsal Players. *Journal of sport biosciences*. 2013;1(16):19-5 (in persian).
- [31] Koozehchian MS, Sarshin A, Fallahi V, Rahimi A, Kaviani M, Forbes S, et al. Effects of Creatine and Sodium Bicarbonate Supplementation on Exercise Performance in Elite Taekwondo Players. *The FASEB Journal*. 2020;34(S1):1-.
- [32] Roberts PA, Fox J, Peirce N, Jones SW, Casey A, Greenhaff PL. Creatine ingestion augments dietary carbohydrate mediated muscle glycogen supercompensation during the initial 24 h of recovery following prolonged exhaustive exercise in humans. *Amino acids*. 2016;48(8):1831-42.
- [18] Barber JJ, McDermott AY, McGaughey KJ, Olmstead JD, Hagobian TA. Effects of combined creatine and sodium bicarbonate supplementation on repeated sprint performance in trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(1):252-8.
- [19] Mero AA, Keskinen KL, Malvela MT, Sallinen JM. Combined creatine and sodium bicarbonate supplementation enhances interval swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2004;18(2):306-10.
- [20] Kazemi M, Hashemvarzi S, FallahMohammadi Z. The combined effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on blood lactate and anaerobic power in young taekwondo players. *Intl J Sport Std*. 2013;3(9):963-69.
- [21] Davodian N, Gharkhanlo R, Banitalebi E, Brmaki S, Khazani A. Comparison of the effects of creatine monohydrate, sodium bicarbonate and their combination on anaerobic and lactate performances of wrestlers. *Nutrition sciences and food technology*. 2012(2):57-66 (in persian).
- [22] Farhani F, Arazi H, Mirzaei M, Nobari H, Mainer-Pardos E, Chamari IM, et al. Associations between bio-motor ability, endocrine markers and hand-specific anthropometrics in elite female futsal players: a pilot study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2022;14(1):1-8.
- [23] Queiroga MR, Cavazzotto TG, Katayama KY, Portela BS, Tartaruga MP, Ferreira SA. Validity of the RAST for evaluating anaerobic power performance as compared to Wingate test in cycling athletes. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2013;19(4):696-702.
- [24] Tyka A, Chwastowski M, Cison T, Palka T, Tyka A, Szygula Z, et al. Effect of creatine malate supplementation on physical performance, body composition and selected hormone levels in spinters and long-distance runners. *Acta Physiologica Hungarica*. 2015;102(1):114-22.
- [25] Vanhatalo A, Jones AM. Influence of creatine supplementation on the parameters of the "all-out critical power test". *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2009;7(1):9-17.
- [26] Wilder N, Deivert RG, Hagerman F, Gilders R. The effects of low-dose creatine supplementation versus creatine loading in

## تأثیر کوتاه مدت مکمل HMB بر غلظت هورمون‌های رشد و تستوسترون به دنبال فعالیت مقاومتی در ورزشکاران

محمد رحمان رحیمی<sup>1\*</sup>، شهرام پارساراد<sup>2</sup>

تاریخ پذیرش: 1402/01/27

تاریخ دریافت: 1401/12/18

### چکیده

1 دانشجویار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران  
✉ نویسنده مسئول:

Mohammad.rah.rahimi@gmail.com  
2. کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

ISSN:2980-8960

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

**هدف:** در پژوهش حاضر تأثیر مصرف مکمل HMB بر غلظت هورمون‌های رشد و تستوسترون بدنبال فعالیت مقاومتی در ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفت.

**روش‌شناسی:** در یک مطالعه دو سوکور، تصادفی، و کنترل شده با دارونما 10 دانشجوی پسر ورزشکار با میانگین سنی  $22 \pm 1/32$  (سال)، قد  $179/33 \pm 4/33$  سانتی متر، وزن  $76/45 \pm 9/13$  کیلو گرم) و BMI  $23/1 \pm 7/99$  کیلو گرم بر متر مربع) به طور تصادفی انتخاب و به مدت یک هفته مکمل HMB یا دارونما به میزان 3 گرم در روز (3 دوز 1 گرمی) مصرف کردند. بعد از یک هفته پاکسازی، آزمودنی‌ها در فعالیت مقاومتی که شامل 3 ست پرس سینه، زیر بغل سیم کش، جلو پا و پشت پا با دستگاه، جلو بازو و پشت بازو ایستاده، پرس شانه (ارتشی) با 85 درصد یک تکرار بیشینه با دو دقیقه استراحت بین ست‌ها و حرکات، شرکت کردند. بعد از یک هفته استراحت، آزمودنی‌ها با شیوه متقاطع به مصرف مکمل و دارونما پرداختند. سپس در فعالیت مقاومتی مرحله دوم شرکت کرده و نمونه گیری خون از آنها بعمل آمد.

**یافته‌ها:** یافته‌های این پژوهش با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که مصرف مکمل HMB به مدت یک هفته سبب افزایش معنی‌دار سطح تستوسترون در مردان تمرین کرده پس از فعالیت مقاومتی شده است ( $p \leq 0/05$ )؛ اما تأثیر معنی‌داری بر غلظت هورمون GH نداشت ( $p > 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** با توجه یافته‌ها به نظر می‌رسد که مصرف کوتاه مدت HMB می‌تواند ترشح هورمون آنابولیکی تستوسترون را پس از فعالیت مقاومتی در ورزشکاران افزایش دهد.

**واژگان کلیدی:** مکمل HMB، هورمون رشد، هورمون تستوسترون.

### ارجاع دهی:

رحیمی، محمد رحمان. تأثیر کوتاه مدت مکمل HMB بر غلظت هورمون‌های رشد و تستوسترون به دنبال فعالیت مقاومتی در ورزشکاران، 1401: 1(2): 53-62.

doi: 10.34785/J019.2023.006



## The effect of short-term HMB supplement on Growth hormone and Testosterone concentration after resistance exercise in the athletes

Mohammad Rahman Rahimi<sup>✉1</sup>, Shahram Parsarad<sup>2</sup>

Received: 2023/03/09

Accepted: 2023/04/16

### Abstract

**Introduction:** The aim of this study was to determine the effect of HMB supplement on the growth hormone and testosterone concentration following resistance exercise.

**Method:** In a double-blind, randomized and placebo-controlled study, 10 college athletes with age ( $22 \pm 1.32$ ), weight ( $45.76 \pm 9.13$ ), BMI ( $23.7 \pm 1.99$ ) and body fat percent ( $12.50 \pm 4.08$ ) were randomly selected and ingested HMB (3 gr per day) and placebo (3 gr per day) for one week. Then, A washout period of one week was set between supplementation periods. After one week of supplementation period, subjects performed resistance exercise included 3 sets of bench press, lat pull down, leg extension, leg curl, biceps curl, triceps curl and shoulder press with 85% of 1RM and 2 min rest intervals between sets and exercises. Before and after resistance exercise blood samples were taken. After a week rest, subjects recalled, then supplement and placebo changed for each subject. They performed the same resistance exercise as previous session. After completion of resistance exercise blood samples were collected for measuring growth and testosterone hormones by ELISA method.

**Results:** The results using ANOVA with repeated measures showed that one week ingestion of HMB significantly increased TS levels, but didn't affect GH hormone secretion.

**Conclusion:** Based on the results, it seems that short-term ingestion of HMB can induced increase in secretion of TS anabolic hormones after resistance exercise in athletes.

**Keywords:** HMB supplement, Growth hormone, Testosterone hormone.

<sup>1✉</sup> Associate Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran. (Corresponding Author):

r.rahimi@uok.acir

<sup>2</sup> Master of Sports Physiology, Department of Exercise Physiology, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

### Citation:

Rahimi, M.R. The effect of short-term HMB supplement on Growth hormone and Testosterone concentration after resistance exercise in the athletes. *Research in Exercise Nutrition*, 2022; 1(2): 11-19. doi: 10.34785/J019.2023.006

## مقدمه

می باشد (136) اما زمانیکه HMB در فرم بدون اسید یا HMB-FA مصرف شود سرعت جذب سریعتر است و در مدت زمان تقریباً 30 دقیقه غلظت پلاسمایی HMB به اوج می رسد (137). سرعت جذب، اوج غلظت پلاسمایی و سرعت پاکسازی بالاتر HMB-FA منجر به افزایش فراهمی زیستی درون عضلانی HMB می شود و بنابراین نسبت به HMB-CA می تواند یک محرک کاربردی تر برای عضله در حال ورزش و طی ریکاوری فراهم کند (136).

هورمون رشد (GH) و محور فاکتور رشد شبه انسولین 1 (IGF-1)، می تواند نقش کلیدی در رونویسی پروتئین از طریق تغییرات در فعالیت محور GH/IGF-1 داشته باشد. گرلینگر و همکاران (2011) افزایش میزان mRNA GH و هیپوفیزی و سنتز پروتئین بعد از یک ماه مصرف HMB را مشاهده کردند. بعلاوه، افزایش بیان mRNA مربوط به IGF-1 و مقادیر پروتئینی سرم IGF هم در موشهایی که HMB مصرف نموده اند، مشاهده شده است که این بدون افزایش IGF-1 عضله اسکلتی ایجاد می شود (138). پژوهش های قبلی نشان داده اند که پاسخ حاد هورمون رشد تحت تأثیر فعالیت مقاومتی (139، 140) و برخی مکمل های تغذیه ای مانند کراتین (141)، کافئین (142)، سیتروالین ملات (143) و اسیدهای آمینه شاخه دار (144) قرار می گیرد.

در رابطه با تأثیر مصرف بلند مدت HMB بر تغییرات هورمونی یافته ها ضد و نقیض می باشد (138، 145، 146). بطوریکه، گرلینگر رومرو و همکاران (2011) نشان دادند که 4 هفته مصرف مکمل HMB منجر به افزایش بیان ژن هورمون رشد (GH) و IGF-1 و همچنین افزایش غلظت هورمون های مرتبط با این دو ژن در موش های نر شده است (138). با این وجود، در پژوهش دیگری بیان شده که مصرف 3 گرم مکمل HMB به مدت 7 هفته در طی انجام تمرین مقاومتی تأثیری بر غلظت پایه هورمون های GH، تستوسترون (TS) و IGF-1 نداشت، اما باعث افزایش توده خالص عضلانی شده است (145). همچنین، ژو و محمد (2021) در یک متاآنالیز که در آن مطالعات بین سال 2000 تا 2017 که در رابطه با تأثیر مزمن (6 تا 12 هفته) مصرف مکمل HMB بر تغییرات هورمونی را مورد بررسی قرار داده بودن را شامل می شد نشان دادند که مصرف مکمل HMB تأثیری بر غلظت هورمون های کورتیزول و تستوسترون ندارد (146).

دنیای ورزش روزبه روز پیشرفته تر و فاصله بین رکوردهای قهرمانان دائماً رو به کاهش است. ورزشکاران و مربیان ساعت ها و روزهای زیادی را صرف تمرین و بهبود عملکرد با استفاده از روش های کارآمدتر تمرین می کنند. از طرفی نیز بحث تغذیه به عنوان عامل بسیار کلیدی در افزایش و ارتقاء سطح عملکرد ورزشکاران روز به روز داغ تر می شود. در این میان وظیفه محققان ورزشی است که سعی در پیدا کردن راه های بهتر و بهینه تری برای تمرین، تغذیه و سایر جنبه های ورزش نمایند. راه های زیادی وجود دارد که ورزشکاران قدرتی- توانی می توانند عملکرد خود را بهبود بخشند. روش اولیه بهبود عملکرد از طریق ارتقاء مهارت های مرتبط با ورزش هایشان است و دومین استراتژی از طریق افزایش توده عضلانی، توان عضلانی و زمان عکس العمل است که همگی با بهبود عملکرد تمرینی ارتباط دارند. مکمل های ورزشی زیادی با این ادعا که قدرت و توان عضلانی و ترکیب بدن را بهبود می بخشند به ورزشکاران عرضه می شوند (132).

بتا- هیدروکسی- بتا- متیل بوتیرات (HMB) اخیراً تبدیل به یک مکمل غذایی رایج در میان ورزشکاران شده است و پیشنهاد شده که باعث افزایش توده بدون چربی و قدرت عضلانی طی تمرین مقاومتی می گردد (133). HMB متابولیت فعال زیستی تشکیل شده از اسید آمینه شاخه دار لوسین است. لوسین و متابولیت های آن به نظر می رسد که باعث مهار تجزیه پروتئین می گردند و این اثر ضد پروتئولیتیکی توسط HMB میانجی گری می گردد (133). HMB اثراتش را از طریق مکانیسم های حمایتی و آنتی کاتابولیکی اعمال می کند و نشان داده شده است که به طور مستقیم بر سنتز پروتئین تأثیر می گذارد (134). مکانیسم های عمل احتمالی HMB شامل کاهش آسیب عضلانی از طریق پایداری و ثبات غشای سلول ها، تعدیل تجزیه پروتئین توسط مهار سیستم یوئیکوتین- پروتوزوم ۲ و تنظیم در حد بالایی بیان ژن فاکتور رشد شبه انسولین-1 (IGF-1) در عضله اسکلتی و مسیر سیگنال mTOR3 می باشد که منجر به سنتز پروتئین می گردد (135). مکمل HMB به سه فرم HMB-CA، HMB-COA و HMB-FA وجود دارد که در بیشتر مطالعات HMB-CA مورد استفاده قرار گرفته است اما اخیراً فرم HMB-FA مورد توجه محققین علوم ورزشی قرار گرفته است. مدت زمان غلظت اوج پلاسمایی HMB-CA بعد از مصرف حدود 60 تا 120 دقیقه

1. Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate

2. Ubiquitin- proteosome system

3. Mammalian target of rapamycin

4. Zhao and Mohammad

کورتیزول و شاخص‌های آسیب عضله در افراد تمرین کرده به این نتیجه رسیدند که مصرف حاد HMB-Fa تأثیر بر سطوح TS و کورتیزول ندارد. با توجه به محدود تحقیقات صورت گرفته در رابطه با تأثیر کوتاه مدت مصرف مکمل HMB-Fa بر تغییرات هورمون‌های آنابولیکی GH و TS پس از فعالیت مقاومتی، در این پژوهش تأثیر مصرف 3 گرم HMB-Fa به مدت یک هفته بر سطوح هورمون‌های GH و TS پس از فعالیت مقاومتی بالاتر و پایین تنه به صورت مطالعه تصادفی، دوسوکور، کنترل شده با دارونما، متقاطع در ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفت. خواسته شد که 72 ساعت قبل از برنامه تمرین مقاومتی از شرکت در هرگونه فعالیت و تمرین ورزشی خودداری کنند.

سپس آزمودنی‌ها به شیوه طرح متقاطع در فعالیت مقاومتی شامل 3 ست پرس سینه، زیر بغل سیم کش، جلو پا، و پشت پا با دستگاه، جلو بازو و پشت بازو ایستاده، پرس سرشانه (ارتشی) با 85 درصد یک تکرار بیشینه (1RM) با دو دقیقه استراحت بین ست‌ها و حرکات شرکت کردند و قبل و بعد از فعالیت مقاومتی نمونه گیری خون در سه زمان قبل، بعد و یک ساعت بعد از تمرین مقاومتی توسط یک فرد متخصص انجام شد. بعد از یک هفته استراحت مجدداً آزمودنی‌ها فراخوانده شدند که با تغییر مکمل و دارونمای آنها به مدت یک هفته دیگر با همان شرایط قبلی به مصرف مکمل و دارونما پرداختند. سپس دوباره در فعالیت مقاومتی با همان شرایط شرکت کردند. جهت اندازه‌گیری عملکرد و حجم تمرین (تعداد تکرار  $\times$  مقدار وزنه) در هر جلسه تعداد تکرارها در هر ست و مقدار وزنه یادداشت شد. نمونه‌های خون جمع آوری شده جهت اندازه‌گیری غلظت هورمون‌های رشد و تستوسترون به روش الایزا به آزمایشگاه انتقال داده شد و در دمای 20- درجه سانتیگراد تا روز انجام سنجش نگهداری گردید. برای محاسبه 1RM، ابتدا سنگین‌ترین وزنه‌ای که فرد احساس می‌کرد می‌تواند جابجا کند، انتخاب شد. سپس آزمودنی با وزنه انتخاب شده شروع به انجام حرکات مورد نظر کرد. اگر تنها یک بار می‌توانست حرکت را انجام دهد، آن وزنه برابر با 1RM در نظر گرفته می‌شد. اما اگر حرکت با وزنه انتخاب شده را بیشتر از یکبار انجام می‌داد، در این صورت با قرار دادن تعداد تکرار و مقدار وزنه در فرمول زیر 1RM تعیین شد.

$$1RM = [1 + (0.3 \times \text{تعداد تکرار})] \times \text{وزنه مورد استفاده}$$

جمع‌آوری نمونه‌های خونی قبل، بلافاصله و یک ساعت پس از جلسه تمرین از آزمودنی‌ها گرفته شد. در هر مرحله خونگیری، از هر آزمودنی 15 سی‌سی خون در وضعیت نشسته از سیاهرگ بازویی توسط متخصص آزمایشگاه گرفته شد و به مدت 15 دقیقه با سرعت 3000 دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد. سرم‌های جدا شده

در ارتباط با تأثیر مصرف حاد HMB بر پاسخ هورمون‌های GH و TS تحقیقات اندکی صورت گرفته و نتایج ضد و نقیضی ارائه شده است. تاوانسند و همکاران اثر حاد مکمل HMB-Fa (1 گرم) را بر پاسخ هورمون‌های GH، انسولین و IGF-1 پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی پایین تنه را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که مصرف حاد HMB-Fa سی دقیقه قبل از فعالیت مقاومتی منجر به افزایش بیشتر سطح هورمون‌های GH و IGF-1 گردید (147). اما ویلسون و همکاران (148) به بررسی تأثیر مصرف 3 گرم HMB-Fa بر تغییرات هورمون‌های TS و

## روش‌شناسی

جامعه آماری تحقیق حاضر را دانشجوی ورزشکار پسر دانشگاهی تشکیل دادند که 10 ورزشکار با 3 سال سابقه و آشنایی با تمرین مقاومتی به طور تصادفی به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. در ابتدا، از ورزشکاران دعوت شدند تا در جلسه هماهنگی با حضور محقق شرکت کنند. ورزشکارانی واجد شرایط بودند که در سه ماه گذشته هیچ دارو یا مکمل ضدالتهابی و یا مکمل‌های بهبود دهنده عملکرد را مصرف نکرده باشند. یک هفته قبل از شروع انجام آزمون، ویژگی‌های آنترپومتریک و یک تکرار بیشینه (1RM) آنها در حرکات پرس سینه، زیر بغل سیم کش، جلو پا و پشت پا با دستگاه، جلو بازو و پشت بازو ایستاده، پرس سرشانه (ارتشی) و پرس پا اندازه‌گیری شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد که 24 ساعت قبل از شروع جلسه آزمون از مصرف مواد پروتئینی مانند انواع گوشت‌ها و انجام فعالیت‌های ورزشی خودداری کنند.

ابتدا طی جلسه‌ای، آزمودنی‌ها با نوع طرح، اهداف و روش اجرای آن بطور کتبی و شفاهی آشنا شدند. به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از آنها کاملاً محرمانه خواهد ماند و جهت بررسی داده‌ها از روش کد گذاری استفاده خواهد شد. همچنین به آنها اجازه داده شد تا در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری، انصراف دهند. پس از تأیید موضوع پروپوزال در شورای پژوهشی دانشگاه، آزمودنی‌ها آگاهانه فرم رضایت‌نامه کتبی را امضا کردند و پرسشنامه‌های اطلاعات شخصی، سوابق پزشکی و ورزشی را پر کردند. سپس آزمودنی‌ها در یک طرح تصادفی، دو سوکور، کنترل شده با دارونما، و متقاطع مکمل HMB (3 کپسول 1000 میلی گرمی (Nutricost HMB) و دارونما (3 کپسول 1000 میلی گرمی مالتودکسترین) را دریافت کردند (134). کپسول‌های حاوی مکمل و دارونما هم اندازه، هم شکل و هم رنگ بودند. یک هفته فاصله (قطع مصرف مکمل) جهت پاک-سازی بین دوره‌های بارگیری لحاظ شد (137). از آزمودنی‌های

در صورت مشاهده تفاوت بین گروهی از آزمون t مستقل استفاده گردید و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه 22 استفاده شد.

### یافته‌ها

در جدول 1 ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، BMI و درصد چربی بدن آمده است. در جدول 2 نیز میانگین و انحراف استاندارد مربوط به متغیرهای تحقیق آمده است.

### بررسی توزیع طبیعی داده‌ها

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنف برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. طبیعی بودن داده‌ها در جدول 2 نشان داده شده است.

تا زمان انجام آزمایش در دمای 70- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سطح سرمی هورمون‌های رشد و تستوسترون به روش الایزا (ELISA) توسط کیت‌های شرکت Monobind و IBL اندازه‌گیری گردیدند.

### روش آماری

تمام اطلاعات در این تحقیق براساس میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد بیان شده است. برای توصیف داده‌های جمع‌آوری شده از آمار توصیفی و برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها از آمار استنباطی استفاده شد. در آمار توصیفی به منظور توصیف اطلاعات از میانگین و انحراف استاندارد در جداول و نمودارها و در آمار استنباطی ابتدا برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنف استفاده شد. آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر با سطح معناداری  $p \leq 0/05$  در کلیه آزمون‌ها در نظر گرفته شد در صورت وجود تفاوت درون گروهی از آزمون t نمونه‌های وابسته (زوجی) و

جدول (1): ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1 $\pm$ 22/32     | سن (سال)       |
| 179/4 $\pm$ 33/33 | قد (سانتی متر) |
| 76/9 $\pm$ 45/13  | وزن (کیلوگرم)  |
| 23/1 $\pm$ 7/99   | BMI (Kg/m2)    |
| 12/4 $\pm$ 50/08  | درصد چربی بدن  |

جدول (2): بررسی توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنف

| گروه    | متغیر            | زمان اندازه‌گیری  |
|---------|------------------|-------------------|
| HMB     | هورمون تستوسترون | پیش‌آزمون 0/76    |
|         |                  | پس‌آزمون 0/55     |
|         |                  | یک ساعت بعد 0/94  |
|         | هورمون رشد       | پیش‌آزمون 1/107   |
|         |                  | پس‌آزمون 0/75     |
|         |                  | یک ساعت بعد 1/32  |
| دارونما | هورمون تستوسترون | پیش‌آزمون 0/60    |
|         |                  | پس‌آزمون 0/91     |
|         |                  | یک ساعت بعد 0/33  |
|         | هورمون رشد       | پیش‌آزمون 0/172   |
|         |                  | پس‌آزمون 0/62     |
|         |                  | یک ساعت بعد 0/059 |



جدول (3): نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در ارتباط با هورمون GH و TS

| تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر |       |                    |             |             |                     | M±SD        | زمان اندازه گیری | گروه    |
|-----------------------------------|-------|--------------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|------------------|---------|
| اثر گروه                          |       | تعامل زمان در گروه |             | اثر زمان    |                     |             |                  |         |
| p                                 | F     | p                  | F           | p           | F                   |             |                  |         |
| 0/016                             | 7/25  | 0/40               | 0/94        | 0/045       | 3/42                | 5/30 ± 1/06 | پیش آزمون        | HMB     |
|                                   |       |                    |             |             |                     | 6 ± 1/057   | پس آزمون         |         |
|                                   |       |                    |             |             |                     | ± 1/039     | یک ساعت بعد      |         |
|                                   |       |                    |             |             |                     | 5/28        | پیش آزمون        | Placebo |
|                                   |       |                    |             |             |                     | 4/82 ± 0/62 | پس آزمون         |         |
| 0/63                              | 0/24  | 0/86               | 0/147       | 0/001       | 22/27               | 4/92 ± 0/71 | یک ساعت بعد      | HMB     |
|                                   |       |                    |             |             |                     | 4/41 ± 0/38 | پیش آزمون        |         |
|                                   |       |                    |             |             |                     | 0/2 ± 0/1   | پس آزمون         |         |
|                                   |       |                    |             |             |                     | 7/94 ± 6/44 | یک ساعت بعد      | Placebo |
|                                   |       |                    |             |             |                     | 1/19 ± 0/65 | پیش آزمون        |         |
| 0/016                             | 0/086 | 0/16               | 0/67 ± 6/35 | 0/37 ± 0/27 | هورمون رشد (IU/mLµ) |             |                  |         |

معنادار نمی‌باشد (جدول 3). جهت مقایسه پیش‌آزمون با پس‌آزمون درون گروهی از آزمون t همبسته استفاده شد که نتایج آن در (جدول 4) آمده است.

در رابطه با تأثیر کوتاه مدت مصرف مکمل HMB بر غلظت GH به دنبال فعالیت مقاومتی در ورزشکاران نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که اثر زمان (P= 0/000) در مورد متغیر GH معنادار می‌باشد اما اثر گروه (P=0/63) و تعامل زمان - گروه (P=0/86) در مورد این متغیر

جدول (4): نتایج آزمون t همبسته (وابسته) در مورد هورمون GH

| گروه    | متغیر                           | t     | sig   |
|---------|---------------------------------|-------|-------|
| HMB     | پیش‌آزمون - پس‌آزمون GH         | -3/57 | 0/007 |
|         | پیش‌آزمون - 1 ساعت بعد آزمون GH | -1/09 | 0/030 |
|         | پس‌آزمون - 1 ساعت بعد آزمون GH  | 3/66  | 0/006 |
| Placebo | پیش‌آزمون - پس‌آزمون GH         | -3/07 | 0/015 |
|         | پیش‌آزمون - 1 ساعت بعد آزمون GH | -2/41 | 0/042 |
|         | پس‌آزمون - 1 ساعت بعد آزمون GH  | 3/09  | 0/015 |

منجر به افزایش سطح تستوسترون بدنبال فعالیت مقاومتی نسبت به دارونما شده است، اما تعامل زمان - گروه (P= 0/40) در مورد TS معنادار نمی‌باشد (جدول 3).

در رابطه با تأثیر کوتاه مدت مصرف مکمل HMB بر غلظت TS به دنبال فعالیت مقاومتی در ورزشکاران نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که اثر زمان (P=0/045) و اثر گروه (P= 0/016) در مورد این شاخص معنادار است. بنابراین می‌توان گفت که مصرف مکمل HMB بر





جدول (5): نتایج آزمون t همبسته (وابسته) در مورد هورمون TS

| گروه    | متغیر                        | t     | sig   |
|---------|------------------------------|-------|-------|
| HMB     | پیش‌آزمون - پس‌آزمون         | -2/53 | 0/035 |
|         | پیش‌آزمون - 1 ساعت بعد آزمون | 0/023 | 0/98  |
|         | پس‌آزمون - 1 ساعت بعد آزمون  | 1/43  | 0/190 |
| Placebo | پیش‌آزمون - پس‌آزمون         | -0/31 | 0/76  |
|         | پیش‌آزمون - 1 ساعت بعد آزمون | 2/22  | 0/057 |
|         | پس‌آزمون - 1 ساعت بعد آزمون  | 3/12  | 0/014 |

با توجه به نتایج جدول 3 و معنادار بودن اثر گروه نیز از آزمون t مستقل استفاده شد. نتایج آزمون t مستقل نشان داد (جدول 6) بین پس‌آزمون و یک ساعت بعد از فعالیت مقاومتی بین گروه مکمل و دارنما در هورمون TS تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید.

جدول (6): نتایج آزمون t مستقل در مورد هورمون تستوسترون

| متغیر       | t     | P     |
|-------------|-------|-------|
| TS pretest  | 1/077 | 0/297 |
| TS posttest | 2/53  | 0/022 |
| TS 1hpost   | 2/37  | 0/030 |

## بحث و نتیجه‌گیری

ترشح می‌گردد و در افزایش توده عضلانی، استخوانی و صفات ثانویه جنسی نقش کلیدی دارد (150). TS اثرات خود را از طریق گیرنده‌های آندروژنی و یا استروژنی بر بافت اعمال می‌کند (151) و به طور کلی در سنتز پروتئین نقش کلیدی دارد و پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تحت تأثیر فعالیت مقاومتی غلظت آن افزایش می‌یابد (152).

در ارتباط با اثر حاد مصرف مکمل HMB بر پاسخ هورمون TS تحقیقات اندکی صورت گرفته است به طوریکه نشان داده شده است که مصرف 3 گرم مکمل HMB-Fa تأثیری بر سطوح TS و کورتیزول در افراد تمرین کرده ندارد (148). اما تأثیرات کوتاه مدت (یک تا دو هفته) مصرف مکمل HMB بر غلظت هورمون‌های آنابولیکی نتایج متناقضی ارائه شده است. در مطالعه جاکوب و همکاران (2013) اثرات کوتاه مدت (دو هفته) مکمل HMB بر فعالیت آنزیم کراتین کیناز، هورمون تستوسترون، و کورتیزول بررسی گردید. در این پژوهش، شرکت کنندگان به طور تصادفی به دو گروه مکمل و دارنما تقسیم شدند. یافته‌ها حاکی از عدم تغییر در هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول بود اما مکمل HMB سبب کاهش میزان CK سرم نسبت به گروه دارنما شده بود. دلیل ناهمبستگی این پژوهش با پژوهش حاضر ممکن است

امروزه مصرف مکمل HMB با هدف بهبود عملکرد ورزشی، افزایش پاسخ آنابولیک، پیشگیری از شرایط کاتابولیک و التهاب پس از فعالیت ورزشی بسیار مورد توجه ورزشکاران قدرتی و توانی می‌باشد (133, 138, 149). در پژوهش حاضر مصرف یک هفته مکمل HMB-Fa به مقدار 3 گرم در روز به صورت طرح تصادفی، دو سوکور، کنترل شده با دارنما، و متقاطع بر غلظت هورمون‌های GH و TS در ورزشکاران پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی مورد بررسی قرار گرفت و یافته‌ها نشان داد که مصرف مکمل HMB موجب افزایش سطح هورمون TS بلافاصله و یک ساعت بعد از فعالیت مقاومتی گردید اما در رابطه با هورمون GH تفاوتی بین شرایط مکمل HMB-Fa و پلاسبو در هیچ یک از زمان‌های اندازه‌گیری مشاهده نگردید. در این زمینه مطالعاتی وجود دارد که همسو و یا ناهمسو با مطالعه حاضر است. در اینجا به بررسی همسو و ناهمسو بودن این مطالعات با پژوهش حاضر پرداخته می‌شود.

هورمون TS یک استروئید آنابولیک است که از سلول‌های لیدیگ توسط تحریکات محور هیپوتالاموس - هیوفیز - گناد (HPAGA)

(138). در ارتباط با تأثیر مکمل HMB-Fa بر سطح هورمون GH نتایج پژوهش حاضر حاکی از عدم تأثیر مصرف یک هفته مکمل HMB-Fa (3 گرم در روز) بر سطح GH می باشد که با نتایج پژوهشی که تأثیر یک گرم HMB-Fa را 30 دقیقه قبل از یک جلسه فعالیت مقاومتی در دو گروه ورزشکار بررسی کردند (157)، همخوانی ندارد. ممکن است علت ناهمسانی نتایج به دلیل عدم رعایت طرح متقاطع در پژوهش قبلی بوده باشد که از دو گروه آزمودنی استفاده گردید. در رابطه با اثرات طولانی مدت مصرف مکمل HMB-Fa بر سطح هورمون GH، یافته‌ها حاکی از عدم تأثیرپذیری سطح هورمون GH بر اثر مصرف 4 هفته مکمل HMB-Fa (روحانی) و 8 هفته مصرف مکمل HMB-Fa (اسد، فرامرزی) می باشد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. کریم و همکاران (2009) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل HMB و آرژنین بمدت 12 هفته و انجام تمرینات بدنی سطح هورمون رشد وابسته به فعالیت بدون تغییر بوده اما هورمون رشد حالت استراحت (پایه) را افزایش داده و هورمون G1F-1 بعد از تمرین بدون تغییر باقی ماند (158). محدودیت اصلی پژوهش حاضر مصرف کوتاه مدت مکمل HMB-Fa بود که به روش طرح متقاطع و دوسوکور بر سطوح هورمون‌های GH و TS بررسی گردید و یافته‌ها حاکی از افزایش سطح تستوسترون پس از فعالیت مقاومتی در شرایط مصرف یک هفته مکمل HMB نسبت به دارونما در ورزشکاران بود، بنابراین پیشنهاد می‌گردد که ورزشکاران مقاومتی و سایر ورزشکاران که در پی افزایش حجم عضلانی هستند از این مکمل جهت تقویت و افزایش سطح هورمون تستوسترون استفاده کنند. همچنین، پیشنهاد می‌گردد که در پژوهش‌های آینده مصرف کوتاه مدت (بیشتر از یک هفته) مکمل HMB-Fa به روش طرح تصادفی، دو سوکور، کنترل شده با دارونما، و متقاطع بر سطوح هورمون‌های محور GH-GF-1، TS و کورتیزول در ورزشکاران با سطوح مختلف سابقه تمرین مورد بررسی قرار گیرد.

### تعارض منافع

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

### منابع

- [1] Amirsasan, R., Vakili, J., Shakib, A., & Armanfar, M. (2018). Comparing the Effect of one-week supplementation of Citrulline-malate, L-arginine and their combination on

به دلیل انجام تمرینات مقاومتی با حجم بالا و مصرف مقدار کم مکمل دانست که تناسبی بین مصرف مکمل و انجام تمرینات وجود نداشته است، همچنین تغییرات بین فردی در اسخ دهی به مکمل می تواند دلیل قوی برای ناهمسو بودن نتایج باشد چرا که طرح پژوهش چاکوب و همکاران (2013) صورت متقاطع انجام نشده است. تأثیر مصرف دو هفته مکمل HMB بر غلظت هورمون تستوسترون ادراری را Slater و همکاران (2000) نیز بررسی کردند. در این مطالعه شرکت کنندگان 4 جلسه در هفته تمرینات ترکیبی (تمرینات قدرتی و استقامتی) را اجرا کردند و دو هفته مکمل HMB را (روزی 3 گرم در 3 وعده 1 گرمی) مصرف کردند. نتایج نشان داد که مکمل HMB تأثیری بر نسبت تستوسترون به اپی تستوسترون و تستوسترون ادراری ندارد (153).

در رابطه با تأثیرات بیشتر از دو هفته مصرف مکمل HMB نیز بر هورمون TS نتایج ضد و نقیض ارائه شده است (154, 155). در پژوهشی که تأثیر 4 هفته و 3 بار در هفته مصرف HMB همراه با تمرین مقاومتی بررسی گردید؛ نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین گروه مکمل و دارونما در سطح تستوسترون و کورتیزول و نسبت کورتیزول به تستوسترون وجود نداشت (155). در پژوهشی دیگری نیز، مصرف 8 هفته روزانه 3 گرم مکمل HMB در دو گروه با انجام تمرینات 8 هفته تمرین مقاومتی (5 حرکت، 3 جلسه در هفته) با شدت 50 تا 80 درصد یک تکرار بیشینه بررسی گردید و نتایج نشان داد که مصرف مکمل HMB تأثیر معناداری بر تغییرات هورمون تستوسترون، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن و VO<sub>2</sub>max ندارد (154). همچنین، تأثیر 8 هفته تمرینات مقاومتی به همراه مصرف 3 گرم مکمل HMB بر عوامل رشدی پلاسما، ترکیب بدنی و قدرت عضلانی مردان غیر ورزشکار را مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که مکمل HMB موجب تغییر معنادار در غلظت هورمون تستوسترون، کورتیزول، عامل شبه رشد انسولینی -1 و نسبت تستوسترون به کورتیزول نشده است (156).

محور هورمون GH و فاکتور رشد شبه انسولین -1 (IGF-1) نقش کلیدی در تحریک سنتز پروتئین دارند و ممکن است HMB سنتز پروتئین را از طریق تغییر در فعالیت محور GH-IGF-1 به انجام برساند. در پژوهشی افزایش GH mRNA هیپوفیز و بیان پروتئین پس از یک ماه مصرف مکمل HMB گزارش گردید. به علاوه، افزایش بیان mRNA مربوط به IGF-1 و مقادیر پروتئینی سرم IGF هم در موشهایی که HMB مصرف نموده اند، مشاهده شده است که این بدون افزایش IGF-1 عضله اسکلتی ایجاد می‌شود

- [9] Hooper, D. R., Kraemer, W. J., Focht, B. C., Volek, J. S., DuPont, W. H., Caldwell, L. K., & Maresh, C. M. (2017). Endocrinological roles for testosterone in resistance exercise responses and adaptations. *Sports Medicine*, 47(9), 1709-1720 .
- [10] Kraemer, W. J., Hatfield, D. L., Volek, J. S., Fragala, M. S., Vingren, J. L., Anderson, J. M., . . . Quann, E. E. (2009). Effects of amino acids supplement on physiological adaptations to resistance training .*Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(5), 1111-1121 .
- [11] Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35(4), 339-361 .
- [12] McPhaul, M. J., & Young, M. (2001). Complexities of androgen action. *Journal of the American Academy of dermatology*, 45(3), S87-S94 .
- [13] Nissen, S., Sharp, R., Ray, M., Rathmacher, J., Rice, D., Fuller Jr, J., . . . Abumrad, N. (1996). Effect of leucine metabolite  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate on muscle metabolism during resistance-exercise training. *Journal of Applied Physiology* .
- [14] Nissen, S., Sharp, R. L., Panton, L., Vukovich, M., Trappe, S., & Fuller, J. C., Jr. (2000).  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -Methylbutyrate (HMB) Supplementation in Humans Is Safe and May Decrease Cardiovascular Risk Factors. *The Journal of Nutrition*, 130(8), 1937-1945. doi:10.1093/jn/130.8.1937
- [15] Pakzad Hasanlou, F., Vakili, J., & Nikokheslat, S. (2020). The Effect of Traditional Resistance Training and with Blood Flow Restriction on Anabolic and Catabolic Hormonal Markers in Active Males. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 7(1), 45-54. doi:10.22049/jassp.2020.26833.1309
- [16] Portal, S., Zadik, Z., Rabinowitz, J., Pilz-Burstein, R., Adler-Portal, D., Meckel, Y., . . . Nemet, D. (2011). The effect of HMB supplementation on body composition, fitness, hormonal and inflammatory mediators in elite adolescent volleyball players: a prospective randomized, double-blind, placebo-controlled study. *European growth hormone concentration and metabolic responses in male wrestlers. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 5(1), 1-9. doi:10.22049/jassp.2019.26483.1194
- [2] Arazi, H., Rohani, H., Ghiasi, A., & Keikanloo, N. A. (2015). Resistance training & beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on hormones. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21, 386-389 .
- [3] Assad, M. R., Zoghi, R., & Fashi, M. (2016). The Effect of 8 Weeks Resistance Training with HMB Supplementary Product on Changes in Growth Hormone and Testosterone Over Un athlete Males. *Alborz University Medical Journal* ,- 5, (3)187-193. doi:10.18869/acadpub.aums.5.3.187
- [4] Donike, M. (1983). Detection of exogenous testosterone. *Leistung und Gesundheit, Kongressbd* .
- [5] Faramarzi, M., Ghasempour, H. R., Banitalebi, E., Ghafoorian, M., & Ghatre-Samani, k. (2012). Effects of  $\beta$ -hydroxy-  $\beta$ -methylbutyrate on kidney parameters and body composition in untrained males after 8 weeks combination resistance training. *Journal of Shahrekord Uuniversity of Medical Sciences*, 13(6), 38-46. Retrieved from <http://78.39.35.44/article-1-979-fa.html>
- [6] Fuller, J. C., Sharp, R. L., Angus, H. F., Baier, S. M., & Rathmacher, J. A. (2011). Free acid gel form of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) improves HMB clearance from plasma in human subjects compared with the calcium HMB salt. *British Journal of Nutrition*, 105(3), 367-372 .
- [7] Fuller, J. C., Sharp, R. L., Angus, H. F., Khoo, P. Y., & Rathmacher, J. A. (2015). Comparison of availability and plasma clearance rates of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate delivery in the free acid and calcium salt forms. *British Journal of Nutrition*, 114(9), 1403-1409 .
- [8] Gerlinger-Romero, F., Guimarães-Ferreira, L., Giannocco, G., & Nunes, M. T. (2011). Chronic supplementation of beta-hydroxy-beta methylbutyrate (HMB $\beta$ ) increases the activity of the GH/IGF-I axis and induces hyperinsulinemia in rats. *Growth Hormone & IGF Research*, 21(2), 57-62 .

- Robinson, E. H., . . . Stout, J. R. (2015). Effects of  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate Free Acid Ingestion and Resistance Exercise on the Acute Endocrine Response. *Int J Endocrinol*, 2015, 856708. doi:10.1155/2015/856708
- [25] Wilson, J. M., Lowery, R. P., Joy, J. M., Walters, J. A., Baier, S. M., Fuller, J. C., . . . Wilson, S. M. (2013).  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate free acid reduces markers of exercise-induced muscle damage and improves recovery in resistance-trained men. *British Journal of Nutrition*, 110(03), 538-544 .
- [26] Zanchi, N. E., Gerlinger-Romero, F., Guimaraes-Ferreira, L., de Siqueira Filho, M. A., Felitti, V., Lira, F. S., . . . Lancha, A. H. (2011). HMB supplementation: clinical and athletic performance-related effects and mechanisms of action. *Amino acids*, 40(4), 1015-1025 .
- [27] Zhao, L., & Mohammad, M. (2022). Testosterone and cortisol responses to  $\beta$ -hydroxy  $\beta$ -methylbutyrate consumption and exercise: A meta-analysis. *Food Science & Nutrition* .
- journal of applied physiology, 111 ,(9) .2269-2261
- [17] Rahimi, M. R., Khodamoradi, M., & Falah, F. (1398). Effects of caffeine consumption before resistance exercise on blood levels of testosterone and growth hormones in male athletes. *Koomesh journal*, 21(4), 679-685. Retrieved from <http://koomeshjournal.semums.ac.ir/article-1-3982-en.html>
- [18] Rahimi, M. R., & Shoker-Nejad, H. (2022). Effects of  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -Methylbutyrate Supplementation on IL-4, IL-10 and TGF- $\beta$ 1 during Resistance Exercise in Athletes. *Research in Exercise Nutrition*, 1(1), 40-21. doi/10.34785:j019.2022.524
- [19] Rahimi, R., Qaderi, M., Faraji, H., & Boroujerdi, S. S. (2010). Effects of very short rest periods on hormonal responses to resistance exercise in men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1851-1859 .
- [20] Rahman Rahimi, H. F., Vatani, D. S., & Qaderi, M. (2010). Creatine supplementation alters the hormonal response to resistance exercise. *Kinesiology*, 42(1), 28-35 .
- [21] Ravasi, A. A., Mirza Hoseini, O., Armanfar, M., & Ghodsmirheidari, F. (2018). Effect of branched-chain amino acids supplementation with two different amounts on anabolic hormone response after heavy resistance activity in Paralympic weightlifters. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 5(1), 62-68. doi:10.22049/jassp.2019.26557.1222
- [22] Slater ,G. J., & Jenkins, D. (2000).  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) supplementation and the promotion of muscle growth and strength. *Sports Medicine*, 30(2), 105-116 .
- [23] Townsend, J. R., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Jajtner, A. R., Boone, C. H., Robinson, E .H., . . . Fukuda, D. H. (2015). Effects of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate free acid ingestion and resistance exercise on the acute endocrine response. *International journal of endocrinology*, 2015 .
- [24] Townsend, J. R., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Jajtner, A .R., Boone, C. H.,



## List of published articles

**The effect of strawberry extract supplementation on some oxidative, inflammatory and cellular damage indicators after a session of exhausting resistance exercise in non-athlete women .....1**

Hassan Faraji, Fardin Mmirahmad, Avin Mohammadi

**The effect of 8 weeks of intermittent exercise with consumption of black seed on serum levels of vaspin and lipid profile of obese women.....11**

ABDOLREZA Kazemi, Mokhtar Ghanbarzadeh, Ziya Navidi, Mehrnaz Soltani

**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.....21**

Mohammad Reza Fadaei Chafy, Mohammad hassan Dashty, Seyed Hossein Hojjati

**Interactive effect of a period of high-intensity interval training and cinnamon supplementation on the levels of some inflammatory and anti-inflammatory markers in overweight men .....35**

Hadis Bayat, Hamidreza Khalounejad, Masoud Babaei, Nazanin Arnavazi yamch, Mohammad Ali Azarbayjani

**The effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal specific performance test in elite futsal players in pre-season training .....43**

Abolfazl Fijan, Farhad Daryanoosh, Negar Kooroshfard, Fatemeh Hosseininezhad, Nosratallah Forooza, Ahmad Mehrez

**The effect of short-term HMB supplement on Growth hormone and Testosterone concentration after resistance exercise in the athletes.....53**

Mohammad Rahman Rahimi, Shahram Parsarad





# Research in Exercise Nutrition (REN)

Vol. 1, No.2, 2022  
SSN: 2980-8960

**License Holder:** University of Kurdistan.

**Editor in Chief:** Dr. Mohammad Rahman Rahimi.

**Director in Charge:** Dr. Mohammad Rahman Rahimi.

**Editorial Board:**

| Name                     | Academic Ranking                            | Place of Employment                     |
|--------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Hamid Mohebbi            | Professor of Exercise metabolism            | University of Guilan                    |
| Farhad Rahmani-Nia       | Professor of Exercise Nutrition             | University of Guilan                    |
| Bahman Mirzaei           | Professor of Exercise Science               | University of Guilan                    |
| Arsalan Damirchi         | Professor of Exercise metabolism            | University of Guilan                    |
| Vitor de Salles Painelli | Post-doc Researcher of Sport Nutrition      | University of Sao Paulo                 |
| Hassan Faraji            | Assiastant Professor of Exercise Physiology | Islamic Azad University, Marivan Branch |
| Hadi Rohani              | Associate Professor of Exercise Physiology  | Sport Sciences Research Institute       |
| Karim Azali Alamdari     | Associate Professor of Exercise Physiology  | University of Azarbaijan Shahid Madani  |
| Mousa Khalafi            | Assiastant Professor of Exercise Physiology | University of Kashan                    |
| Mohammad rahman Rahimi   | Associate Professor of Exercise Physiology  | University of Kurdistan                 |
| Saber Saedmocheshi       | Assiastant Professor of Exercise Physiology | University of Kurdistan                 |

**Graphic Designer (Logo, Cover, and Page Layout):** M. Jamshidi

**Statistician:** Dr. Omid Isanejad.

**English Text Editor:** Leila Rahmani, Dr. Atta Mostafa Hamamorad, Dr. Hameed Hussein Hama-Said.

**Managing Editor:** Hadi Golpasandi.

**Address:** Kurdistan province, Sanandaj, Pasdaran St., University of Kurdistan, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mamosta Hezhar Library, 1st floor, Office of Research in Sports Nutrition.

**Phone:** 08733664600 --- ext 2606.

**Email:** [ren@uok.ac.ir](mailto:ren@uok.ac.ir)



Volume 1 . Number 2 . 2022

ResearchinExerciseNutrition.com

# Research in Exercise Nutrition

*The Official Peer-Reviewed Journal of the University of Kurdistan*

**The effect of strawberry extract supplementation on some oxidative, inflammatory and cellular damage indicators after a session of exhausting resistance exercise in non-athlete women..... 1**  
Hassan Faraji, Fardin Mmirahmad, Avin Mohammadi

❖ **The effect of 8 weeks of intermittent exercise with consumption of black seed on serum levels of vaspin and lipid profile of obese women ..... 11**  
Abdolreza Kazemi, Mokhtar Ghanbarzadeh, Ziya Navidi, Mehrnaz Soltani

❖ **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..... 21**  
Mohammad Reza Fadaei Chafy, Mohammad hassan Dashty, Seyed Hossein Hojjati

❖ **Interactive effect of a period of high-intensity interval training and cinnamon supplementation on the levels of some inflammatory and anti-inflammatory markers in overweight men ..... 35**  
Hadis Bayat, Hamidreza Khalounejad, Masoud Babaei, Nazanin Arnavazi yamch, Mohammad Ali Azarbayjani

❖ **The effect of creatine and sodium bicarbonate supplementation on anaerobic performance, fatigue index and futsal specific performance test in elite futsal players in pre-season training ..... 43**  
Abolfazl Fijan, Farhad Daryanoosh, Negar Kooroshfard, Fatemeh Hosseininezhad, Nosratallah Forooza, Ahmad Mehrez

❖ **The effect of short-term HMB supplement on Growth hormone and Testosterone concentration after resistance exercise in the athletes ..... 53**  
Mohammad Rahman Rahimi, Shahram Parsarad