

## تأثیر مکمل سازی توت فرنگی بر درد عضلانی و سطوح سرمی TNF- $\alpha$ و IL-1 $\beta$ بعد از یک فعالیت وامانده ساز برونگرا در زنان غیر ورزشکار

مهناز سیفی<sup>a</sup>، نسرین جهانشیری<sup>b</sup>، زهرا کوهستانی سینی<sup>c</sup>

<sup>a</sup> کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>b</sup> کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>c</sup> دکترای فیزیولوژی ورزش دانشگاه بیرجند

نویسنده مسئول: زهرا کوهستانی سینی (تلفن: ۰۹۳۶۶۴۷۸۱۱۹ و koohestanzahra@yahoo.com)

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، تعیین تأثیر مصرف عصاره توت فرنگی بر درد عضلانی و عوامل التهابی (TNF- $\alpha$  و IL-1 $\beta$ ) بدنبال یک وهله فعالیت استقامتی برونگرا در زنان غیر ورزشکار بود. ۲۰ زن ۲۰ تا ۳۰ ساله غیر ورزشکار با شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۰ اما کمتر از ۲۵ به صورت هدفمند در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه توت فرنگی و دارونما (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. ابتدا هر دو گروه در یک فعالیت استقامتی اکسنتریک بر روی تردمیل با شیب منفی ۱۵٪ و شدت ۷۰ تا ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه تا رسیدن به واماندگی شرکت کردند. سپس به مدت ۲ هفته، یک گروه عصاره توت فرنگی و گروه دیگر دارونما (پودر نشاسته) دریافت کردند. عصاره توت فرنگی و دارونما در کپسول‌های کاملاً مشابه و به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز مصرف شدند. بعد از دو هفته، هر دو گروه بار دیگر در همان فعالیت بدنی استقامتی وامانده ساز اکسنتریک بر روی تردمیل با شیب منفی شرکت کردند. قبل و بعد از هر دو فعالیت نمونه خونی از آنها اخذ گردید و درد عضلانی اندازه گیری شد. سطوح سرمی سطوح سرمی TNF- $\alpha$  و IL-1 و نیز درد عضلانی (VAS) بعد از فعالیت استقامتی به طور معنادار افزایش یافتند، اما این افزایش در گروه توت فرنگی (بعد از مصرف توت فرنگی) به طور معنادار کمتر از گروه دارونما بود ( $P < 0.05$ ). احتمالاً مصرف مکمل عصاره توت فرنگی، کوفتگی عضلانی تاخیری و التهاب ناشی از آن را در زنان غیر ورزشکار ناشی از یک وهله فعالیت استقامتی وامانده ساز کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: فعالیت اکسنتریک، کوفتگی عضلانی تاخیری، توت فرنگی، التهاب

### ۱. مقدمه

فعالیت شدید می‌تواند یکی از محرک‌های ایجاد التهاب باشد. نشان داده شده است که فاکتورهای التهابی در پاسخ به فعالیت شدید افزایش می‌یابند (۱). گزارش‌هایی مبنی بر افزایش آسیب عضلانی در دوره پس از تمرین ارائه شده است که با استرس میکانیکی کاملاً نامرتبط است. احتمالاً چنین آسیب ثانویه‌ای با التهاب ارتباط دارد و در پاسخ به آسیب اولیه عضلانی بوجود آمده است. برخی از محققین احتمال می‌دهند که فاگوسیت‌های مهاجم ممکن است سبب چنین آسیب ثانویه‌ای باشند، زیرا آنها نمی‌توانند بافت سالم را از بافت آسیب دیده تشخیص دهند. نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها از خود موادی به نام سیتوکین‌ها ترشح می‌کنند. از جمله این سیتوکین‌ها می‌توان به اینترلوکین ۱ و TNF- $\alpha$  اشاره کرد. علی‌رغم زمینه و علائم متفاوت مربوط به بیماری‌های متعدد، همه بیماری‌های التهابی مزمن سیستمیک، ویژگی‌های مشترکی شامل افزایش سطوح در گردش سایتوکاین‌های TNF- $\alpha$  و IL-6 در

شرایط پایه یا استراحتی دارند (۲،۳،۴). تغییر سطوح سایتوکاین‌ها نه تنها در بیماری‌های التهابی دیده می‌شود، فعالیت ورزشی حاد نیز روی پاسخ‌های سایتوکاینی و التهاب در افراد سالم اثرگذار است. شدت، مدت، نوع فعالیت ورزشی (مثل استقامتی یا مقاومتی) و فعالیت ورزشی حاد در مقابل درازمدت می‌توانند پارامترهای مختلف ایمنی مرتبط با بیماری‌های التهابی مزمن، را تحت تأثیر قرار دهند (۳،۴،۵). به هر حال، فعالیت بدنی و ورزش با وجود فواید فراوان برای ورزشکاران و عموم مردم می‌تواند موجب بروز آسیب‌هایی شود. این آسیب دیدگی‌ها با توجه به سطح آمادگی جسمانی و شرایط تمرینی افراد مختلف می‌تواند متفاوت باشد. یکی از پیامدهای تمرین، کوفتگی عضلانی است. همچنین ارتباط کوفتگی عضلانی با التهاب گزارش شده است (۷،۶). پیشگیری یا کاهش کوفتگی عضلانی و التهاب بدن‌بال فعالیت‌های بدنی شدید برون‌گرا می‌تواند به بهبود کیفیت ورزشی و نیز افزایش میل و رغبت به ادامه ورزش منجر شود.

در همین راستا، راهکارهای تغذیه‌ای در کنار فعالیت‌های بدنی از مدت‌ها پیش مورد توجه ورزشکاران بوده است (۸). در همین زمینه، گیاهان دارویی به دلیل اینکه منشاء طبیعی داشته و عوارض جانبی ندارند، قابل توجه هستند. یکی از این گیاهان، توت فرنگی می‌باشد. میوه توت فرنگی به خاطر جذابیت رنگ، بافت لطیف، طعم منحصر به فرد و سرشار از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به صورت وسیع مصرف می‌شود. همچنین دارای انواع ویتامین، مواد معدنی و فیبر می‌باشد که در رژیم غذایی مورد نیاز است (۹). توت فرنگی دارای ترکیبات فنلی است که منجر به اثرات آنتی‌اکسیدان می‌گردد (۱۰). تاکنون پژوهشی به بررسی تاثیر این گیاه بر تخفیف کوفتگی عضلانی تاخیری و التهاب همراه با آن بدن‌بال فعالیت‌های بدنی شدید نپرداخته است. هدف از پژوهش حاضر، تعیین تاثیر مصرف عصاره توت فرنگی بر درد عضلانی و عوامل التهابی ( $IL-1\beta$  و  $TNF-\alpha$ ) بدن‌بال یک وهله فعالیت استقامتی برون‌گرا در زنان غیر ورزشکار بود.

## ۲. روش شناسی

پژوهش حاضر به روش نیمه تجربی و به صورت دوسو کور با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه دارونما انجام شد. ۲۰ دختر ۲۰ تا ۳۰ ساله غیر ورزشکار با شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۰ اما کمتر از ۲۵ به صورت هدفمند در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه توت فرنگی و دارونما (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. ابتدا هر دو گروه در یک فعالیت استقامتی اکسنتریک بر روی تردمیل با شیب منفی ۱۵٪ و شدت ۷۰ تا ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه تا رسیدن به واماندگی شرکت کردند. سپس به مدت ۲ هفته، یک گروه عصاره توت فرنگی و گروه دیگر دارونما (پودر نشاسته) دریافت کردند. عصاره توت فرنگی و دارونما در کپسول‌های کاملاً مشابه و به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز مصرف شدند. بعد از دو هفته، هر دو گروه بار دیگر در همان فعالیت بدنی استقامتی وامانده ساز اکسنتریک بر روی تردمیل با شیب منفی شرکت کردند. قبل و بعد از هر دو فعالیت نمونه خونی از آنها اخذ گردید و درد عضلانی اندازه‌گیری شد. کنترل دقیق تغذیه امکان‌پذیر نبود و رژیم غذایی آزمودنی‌ها در این دو هفته از طریق پرسشنامه یادآمد تغذیه ۲۴ ساعته اندازه‌گیری شد. برای هر نمونه خونی نیز سطوح  $TNF-\alpha$  و  $IL-1$  اندازه‌گیری شد. سطوح  $TNF-\alpha$  از طریق کیت شرکت Diaclone فرانسه با درجه حساسیت ۸ پیکو گرم بر میلی‌لیتر به اندازه‌گیری شد. سطوح  $IL-1$  نیز از طریق کیت شرکت Diaclone فرانسه با درجه حساسیت ۲ پیکو گرم بر میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا مقادیر هر یک از متغیرها با استفاده از میانگین و انحراف معیار توصیف شد. سپس جهت مقایسه و بررسی تغییرات متغیرها در دو گروه پژوهش و در چهار زمان خون‌گیری (دو بار قبل و بعد از فعالیت پیش‌آزمون، و دو بار قبل و بعد از فعالیت پس‌آزمون)، از آزمون آماری تحلیل واریانس آمیخته بین-درون آزمودنی‌ها با اندازه‌گیری مکرر در یک طرح  $2 \times 4$  (۲ گروه و ۴ زمان) استفاده شد. جهت مقایسه میزان تغییرات دو گروه نیز از آزمون  $t$  مستقل استفاده شد. سطح معنی‌داری برابر با  $P \leq 0.05$  در نظر گرفته شد. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

## ۳. نتایج

توصیف آماری متغیرهای مورد مطالعه نیز در جدول ۱ آمده است. مقادیر به میانگین و انحراف معیار گزارش شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته بین-درون آزمودنی‌ها جهت مقایسه تغییرات متغیرهای دو گروه نیز در جدول ۲ خلاصه شده است. نتایج آزمون t مستقل نیز جهت مشخص کردن محل تفاوت معنادار در جدول ۳ ارائه شده است. سطوح سرمی سطوح سرمی TNF- $\alpha$  و IL-1 و نیز درد عضلانی (VAS) بعد از فعالیت استقامتی به طور معنادار افزایش یافتند، اما این افزایش در گروه توت فرنگی (بعد از مصرف توت فرنگی) به طور معنادار کمتر از گروه دارونما بود ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد مطالعه در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

| متغیر                    | گروه      | قبل از فعالیت اول | بعد از فعالیت اول | قبل از فعالیت دوم | بعد از فعالیت دوم |
|--------------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| TNF- $\alpha$<br>(pg/ml) | توت فرنگی | ۶/۷۶ ± ۱/۲۷       | ۹/۱۶ ± ۱/۲۷       | ۷/۰۳ ± ۱/۳۶       | ۸/۴۴ ± ۱/۵۷       |
|                          | دارونما   | ۷/۲۸ ± ۱/۱۷       | ۹/۱۹ ± ۱/۳۱       | ۷/۰۴ ± ۰/۹۲       | ۹/۰۲ ± ۱/۴۱       |
| IL-1<br>(pg/ml)          | توت فرنگی | ۲/۷۳ ± ۰/۴۷       | ۳/۹۶ ± ۰/۳۸       | ۲/۸۵ ± ۰/۵۶       | ۳/۳۶ ± ۰/۶۸       |
|                          | دارونما   | ۲/۶۲ ± ۰/۳۳       | ۳/۸۸ ± ۰/۱۷       | ۲/۵۳ ± ۰/۳۸       | ۳/۸۶ ± ۰/۱۶       |
| درد عضلانی<br>(VAS)      | توت فرنگی | ۰/۰۱ ± ۰/۰۳       | ۴/۰۵ ± ۱/۰۳       | ۰/۰۱ ± ۰/۰۳       | ۳ ± ۱/۴۷          |
|                          | دارونما   | ۰/۱۰ ± ۰/۱۴       | ۳/۹۵ ± ۱/۳۲       | ۰/۱۰ ± ۰/۱۴       | ۳/۹۰ ± ۱/۵۰       |

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس بین-درون آزمودنی‌ها جهت بررسی و مقایسه تغییرات متغیرها

| متغیر         | عامل      | F      | P       | اندازه اثر |
|---------------|-----------|--------|---------|------------|
| TNF- $\alpha$ | زمان      | ۳۱/۳۸  | * ۰/۰۰۱ | ۰/۸۵       |
|               | گروه      | ۰/۳۳   | ۰/۵۷    | ۰/۰۱۸      |
|               | زمان×گروه | ۴/۸۳   | * ۰/۰۱۴ | ۰/۴۷       |
| IL-1          | زمان      | ۵۵/۹۷  | * ۰/۰۰۱ | ۰/۹۱       |
|               | گروه      | ۰/۰۰۱  | ۰/۹۹    | ۰/۰۰۱      |
|               | زمان×گروه | ۱۰/۱۹  | * ۰/۰۰۱ | ۰/۶۵       |
| درد عضلانی    | زمان      | ۱۱۶/۸۸ | * ۰/۰۰۱ | ۰/۹۳       |
|               | گروه      | ۰/۶۸   | ۰/۴۲    | ۰/۰۴       |
|               | زمان×گروه | ۳/۶۹   | * ۰/۰۴۷ | ۰/۳۰       |

\* معنادار در سطح  $P \leq 0.05$ 

جدول ۳. نتایج آزمون t مستقل جهت مشخص کردن محل تفاوت معنادار

| متغیر         | دلتا ۱ | دلتا ۲  | دلتا    |
|---------------|--------|---------|---------|
| TNF- $\alpha$ | ۰/۲۸   | ۰/۲۷    | * ۰/۰۰۱ |
| IL-1          | ۰/۸۸   | * ۰/۰۰۱ | * ۰/۰۰۱ |
| درد عضلانی    | ۰/۷۲   | ۰/۲۳    | * ۰/۰۱۳ |

\* معنادار در سطح  $P \leq 0.05$ 

دلتا ۱: تفاضل میانگین قبل و بعد از فعالیت اول

دلتا ۲: تفاضل میانگین قبل و بعد از فعالیت دوم

دلتا: تفاضل دلتا ۱ و دلتا ۲

## ۴. بحث

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، درد عضلانی و سطوح سرمی فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا (TNF- $\alpha$ ) و اینترلوکین ۱ (IL-1) بعد از فعالیت مقاومتی برونگرا در دختران غیر ورزشکار به طور معنادار افزایش یافت، اما مصرف عصاره توت فرنگی منجر به افزایش کمتر TNF- $\alpha$  و IL-1 شد که این تفاوت به لحاظ آماری معنادار بود. به عبارتی دیگر می‌توان گفت که یک وهله تمرین مقاومتی برونگرا منجر به افزایش التهاب در دختران غیر ورزشکار شد، اما این افزایش بوسیله مصرف عصاره توت فرنگی کاهش یافت. در راستای تاثیر فعالیت‌های بدنی بر عوامل التهابی، کندسن و پدرس (۲۰۱۵) تاثیر تمرین ورزشی را بر عوامل التهابی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کردند و گزارش کردند که ورزش منجر به افزایش اینترلوکین ۶ می‌شود که با مهار TNF- $\alpha$  و با تحریک آنتاگونیست گیرنده IL-1 و در نتیجه محدود کردن سیگنالینگ IL-1 $\beta$  منجر به اثرات ضد التهابی می‌شود (۱۷). عیسی نژاد و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند که ۸ هفته تمرین استقامتی منجر به افزایش معنادار IL-1 $\beta$  و کاهش معنادار TNF- $\alpha$  شد (۱۸). علاوه بر این، لیرا و همکاران (۲۰۱۵) افزایش عوامل التهابی را بعد از ورزش تناوبی شدید بالاتنه و پایین تنه گزارش کردند (۱۹). همچنین، زبرووسکا و همکاران (۲۰۱۵) غلظت سرمی IL-1 $\beta$ ، IL-6 و TNF- $\beta$  را در زنان ورزشکار، قبل از ورزش، بلافاصله بعد از ورزش، و ۱۵ دقیقه بعد از ورزش اندازه گیری و مشاهده کردند که در ۱۵ دقیقه بعد از ورزش، افزایش معناداری در IL-1 $\beta$  و TNF- $\alpha$  مشاهده شد (۲۰). با توجه به یافته‌های علمی موجود، به نظر می‌رسد بعد از فعالیت‌های اکسنتریک که با کوفتگی عضلانی همراه است، افزایش عوامل التهابی نیز بیشتر است. در همین راستا، یامانی و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تاثیر تمرین مقاومتی کانسنتریک و اکسنتریک بر عوامل التهابی پرداختند. ۲۰ بزرگسال سالم به انجام هر دو جلسه ورزش پرداختند. ۲۴ ساعت بعد از ورزش متغیرها مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که سطوح TNF- $\alpha$  بعد از ورزش اکسنتریک در مقایسه با ورزش کانسنتریک به طور معنادار افزایش یافت. لذا آنها چنین نتیجه گیری کردند که به دلیل استرس متابولیک بیشتر، عوامل التهابی بعد از ورزش اکسنتریک بیش از ورزش کانسنتریک افزایش می‌یابند (۲۲). البته وضعیت تمرینی آزمودنی‌ها نیز می‌تواند در نتایج مختلف تاثیرگذار باشد. در همین راستا، فارینها و همکاران (۲۰۱۵) TNF- $\alpha$  و IL-1 $\beta$  ۲۳ زن تمرین نکرده را قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین تردمیل بدون تغییر در الگوی غذایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که یک دوره تمرین هوازی باعث کاهش معنادار سطوح سرمی TNF- $\alpha$  و IL-1 $\beta$  شد (۲۳). با توجه به اینکه کوفتگی عضلانی تاخیری و عوامل التهابی بعد از فعالیت‌های بدنی برونگرا افزایش پیدا می‌کنند، پژوهشگران سعی داشته‌اند با استفاده از مکمل‌های غذایی گوناگون، این مشکل را کاهش دهند و در این راستا پژوهش‌های مختلفی نیز انجام داده‌اند. با این حال، در این پژوهش برای اولین بار به بررسی اثر توت فرنگی پرداختیم و مشاهده شد که این مصرف عصاره این گیاه می‌تواند منجر به کاهش التهاب و درد عضلانی بعد از ورزش شود. احتمالاً ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدان این گیاه منجر به این نتایج شده است (۹، ۱۰). در هر صورت، قبل از انجام پژوهش‌های بیشتر نمی‌توان در این زمینه تفسیر دقیقی ارائه داد.

## ۵. نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های حاضر، چنین نتیجه گیری می‌شود که مصرف مکمل عصاره توت فرنگی، کوفتگی عضلانی تاخیری و التهاب ناشی از آن را در زنان غیر ورزشکار ناشی از یک وهله فعالیت وامانده‌ساز اکسنتریک کاهش می‌دهد که احتمالاً این تاثیر به دلیل مواد موثره توت فرنگی، بخصوص ترکیبات فنلی آن می‌باشد. با این حال به دلیل اینکه برای اولین بار تاثیر گیاه توت فرنگی بر التهاب و درد عضلانی ناشی از فعالیت بدنی شدید بررسی شده است، جهت نتیجه گیری دقیقتر و مطمئن‌تر نیازمند انجام پژوهش‌های بعدی با تعداد آزمودنی بیشتر و کنترل دیگر موارد اثر گذار می‌باشیم.

## ۶. منابع

1. Nehlsen – Canarella, S. O. Fagoaga and D. Nieman, (1997). “Carbohydrate and the cytokine response to 2.5 hours of running”. (82): PP: 1662-1667.
2. Ploeger HE, Takken T, De Greef M, Timmons BW. The effects of acute and chronic exercise on inflammatory markers in children and adults with a chronic inflammatory disease: a systematic review. *Respirology*. 2008; 13 (1): 128- 33.
3. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clinica Chimica Acta*. 2010; 411 (1): 785- 93.
4. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*. 2005; 98 (1): 1154- 62.
5. Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiol Rev*. 2000; 80 (1): 1055-81.
6. Lenn, J. O. N., Uhl, T., Mattacola, C., Boissonneault, G., Yates, J., Ibrahim, W., et al. (2002). The effects of fish oil and isoflavones on delayed onset muscle soreness. *Med. Sci. Sports Exerc*. 34:1605-1613.
7. Vickers, A. (2001). Time course of muscle soreness following different types of exercise. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2:5.
8. Greer BK. The effects of branched-Chain amino acid supplementation on indirect indicators of muscle damage and performance. *J Appl Physiol* 2006; 37:452-9.
9. Kapur, B., Sarıdaş, M.A., Çeliktopuz, E., Kafkas, E. and Kargı, S.P. 2018. Health and taste related compounds in strawberries under various irrigation regimes and bio-stimulant application. *Food Chemistry*, 263: 67-73.
10. Jouili, H. and El Ferjani, E. 2003. “Changes in antioxidant and lignifying enzyme activities in sunflower roots (*Helianthus annuus L.*) stressed with copper excess”. *Comptes Rendus Biologies*, 326: 639-644.