

## مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال ششم، شماره دوم؛

پاییز و زمستان ۱۳۹۸؛ صفحات ۸۵-۷۹

مقاله پژوهشی

### مقایسه اثر حجم‌های مختلف فعالیت ورزشی حاد مقاومتی بر پاسخ اینترلوکین-۶ پلاسما

مریم تهرانی<sup>۱\*</sup>، مسعود نیکبخت<sup>۲</sup>، روح الله رنجبر<sup>۳</sup>  
 تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۱۸



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت [www.jahssp.azaruniv.ac.ir/](http://www.jahssp.azaruniv.ac.ir/) مشاهده کنید

#### چکیده

**هدف:** از انجام این مطالعه تاثیر فعالیت ورزشی حاد مقاومتی با حجم‌های کم و زیاد بر پاسخ اینترلوکین-۶ پلاسما دختران بود. **روش شناسی:** ۱۰ نفر دختر فعال (میانگین سن:  $25/50 \pm 1/27$  سال؛ قد:  $164/10 \pm 3/58$  سانتیمتر؛ وزن:  $63/80 \pm 9/80$  کیلوگرم) و بدون سابقه فعالیت مقاومتی در یک سال گذشته به صورت متقاطع و با یک هفته فاصله دو جلسه فعالیت مقاومتی انجام دادند. آزمودنی‌ها دو جلسه فعالیت مقاومتی با حجم‌ها متفاوت (تک ست و سه ست) و شدت ( $10RM$ ) و فاصله بین ست مشابه ( $2$  دقیقه) با یک هفته فاصله بین جلسات فعالیت انجام دادند. فعالیت مقاومتی شامل  $6$  فعالیت به صورت کل بدن بود. تمام تکرارها تا واماندگی انجام شد. آزمودنی‌ها  $2$  ساعت پیش از انجام فعالیت ورزشی و پس از  $8$  ساعت ناشتا صبحانه‌ای که دارای مقدار کالری کافی بود خوردند. جمع‌آوری نمونه‌های خونی قبل، بلافاصله بعد و  $24$  ساعت پس از فعالیت ورزشی انجام شد. تجزیه و تحلیل نمونه‌های خونی با روش الایزا انجام شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که سطوح IL-6 پلاسما در قبل و بلافاصله بعد و هم چنین  $24$  ساعت پس از فعالیت ورزشی تفاوت معنی داری نداشت ( $p < 0/05$ ). همچنین سطوح IL-6 پلاسما در حجم‌های مختلف فعالیت ورزشی مقاومتی نیز تفاوت معنی داری نداشت ( $p < 0/05$ ). **نتیجه گیری:** این نتایج نشان داد که فعالیت ورزشی مقاومتی با شدت متوسط بر پاسخ IL-6 پلاسما در حجم‌های مختلف اثری روی IL-6 پلاسما در زنان فعال ندارد. **واژه‌های کلیدی:** فعالیت ورزشی مقاومتی، حجم فعالیت ورزشی، میوکاین، سابتوکاین، اینترلوکین-6، التهاب

۱. کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران. (نویسنده مسئول): [mahshid.teh1368@gmail.com](mailto:mahshid.teh1368@gmail.com)
۲. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.
۳. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.

**نحوه ارجاع:** مریم تهرانی، مسعود نیکبخت، روح الله رنجبر. مقایسه اثر حجم‌های مختلف فعالیت ورزشی حاد مقاومتی بر پاسخ اینترلوکین-۶ پلاسما. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۸؛ ۶(۲): ۸۵-۷۹.



## Comparison the Effect of Acute Resistance Exercise with Different Volume on Plasma Interleukin-6 Response

Maryam Tehrani<sup>1\*</sup>, Masoud Nikbakht<sup>2</sup>, Rouhollah Ranjbar<sup>3</sup>

Received February 1 2020; Accepted March 8 2020

### Abstract

**Aim:** The aim of this study was to compare the effect of acute resistance exercise at different volume on plasma IL-6 response in active females. **Methods:** 10 active female student (age=25±50 yrs., Height= 164.10±3.58, weight= 61±125 Kg) with no resistance training experience, participated to cross-over design study. Subjects complete two acute resistance exercise sessions with different volumes (single set vs three sets), but same intensity (10RM) and rest interval between sets (2 min) with one week intervals between sessions. Resistance exercise sessions included 6 full body exercises. All sets performed to repetition failure. Two hours prior to exercises, participants consumed a standardized breakfast after an overnight fast. Blood samples collected pre- and immediately post exercise, and 24 hours post exercise. Blood samples was analyzed with Eliza Method. **Results:** Results show that there was not significance difference ( $p < 0.05$ ) between pre and immediately post and 24 hours post exercise in plasma IL-6 concentrations. Also, there was no significance difference ( $p < 0.05$ ) between two groups in plasma IL-6 concentrations. **Conclusion:** This result indicated that Acute resistance exercise with moderate intensities can't change plasma IL-6 levels in active subjects. Also, volume of resistance exercise (single set & three sets) had no effect on plasma IL-6 levels in active female subject.

**Keywords:** Resistance Exercise, Exercise Volume, Myokine, Cytokine, Inteleukine-6, Inflammation



Scan  
this QR code to see the accompanying  
video, or visit  
[jahssp.azaruniv.ac.ir](http://jahssp.azaruniv.ac.ir)

1. Master degree, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Exercise Sciences, University of Shahid chamran, Ahvaz, Iran.(Corresponding Author):

[mahshid.teh1368@gmail.com](mailto:mahshid.teh1368@gmail.com)

2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Exercise Sciences, University of Shahid chamran, Ahvaz, Iran.

3. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Exercise Sciences, University of Shahid chamran, Ahvaz, Iran.

---

Cite as: Maryam Tehrani, Masoud Nikbakht, Rouhollah Ranjbar . Comparison the Effect of Acute Resistance Exercise with Different Volume on Plasma Interleukin-6 Response. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2019; 6(2): 79-85.



## مقدمه

عضله اسکلتی فراوان‌ترین بافت بدن در افراد بزرگسال غیر چاق است و تقریباً ۴۰ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهد. این عضلات قادر به ارتباط با سایر اندام‌ها از طریق پپتیدهای ترشحی است که میوکاین‌ها نامیده می‌شوند (۱). اینترلوکین-۶ (IL-6) اولین میوکاینی است که مشخص شد توسط عضله اسکلتی تولید و در جریان خون آزاد می‌شود و نیز بیش از سایر میوکاین‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است (۲) و اعتقاد بر این است که نقش مهم و شاید حیاتی در رشد عضلانی و همچنین نقش‌های تنظیمی در سیستم ایمنی و متابولیسم ایفا می‌کند (۳-۵). IL-6 یک سایتوکاین است که توسط چندین بافت از قبیل عضله اسکلتی، بافت چربی و سلول‌های ایمنی در بدن تولید می‌شود. میوکاین اینترلوکین-۶ دارای اهمیت زیادی برای عملکرد عضله در طی انقباض است، در حالی که اگر ادیوکاین IL-6 به طور مزمن بالا باشد می‌تواند نشانه التهاب مزمن بوده و مقاومت به انسولین در عضله ایجاد کند (۶). IL-6 در گردش خون هنگام ورزش پیش از سایر سایتوکاین‌ها ظهور کرده و مقدار آزاد شدنش نیز به مراتب بیشتر است. در ابتدا تصور می‌شد که تخریب عضلانی میانجی اصلی پاسخ IL-6 است. با توجه به اینکه تخریب بافت عضله یک آشار التهابی به راه می‌اندازد، این امر منطقی به نظر می‌رسید، اما شواهد جدید نشان داد که تخریب عضلانی برای آزاد شدن IL-6 ناشی از فعالیت ورزشی ضروری نیست. در عوض، فعالیت ورزشی مقاومتی که موجب تخریب عضلانی شود باعث تاخیر در اوج افزایش IL-6 شده و پس از آن کاهش آهسته‌تر IL-6 پلاسما در طی ریکاوری مشاهده می‌شود (۷).

تمرین مقاومتی، با عناوینی همچون تمرین با وزنه یا تمرین قدرتی، یکی از محبوب‌ترین شیوه‌های تمرین برای افزایش آمادگی جسمانی و نیز برای آماده سازی ورزشکاران است و همچنین دارای اثرات زیادی بر سلامت و پیشگیری از بسیاری از بیماری‌ها می‌باشد (۸). شناخت اثر فعالیت ورزشی مقاومتی بر ترشح میوکاین‌ها می‌تواند به بهینه کردن برنامه‌های فعالیت ورزشی مقاومتی برای اهداف مختلف کمک کند. نتایج تحقیقات در مورد پاسخ IL-6 به فعالیت ورزشی حاد مقاومتی ضد و نقیض است. برخی تحقیقات نشان داده‌اند تمرین مقاومتی باعث بروز پاسخ‌های حاد و مزمن بر ترشح IL-6 می‌شود و این پاسخ‌ها تحت تاثیر متغیرهای فعالیت ورزشی مقاومتی قرار می‌گیرند (۹-۱۱). برخی تحقیقات هم نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی حاد مقاومتی باعث تغییر در IL-6 پلاسما نمی‌شود (۱۲ و ۱۳). متغیرهای اصلی تجویز فعالیت ورزشی مقاومتی شامل؛ شدت بار، حجم فعالیت ورزشی، تناوب استراحتی بین ست‌ها، ترتیب حرکات، سرعت حرکت و تناوب فعالیت ورزشی است (۸). به منظور طراحی برنامه‌های تمرین مقاومتی، شدت و حجم تمرین از اهمیت بیش‌تری نسبت به سایر متغیرها برخوردار هستند. همواره ثابت شده است که پروتکل‌های تمرین مقاومتی حاد و طولانی مدت که دارای حجم بیش‌تری هستند پاسخ‌های متفاوتی نسبت به پروتکل‌های کم حجم تر بر هایپرتروفی عضلانی (۱۴-۱۵)، کسب قدرت، ترشح هورمون-

های آنابولیک و استرس متابولیک دارند (۱۶). با توجه به اثرات بسیار زیاد و مفید IL-6 بر روی سلامتی انسان، مانند کاهش بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های روماتیسمی، بیماری‌های متابولیک، سرطان و ... و همچنین رشد عضلات و تاندون‌ها، ضروری است که نحوه پاسخ آن در انواع محرک‌های فعالیت ورزشی مقاومتی مورد بررسی قرار گیرد. مریبان و ورزشکاران اطلاعات زیادی از نحوه پاسخ IL-6 و سایر میوکاین‌ها برای بهینه‌سازی آزاد شدن این محرک‌ها در دست ندارند. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند به شناسایی پاسخ IL-6 به حجم فعالیت ورزشی مقاومتی که یکی از مهم‌ترین متغیرهای این نوع فعالیت ورزشی می‌باشد کمک می‌کند. طبق تحقیقات انجام شده در این زمینه، عظیمیان و همکاران (۱۳۹۴) با هدف مقایسه اثر شدت‌های یک جلسه فعالیت ورزشی ترکیبی بر میزان اینترلوکین-۶ و فاکتور نکروز تومور آلفای مردان فعال مطالعه-ای انجام دادند. در این تحقیق ۱۰ مرد فعال فعالیت ورزشی ترکیبی (ابتدا بخش هوازی سپس مقاومتی) را در سه شدت کم، متوسط و زیاد انجام دادند. قبل، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد از هر جلسه فعالیت خونگیری بعمل آمد. نتایج نشان داد، هیچ یک از اثرات زمان نمونه‌گیری، شدت فعالیت و اثر تعاملی زمان نمونه‌گیری × شدت فعالیت مقادیر اینترلوکین-۶، فاکتور نکروز تومور آلفا و گلوکز در پایان جلسات فعالیت ترکیبی در شدت‌های مختلف تغییر معنی دار پیدا نکرد. نتایج تحقیق نشان داد فعالیت ترکیبی حاد در شدت‌های مختلف با برابر سازی هزینه انرژی تا ۳۰۰ کیلوکالری در بخش هوازی و برابری بار کار در بخش مقاومتی بر میزان اینترلوکین-۶ و فاکتور نکروز تومور آلفا مردان فعال تاثیر چندانی ندارد (۱۷). کورنیش و همکاران (۲۰۱۷) با هدف شناسایی اثر سه شدت مختلف فعالیت ورزشی مقاومتی حاد بر آزاد شدن IL-6 و میوگلوبین گردش خون در افراد سالمند (بیش از ۶۵ سال) پژوهشی را انجام دادند. یازده مرد سالمند در یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی، ۶ تمرین ورزشی را با شدت‌های مختلف (۱۴۴ تکرار در ۶۰٪، ۱۲۰ تکرار با ۷۲٪ و ۱۰۸ تکرار را با ۸۰٪ یک تکرار بیشینه) انجام دادند. نمونه‌های خونی در قبل، بلافاصله بعد، ۳۶، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از فعالیت ورزشی گرفته شده. نتایج نشان داد غلظت IL-6 خون هیچ‌گونه تغییری نسبت به سطح پایه در تمام زمان‌ها پیدا نکرد (۱۲). اولیور و همکاران (۲۰۱۶) با هدف مقایسه پاسخ حاد سایتوکاین‌ها و نیمرخ کینتیک و کینماتیک فعالیت ورزشی اسکوات پشت به روش سنتی و ست خوشه‌ای در مردان دارای سابقه تمرین مقاومتی پژوهشی را به صورت یک طرح متقاطع تصادفی انجام دادند. بدین منظور ۱۰ نفر مرد شرکت کردند و دو جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی (سنتی و ست خوشه ای) با فاصله ۷ روز انجام دادند. نمونه‌های خونی در قبل، بلافاصله بعد، ۳۰ دقیقه، ۶۰ دقیقه، ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت پس از هر جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد از زمان‌های بلافاصله تا ۶۰ دقیقه IL-6 افزایش یافت، اما در ۲۴ و ۴۸ ساعت نسبت به مقدار پایه تغییر معنی داری وجود نداشت (۱۸). علیرغم تحقیقات انجام شده در مورد تاثیر فعالیت ورزشی مقاومتی بر اینترلوکین-۶، تاکنون پژوهشی به مقایسه حجم‌های مختلف فعالیت

استراحت بین ست‌ها و... مشابه بود و تفاوت تنها در تعداد ست‌ها بود، بدین صورت که گروه حجم کمتر هر فعالیت ورزشی را در یک ست با ۱۰ تکرار انجام داند و گروه حجم بیشتر هر فعالیت ورزشی را در سه ست با ۱۰ تکرار انجام دادند.

جدول ۱: برنامه تمرینی

فعالیت ورزشی مقاومتی	گروه حجم کمتر (ست×تکرار)	گروه حجم بیشتر (ست×تکرار)
اسکوات	(۱۰×۱)	(۱۰×۳)
لیفت زانو صاف	(۱۰×۱)	(۱۰×۳)
لانگز	(۱۰×۱)	(۱۰×۳)
پرس سینه هالتر	(۱۰×۱)	(۱۰×۳)
لیت پول	(۱۰×۱)	(۱۰×۳)
پرس نظامی	(۱۰×۱)	(۱۰×۳)

شدت فعالیت ورزشی ۱۰ تکرار بیشینه، فاصله استراحت بین هر ست و فعالیت ورزشی ۹۰ ثانیه، مدت زمان حرکت درونگرا ۱ ثانیه و برون گرا ۲ ثانیه بود که توسط مترونوم کنترل شد (۸). حرکات و ترتیب آن‌ها در جدول ۱ آمده است.

**روش‌های آماری:** به منظور محاسبه میانگین و انحراف معیار متغیرها مطالعه از آمار توصیفی استفاده شد. همچنین، جهت آزمون فرضیه‌های پژوهش، آمار استنباطی آنوای دو طرفه با اندازه‌گیری مکرر مورد استفاده قرار گرفت. کلیه محاسبات آماری با نرم افزار spss 17 و در سطح معناداری  $p < 0.05$  انجام شد.

#### یافته‌ها

یافته‌های مربوط به میانگین و انحراف معیار اینترلوکین-۶ پلاسما می‌آزمودنی‌ها در دو روش حجم کمتر و حجم بیشتر در زمان‌های قبل از فعالیت ورزشی، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد در نمودار ۱ ارائه شده است.

جدول ۲: مشخصات آزمودنی‌ها

سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن بدن (kg)	BMI (kg.m <sup>-2</sup> )
± ۱/۲۷	± ۳/۵۸	۶۳/۱۵ ± ۹/۸۰	± ۳/۴۱
۲۵/۵۰	۱۶۴/۱۰		۲۳/۴۳

ورزشی مقاومتی حاد بر روی این سایتوکاین نبرداخته است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر تاثیر حجم‌های مختلف فعالیت ورزشی مقاومتی بر پاسخ اینترلوکین-۶ پلاسما می‌باشد.

#### روش پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح اندازه‌گیری مکرر است، که در آن افراد دو روش فعالیت ورزشی را به صورت کانتربالانس انجام دادند. جامعه آماری این پژوهش شامل تمام دانشجویان فعال دختر دانشگاه شهید چمران اهواز در سال تحصیلی ۹۵-۹۶ بودند. آزمودنی‌های این مطالعه شامل ۱۰ نفر از دانشجویان فعال بودند که به صورت منظم در فعالیت‌های ورزشی شرکت می‌کردند و پس از توضیح اهداف، شیوه اجرا، مدت زمان تحقیق، مزایا و خطرات احتمالی و کسب رضایت نامه آگاهانه، داوطلبانه در پژوهش حاضر شرکت کردند. سپس طی جلسه آشناسازی نحوه انجام صحیح فعالیت ورزشی به آن‌ها آموزش داده شد و سپس دو جلسه غیر متوالی برای تمرین بیشتر و کاهش اثر یادگیری در نتایج آزمون‌های ورزشی برای آن‌ها تدارک دیده شد. یک هفته بعد از آخرین جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی ابتدا شاخص‌های آنتروپومتریک که شامل قد، وزن، سن اندازه‌گیری شد و سپس آزمون ۱۰ تکرار بیشینه از آن‌ها گرفته شد. فعالیت ورزشی مقاومتی با دو حجم متفاوت در دو جلسه متفاوت و با یک هفته فاصله انجام شد. بدین صورت که در جلسه اول تعیین افرادی که باید تمرین با حجم کم یا با حجم زیاد را انجام دهند به صورت تصادفی (به منظور کاهش سوگیری در انتخاب آزمودنی‌ها) انتخاب شدند که ۷ نفر برای تمرین با حجم کم و ۳ نفر برای تمرین با حجم زیاد با انجام قرعه کشی انتخاب شدند. در جلسه دوم انجام فعالیت مقاومتی به طور معکوس (۳ نفر برای تمرین با حجم کم و ۷ نفر برای تمرین با حجم زیاد) انجام گرفت.

نمونه‌گیری خونی در هر جلسه در زمان‌های قبل از شروع فعالیت ورزشی، بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی، از ورید بازویی (۵ میلی لیتر) و در حالت نشسته انجام شد. نمونه‌های خونی بدست آمده بلافاصله به لوله‌ها حاوی ماده ضد انعقاد EDTA<sup>۱</sup> منتقل و در جای خنک نگهداری شد و سپس با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس پلاسماي خون با پیپت یک بار مصرف جمع‌آوری و به میکروتیوب منتقل شد و الیکوت‌ها تا زمان انجام الایزا در فریز -۷۰ درجه سانتیگراد نگهداری شد. برای اندازه‌گیری غلظت IL-6 از کیت IBL International GmbH (BE53061) ساخت کشور آلمان استفاده شد.

**پروتکل‌های فعالیت ورزشی مقاومتی:** در مطالعه حاضر پس از گرم کردن عمومی که شامل ۵ دقیقه دویدن نرم و ۱۰ دقیقه فعالیت ورزشی کششی پویا بود، فعالیت ورزشی اصلی که شامل فعالیت ورزشی‌های مقاومتی چند مفصله و به صورت کل بدن بود، انجام شد. در هر دو گروه فعالیت ورزشی‌ها از نظر نوع، شدت، فاصله

<sup>۱</sup> Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)



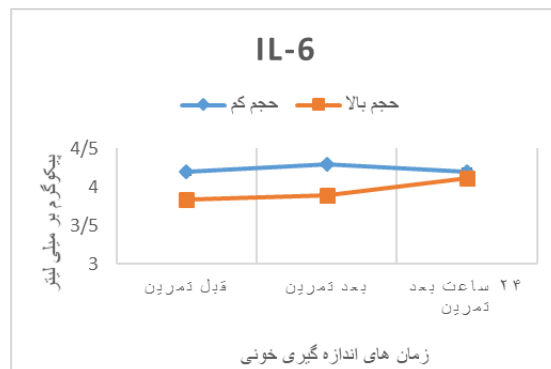
مقاومتی را بر پاسخ IL-6 مورد بررسی قرار داده است. به هر روی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هر دو پروتکل فعالیت ورزشی مقاومتی نتوانسته‌اند باعث تغییر در غلظت IL-6 پلاسما در زمان‌های بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت ورزشی شوند.

نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه کورنیش و همکاران که اثر سه شدت مختلف فعالیت ورزشی مقاومتی حاد بر آزاد شدن IL-6 و میوگلوبین گردش خون در افراد سالمند (بیش از ۶۵ سال) را مورد بررسی قرار داده‌اند مشابه بود. آن‌ها ۶ فعالیت ورزشی را با شدت‌های مختلف (۱۴۴ تکرار در ۶۰٪، ۱۲۰ تکرار با ۷۲٪ و ۱۰۸ تکرار با ۸۰٪ یک تکرار بیشینه) انجام دادند. نتایج نشان داد غلظت IL-6 خون هیچگونه تغییری نسبت به سطح پایه در تمام زمان‌ها پیدا نکرده است. آن‌ها دلیل عدم تغییر در IL-6 را سن بالای آزمودنی‌ها بیان کردند (۱۲). زیرا برخی مطالعات نشان داده‌اند که در افراد سالمند نسبت به افراد جوان در پاسخ به ورزش IL-6 کمتری آزاد می‌شود (۲۱-۱۹). همسان با نتایج ما پیریا و همکاران که مطالعه‌ای را بر روی زنان مبتلا به سندروم متابولیک و زنان سالم انجام دادند، علیرغم بالاتر بودن سطوح پایه IL-6 در زنان مبتلا به سندرم متابولیک، نشان دادند فعالیت ورزشی مقاومتی حاد تاثیری بر افزایش IL-6 و سایر سایتوکاین‌های پیش التهابی ندارد (۲۲). یوچیدا و همکاران نیز که ۴ شدت مختلف فعالیت ورزشی پرس سینه را در سربازانی که به طور منظم فعالیت ورزشی بدنی نظامی داشتند با هم مقایسه کرده‌اند نیز در هیچ یک از گروه‌ها و زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت ورزشی افزایش IL-6 را مشاهده نکردند که نتایج مطالعه حاضر را تایید می‌کند (۱۳). پرستسو همکاران (۲۰۰۹) نیز مشابه با نتایج مطالعه حاضر تغییر معنی داری در IL-6 پلاسما در زمان‌های بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی حاد مقاومتی مشاهده نکردند، اما در زمان ۴۸ ساعت بعد IL-6 به طور معنی داری نسبت به قبل از فعالیت ورزشی کاهش یافت. همچنین مطالعات پیکه و همکاران (۲۰۰۶) و هیروس و همکاران (۲۰۰۴) نیز نتایج مطالعه حاضر را مورد تایید قرار می‌دهند (۲۳).

مطالعه حاضر با نتایج پژوهش اولیور و همکاران که دو سیستم فعالیت ورزشی مقاومتی سنتی و ستهای خوشه‌ای را در مردان دارای سابقه فعالیت ورزشی مقاومتی انجام دادند مخالف بود. آن‌ها تغییرات IL-6 را در قبل، بلافاصله بعد، ۳۰ دقیقه، ۶۰ دقیقه، ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت پس از جلسات فعالیت ورزشی مقاومتی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد از زمان‌های بلافاصله تا ۶۰ دقیقه IL-6 افزایش یافت. اما همسو با نتایج ما در ۲۴ و ۴۸ ساعت نسبت به مقدار پایه تغییر معنی داری وجود نداشت (۱۸). در این مطالعه از افراد فعال استفاده شد. همچنین روسی و همکاران که به بررسی تاثیر تناوب‌های استراحتی کوتاه و متوسط بر عملکرد، پاسخ التهابی و متابولیک به فعالیت ورزشی حاد مقاومتی وامانده ساز در بزرگسالان سالم و دارای سابقه بیش از ۶ ماه فعالیت ورزشی مقاومتی پرداخته بودند. آن‌ها پاسخ IL-6 را در قبل، بلافاصله، ۱۵ و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت ورزشی مورد آزمایش قرار دادند. مخالف با مطالعه حاضر، IL-6 بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی مقاومتی با فاصله استراحت ۹۰ ثانیه‌ای افزایش داشت و همچنین در دقیقه ۱۵ و ۳۰ بعد از فعالیت ورزشی کاهش معنی دار داشت. اما همانند مطالعه حاضر در فاصله استراحت ۳۰ ثانیه‌ای در زمان بلافاصله پس از فعالیت ورزشی افزایش معنی دار نداشت (۱۱). متضاد با مطالعه حاضر، ایپالاین و همکاران که به مقایسه پاسخ حاد ایمنی به یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی نوع حداکثر قدرت و نوع هایپرتروفی مطالعه‌ای در قبل، بلافاصله بعد، ۱۵ و ۳۰ دقیقه بعد از هر جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی در افراد فعال پرداخته

یافته‌های مربوط به میانگین و انحراف معیار اینترلوکین-۶ پلاسمای آزمودنی‌ها در دو روش حجم کمتر و حجم بیشتر در زمان‌های قبل از فعالیت ورزشی، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد در نمودار ۱ ارائه شده است.

نمودار ۱: میانگین و انحراف معیار اینترلوکین-۶ پلاسمای آزمودنی‌ها طی دو روش فعالیت ورزشی مقاومتی در زمان‌های مختلف



در ادامه طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد توزیع داده‌های بدست آمده نرمال می‌باشد ( $P > 0.05$ ).

نتایج آزمون Anova با اندازه‌گیری مکرر با شرط کرویت موخلی نشان داد که هیچ کدام از اثرات زمان اندازه‌گیری، اثر حجم فعالیت ورزشی و اثر تعاملی حجم فعالیت ورزشی و زمان اندازه‌گیری برای متغیر IL-6 معنی‌دار نبود (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج آزمون Anova با اندازه‌گیری مکرر (جهت بررسی تغییرات IL-6 در سه زمان قبل، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت)

متغیر	DF	F	P-value	Partial eta <sup>2</sup>
اثر زمان اندازه‌گیری	۲	۰/۲۲	۰/۸۰	۰/۰۱
اثر حجم فعالیت ورزشی	۱	۱/۴۸	۰/۲۳	۰/۰۷
اثر تعامل حجم فعالیت ورزشی در زمان	۲	۰/۳۰	۰/۷۳	۰/۰۱

### بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که قبلاً بیان گردید، هدف از تحقیق حاضر مقایسه اثر حجم‌های مختلف فعالیت ورزشی مقاومتی حاد بر اینترلوکین-۶ پلاسمای دختران دانشجوی فعال بوده است. جهت پی بردن به این هدف فرضیه‌هایی مورد آزمایش قرار گرفتند که در این بخش نخست نتایج حاصل را با سایر تحقیقات مشابه مقایسه و بررسی می‌کنیم و سپس مکانیسم‌های احتمالی که ممکن است نتایج حاصله ناشی از آن‌ها باشد مورد بحث قرار می‌دهیم.

پژوهش حاضر اثر یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی با حجم کمتر (فعالیت ورزشی به صورت تک ستی) و حجم بیشتر (فعالیت ورزشی به صورت سه ستی) را بر پاسخ IL-6 پلاسما مورد بررسی قرار داد. تا آن جایی که اطلاع داریم مطالعه حاضر اولین مطالعه در دنیا است که اثر حجم فعالیت ورزشی



ایمونولوژی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز نهایت تشکر و قدردانی را می نمایند.

### تقدیر و تشکر

بدین وسیله نویسندگان مراتب سپاس خویش را از همکاری کلیه کسانی که به نوعی در انجام مطالعه نقش داشته اند، اعلام می دارند.

### تعارض منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابل از انتشار آن ندارند.

### منابع

- 1- Pedersen, B. K. (2011). Muscles and their myokines. *Journal of Experimental Biology*, 214(2), 337-346.
- 2- Pedersen, B. K. (2016). Myokines and Metabolism. *Metabolic Syndrome: A Comprehensive Textbook*, 541-54.
- 3- Schoenfeld, B. (2016). Science and development of muscle hypertrophy. *Human Kinetics*.
- 4- Serrano, AL, Baeza-Raja, B, Perdiguero, E, Jardi, M, and Munoz-Canoves, P. Interleukin-6 is an essential regulator of satellite cell-mediated skeletal muscle hypertrophy. *Cell Metab*. 7: 33-44, 2008.
- 5- Benatti, F. B., & Pedersen, B. K. (2015). Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases—myokine regulation. *Nature reviews rheumatology*, 11(2), 86.
- 6- Li, F., Li, Y., Duan, Y., Hu, C. A. A., Tang, Y., & Yin, Y. (2017). Myokines and adipokines: Involvement in the crosstalk between skeletal muscle and adipose tissue. *Cytokine & growth factor reviews*, 33, 73-82.
- 7- Pedersen, B. K. (2011). Muscles and their myokines. *Journal of Experimental Biology*, 214(2), 337-346.
- 8- Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). Designing resistance training programs, 4E. *Human Kinetics*.
- 9- Forti, L. N., Van Roie, E., Njemini, R., Coudyzer, W., Beyer, I., Delecluse, C., & Bautmans, I. (2017). Effects of resistance training at different loads on inflammatory markers in young adults. *European journal of applied physiology*, 117(3), 511-519.
- 10- Ihalainen, J., Walker, S., Paulsen, G., Häkkinen, K., Kraemer, W. J., Hämmäläinen, M., ... & Mero, A. A. (2014). Acute leukocyte, cytokine and adipocytokine responses to maximal and hypertrophic resistance exercise bouts. *European journal of applied physiology*, 114(12), 2607-2616.
- 11- Rossi, F. E., Gerosa-Neto, J., Zanchi, N. E., Cholewa, J. M., & Lira, F. S. (2016). Impact of Short and Moderate Rest Intervals on the Acute Immunometabolic Response to Exhaustive Strength Exercise: Part I. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(6), 1563-1569.
- 12- Cornish, S. M., Chase, J. E., Bugera, E. M., & Giesbrecht, G. G. (2017). Systemic IL-6 and Myoglobin Response to Three Different Resistance Exercise Intensities in Older Men. *Journal of aging and physical activity*, 1-23.
- 13- Uchida, M. C., Nosaka, K., Ugrinowitsch, C., Yamashita, A., Martins Jr, E., Moriscot, A. S., & Aoki, M. S. (2009). Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *Journal of sports sciences*, 27(5), 499-507.

بودند. آن‌ها نتیجه گرفتند در هر دو نوع فعالیت ورزشی IL-6 پلاسما به طور معنی‌داری در همه زمان‌ها افزایش پیدا کرد اما بین دو گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (۱۰). فیلیپس و همکاران نیز که تاثیر شدت‌های فعالیت ورزشی مقاومتی حاد، بر پاسخ اینترلوکین-۶ را مورد بررسی قرار داده بودند، نشان دادند که IL-6 بعد از فعالیت ورزشی در زمان‌های بلافاصله و ۶۰ دقیقه بعد از فعالیت ورزشی در هر دو گروه افزایش یافت اما در گروه با شدت کمتر، افزایش بیش‌تری داشت، که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. در این مطالعه از افراد فعال استفاده شده بود (۲۴).

مقدار آزاد شدن IL-6 از عضلات اسکلتی پس از ورزش به چندین عامل بستگی دارد. مدت زمان ورزش یکی از مهم‌ترین عواملی است که مقدار پاسخ IL-6 گردش خون را تعیین می‌کند. هر چه زمان ورزش طولانی‌تر باشد، پاسخ IL-6 گردش خون بیش‌تر خواهد بود (۲۵). در مطالعه حاضر مدت زمان فعالیت ورزشی مقاومتی با حجم کمتر حدود ۳۵ دقیقه و فعالیت ورزشی مقاومتی با حجم بیش‌تر حدود ۵۰ دقیقه طول کشیده است که زمان‌های نسبتاً کوتاهی می‌باشند، لذا می‌توان یکی از دلایل عدم تغییر در پاسخ IL-6 در این مطالعه را مدت زمان کم فعالیت ورزشی دانست. پاسخ IL-6 همچنین به شدت ورزش نیز حساس است (۲۶) که در مطالعه حاضر از شدت متوسط استفاده شده بود. عامل تعیین‌کننده دیگر برای افزایش IL-6 در طی ورزش مقدار گلیکوژن عضله و بنابراین وضعیت فعالیت ورزشی مقاومتی عضله است. هم بیان mRNA درون عضلانی IL-6 (۲۷) و آزاد شدن پروتئین IL-6 (۲۸) به طور قابل توجهی در هنگامی که گلیکوژن درون عضلانی کم است افزایش می‌یابد، که نشان دهنده‌ی این است که تولید IL-6 نه تنها به ورزش، بلکه به محتوای گلیکوژن نیز بستگی دارد. با توجه به اینکه سطح گلیکوژن عضله در افراد فعال در مقایسه با افراد فعالیت غیر فعال بیش‌تر است (۲۵)، لذا ممکن است یکی از دلایل احتمالی عدم تغییر در IL-6 در مطالعه حاضر وضعیت فعالیت ورزشی مقاومتی آزمودنی‌ها باشد، زیرا همه آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این مطالعه از نظر فعالیت در سطح مطلوب بودند.

عامل دیگر وضعیت تغذیه قبل از فعالیت ورزشی است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که رژیم غذایی که دارای مقدار انرژی کافی و مقادیر زیاد کربوهیدرات (۶۰٪) قبل از ورزش دارای قابلیت کاهش تخلیه ذخایر گلیکوژن است و در نتیجه پاسخ IL-6 پس از ورزش را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۲۹). این مطابق با این مفهوم است که آزاد شدن IL-6 از عضله اسکلتی با در دسترس بودن گلیکوژن عضله در ارتباط است (۲۱) و اینکه غلظت IL-6 خون پس از ورزش به طور معکوس با غلظت گلیکوژن عضله اسکلتی در ارتباط است (۳۰) به طوری که برای اثرگذاری ورزش بر آن باید مدت و شدت ورزش به اندازه‌ای بزرگ باشد تا کاهش غلظت گلیکوژن عضله اسکلتی را باعث شود (۲۹). از آنجایی که آزمودنی‌های مطالعه حاضر همگی ۲ ساعت قبل از شروع فعالیت ورزشی یک وعده غذایی استاندارد مصرف کرده بودند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت یکی از دلایل احتمالی عدم تغییر در غلظت IL-6 پلاسما شرایط تغذیه قبل از فعالیت ورزشی بوده است.

### سپاسگزاری

مطالعه حاضر حاصل از رساله کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی در دانشگاه شهید چمران اهواز بوده است. نویسندگان از کلیه افرادی که در این پژوهش همکاری لازم را داشته اند، بخصوص پرسنل محترم آزمایشگاه

- glycogen content. *The FASEB Journal*, 15(14), 2748-2750.
- 28- Steensberg, A., Febbraio, M. A., Osada, T., Schjerling, P., Hall, G., Saltin, B., & Pedersen, B. K. (2001). Interleukin-6 production in contracting human skeletal muscle is influenced by pre-exercise muscle glycogen content. *The Journal of physiology*, 537(2), 633-639.
  - 29- Hennigar, S. R., McClung, J. P., & Pasiakos, S. M. (2017). Nutritional interventions and the IL-6 response to exercise. *The FASEB Journal*, 31(9), 3719-3728.
  - 30- Nieman, D. C., Zwetsloot, K. A., Meaney, M. P., Lomiwes, D. D., Hurst, S. M., & Hurst, R. D. (2015). Post-exercise skeletal muscle glycogen related to plasma cytokines and muscle IL-6 protein content, but not muscle cytokine mRNA expression. *Frontiers in nutrition*, 2, 27.
  - 14- Wolfe, B. L., Lemura, L. M., & Cole, P. J. (2004). Quantitative analysis of single-vs. multiple-set programs in resistance training.
  - 15- Krieger, J. W. (2010). Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 1150-1159.
  - 16- HOFFMAN, J. R., IM, J., RUNDELL, K. W., Kang, J. I. E., NIOKA, S., SPEIRING, B. A., ... & CHANCE, B. (2003). Effect of muscle oxygenation during resistance exercise on anabolic hormone response. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(11), 1929-1934.
  - 17- Azimiyan, I. Ranjbar, R. Shakeriyan, S. Habibi, A. Ghaforiyan, M. Compare the effect of acute combined exercise on (TNF $\alpha$ ) & (IL-6) response in active men. *Journal of sport physiology (research in exercise science)*, 7(28), 87-102.
  - 18- Oliver, J. M., Jenke, S. C., Mata, J. D., Kreutzer, A., & Jones, M. T. (2016). Acute effect of cluster and traditional set configurations on myokines associated with hypertrophy. *International journal of sports medicine*, 37(13), 1019-1024.
  - 19- Moon, M. K., Cho, B. J., Lee, Y. J., Choi, S. H., Lim, S., Park, K. S., ... & Jang, H. C. (2012). The effects of chronic exercise on the inflammatory cytokines interleukin-6 and tumor necrosis factor- $\alpha$  are different with age. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(4), 631-636.
  - 20- Hamada, K., Vannier, E., Sacheck, J. M., Witsell, A. L., & Roubenoff, R. (2005). Senescence of human skeletal muscle impairs the local inflammatory cytokine response to acute eccentric.
  - 21- Jung, S., Ahn, N., Kim, S., Byun, J., Joo, Y., Kim, S., ... & Kim, K. (2015). The effect of ladder-climbing exercise on atrophy/hypertrophy-related myokine expression in middle-aged male Wistar rats. *The Journal of Physiological Sciences*, 65(6), 515-521.
  - 22- Pereira, G. B., Tibana, R. A., Navalta, J., Sousa, N. M., Córdova, C., Souza, V. C., ... & Perez, S. E. (2013). Acute effects of resistance training on cytokines and osteoprotegerin in women with metabolic syndrome. *Clinical physiology and functional imaging*, 33(2), 122-130.
  - 23- Prestes, J., Shiguemoto, G., Botero, J. P., Frollini, A., Dias, R., Leite, R., ... & Perez, S. (2009). Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. *Journal of sports sciences*, 27(14), 1607-1615.
  - 24- Phillips, M. D., Mitchell, J. B., Currie-Elolf, L. M., Yellott, R. C., & Hubing, K. A. (2010). Influence of commonly employed resistance exercise protocols on circulating IL-6 and indices of insulin sensitivity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 1091-1101.
  - 25- Fischer, C. P. (2006). Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance. *Exerc immunol rev*, 12(6-33), 41.
  - 26- Ostrowski, K., Schjerling, P., & Pedersen, B. K. (2000). Physical activity and plasma interleukin-6 in humans—effect of intensity of exercise. *European journal of applied physiology*, 83(6), 512-515.
  - 27- Keller, C., Steensberg, A., Pilegaard, H., Osada, T., Saltin, B., Pedersen, B. K., & Neufer, P. D. (2001). Transcriptional activation of the IL-6 gene in human contracting skeletal muscle: influence of muscle