

# اثر تمرینات استقامتی، قدرتی و موازی بر مقادیر اینترلوکین-۶ و کورتیزول پلاسمای مردان تمرین نکرده

علی گُزی<sup>۱</sup>

امید مهرابی<sup>۲</sup>

حمید آقاعلی نژاد<sup>۳</sup>

احمد رحمانی<sup>۴</sup>

آقاعلی قاسمیان<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۳/۱۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۵/۱۲

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر ۱۰ هفته تمرین استقامتی، قدرتی و موازی بر میزان اینترلوکین-۶ و کورتیزول پلاسمای مردان تمرین نکرده بود. به همین منظور، تعداد ۳۸ آزمودنی مرد سالم (با میانگین سنی  $21 \pm 24/89$  سال و میانگین قد  $175/87 \pm 6/52$  سانتی متر و وزن  $71/98 \pm 9/33$  کیلوگرم) به صورت تصادفی در گروه های تمرین استقامتی ( $n=10$ )، قدرتی ( $n=9$ )، موازی ( $n=10$ ) و کنترل ( $n=9$ ) جایگزین شدند. آزمودنی ها هفته ای سه جلسه به تمرین دویدن بر روی نوارگردان، تمرینات قدرتی با وزنه های آزاد و یا ترکیبی از این دو (تمرین قدرتی در ابتدای جلسه) پرداختند. پس از ۱۰ هفته تمرین، افزایش معناداری در قدرت بیشینه حرکات اسکوات و پرس سینه در گروه های قدرتی و موازی مشاهده شد ( $P=0.00$ ). افزایش مشابهی نیز در  $\dot{V}O_2 \max$  گروه های استقامتی و موازی ملاحظه گردید ( $P=0.00$ ). تمرینات استقامتی منجر به تغییر معناداری در سطوح پلاسمایی اینترلوکین-۶ ( $p=0.107$ ) و کورتیزول ( $p=0.38$ ) نشد. تمرینات قدرتی نیز تأثیر معناداری بر سطوح پلاسمایی اینترلوکین-۶ نداشت ( $p=0.630$ )، اما موجب افزایش معناداری در سطوح پلاسمایی کورتیزول شد ( $p=0.001$ ). در نتیجه اجرای تمرینات موازی هم تغییرات معناداری در سطوح پلاسمایی اینترلوکین-۶ مشاهده نگردید ( $p=0.162$ ) و سطوح پلاسمایی کورتیزول نیز افزایش غیرمعناداری داشت ( $p=0.38$ ). با این حال، تنها تفاوت تغییرات (D) در میزان اینترلوکین-۶ گروه موازی

E-mail:Ali\_gorzi@znu.ac.ir

<sup>۱</sup> دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران (نویسنده مسئول)

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، آموزش و پرورش مازندران، مازندران، ایران

<sup>۳</sup> دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

<sup>۴</sup> استادیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

<sup>۵</sup> استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

به صورت معناداری پایین تر از گروه کنترل بود ( $0.71 \pm 1.475$  در مقابل  $0.855 \pm 1.31$ ) ( $p=0.016$ ). در مجموع، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزودن تمرین قدرتی به برنامه تمرین استقامتی به عنوان عامل منحل در عملکرد دستگاه ایمنی افراد تمرین نکرده مطرح نیست و حتی می تواند در بهبود آن مؤثر باشد.

**واژگان کلیدی:** اینترلوکین-6، کورتیزول، تمرین استقامتی، تمرین قدرتی و تمرین موازی

انواع ورزش‌ها و فعالیت‌های بدنی، دستگاه‌های انرژی مختلفی را درگیر می‌کنند و موجب سازگاری‌های متفاوتی می‌شوند. تمرینات استقامتی موجب ایجاد برخی سازگاری‌های فیزیولوژیکی مانند افزایش آنزیم‌های اکسایشی، چگالی مویرگی، چگالی میتوکندریایی، توان هوازی بیشینه ( $\dot{V}O_2 \max$ ) و کارایی دستگاه قلبی عروقی می‌گردد که بهبود و حفظ فعالیت‌های هوازی بلندمدت را در پی دارد. در مقابل، تمرینات قدرتی موجب افزایش توده عضلانی، افزایش پروتئین‌های انقباضی و در نتیجه افزایش قدرت عضلانی می‌شود. تمرین موازی، تمرین همزمان چند دستگاه تولید انرژی و اجرای موازی چند نوع تمرین (مانند تمرینات قدرتی و استقامتی) را دربر می‌گیرد. امروزه بسیاری از ورزشکاران و کسانی که به دنبال بهبود ترکیب بدنی خود هستند، از این نوع تمرینات استفاده می‌کنند (کرایمر و هاکینن، ۲۰۰۲:۱۲۱). بنابراین، طراحی یک برنامه تمرینی بهینه و مناسب برای رسیدن به اهداف مورد نظر هر فرد در زمینه آمادگی جسمانی حائز اهمیت است. با این حال، روش‌های تمرینی مختلف می‌تواند عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن از جمله دستگاه ایمنی را دستخوش تغییر نماید و پاسخ‌های ایمنی غدد درون‌ریز را برانگیزد. یکی از این پاسخ‌ها، رهایی کورتیزول است. کورتیزول، گلوکوکورتیکوئیدی است که به دنبال محرک‌های استرس‌زا آزاد می‌شود و اثرات ضدالتهابی را از خود نشان می‌دهد. پژوهش‌های انجام شده نشان داده‌اند که کورتیزول در توزیع مجدد سلول‌های ایمنی حین تمرین مداخله می‌کند (کاپس و همکاران، ۱۳۳:۱۹۸۲) و از پاسخ اولیه دستگاه ایمنی به التهاب می‌کاهد (شفارد و همکاران، ۱۶۳:۱۹۹۱). پروتئین دیگری که ادعا می‌شود در پاسخ ایمنوناندوکرینی دارای اهمیت است، اینترلوکین ۶ می‌باشد. این سایتوکین به وسیله سلول‌های مختلف ترشح می‌شود (کلر و همکاران، ۲۰۰۱: ۲۷۴۸) و در تنظیم متابولیسم انرژی و نیز در تحریک پاسخ‌های التهابی نقش دارد (سوزوکی و همکاران، ۲۰۰۰: ۲۸۱). این قبیل هورمون‌ها و عوامل عصبی می‌توانند عملکرد ایمنی را تحت تأثیر قرار دهند (کوهم و همکاران، ۲۰۰۱: ۴۸۷-مادن، ۲۰۰۳: ۵).

در مورد ارتباط تمرین و دستگاه ایمنی، فرض عمومی بر این است که تمرین با شدت و مدت متوسط موجب بهبود عملکرد ایمنی و در مقابل تمرین شدید و طولانی موجب سرکوب آن می‌شود (نیمن و همکاران، ۲۰۰۴، ص ۱۲۹۲ - پیجای و همکاران، ۲۰۰۳: ۲۲۵۵). مطالعات پیشین در مورد ورزش و عملکرد ایمنی، نتایج بسیار متفاوتی را ارائه داده‌اند که هنوز به‌طور کامل مورد تأیید قرار نگرفته است. یافته‌ها بیانگر اثر تضعیف‌کنندگی تمرینات استقامتی بر دستگاه

<sup>1</sup>. Interleukin-6

ایمنی (ریکاردی و همکاران، ۲۰۰۲: ۳۶۱ - ساینگ و همکاران، ۱۹۹۴: ۲۲۹۸) و اثر تقویت‌کنندگی تمرینات مقاومتی بر آن هستند (گلیسون و بی‌شاپ، ۲۰۰۵: ۴۴ - گوردون و همکاران، ۲۰۱۲: ۴۴۳، نیمن و همکاران، ۲۰۱۱: ۹۸۷). دوره‌های شدید تمرینی در ورزشکاران آماده نیز به سرکوب دستگاه ایمنی در وضعیت استراحتی منجر خواهد شد که ممکن است در اثر تجمع تأثیر تکرار وهله‌های فعالیت ورزشی شدید باشد که به افزایش هورمون استرس به ویژه کورتیزول و سایتوکاین‌های ضدالتهابی همچون IL-6 منجر می‌شود (استینس‌برگ و همکاران، ۲۰۰۲: ۲۷۲). این موضوع به جز در چند مورد استثنایی، طبیعت دوگانه پاسخ ایمنی نسبت به ورزش را نشان می‌دهد. با توجه به ماهیت دوگانه تمرین و این واقعیت که ورزشکاران استقامتی نیز علاوه بر تمرینات اختصاصی، از تمرینات مقاومتی مکمل نیز استفاده می‌کنند و یافته‌های موجود مبنی بر اثر تقویت‌کنندگی تمرینات مقاومتی بر دستگاه ایمنی (گلیسون و بی‌شاپ، ۲۰۰۵: ۴۴ - گوردون و همکاران، ۲۰۱۲: ۴۴۳)، در این پژوهش فرض ما بر این بود که تمرین موازی از برانگیختن پاسخ‌های شدید ایمنونانودوکرینی جلوگیری می‌کند. مطالعات اندکی پاسخ شاخص‌های التهابی و ایمنی ورزشکاران به تمرینات مختلف از جمله تمرینات موازی را بررسی کرده‌اند. لذا پژوهش حاضر اثر سه نوع تمرین استقامتی، قدرتی و موازی بر پاسخ ایمنی مردان تمرین‌نکرده را مورد بررسی قرار داده است.

## روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، از نوع نیمه‌تجربی است. جامعه آماری پژوهش را ۲۹۴۲ دانشجوی مرد ۲۳ تا ۲۸ ساله دانشگاه تربیت مدرس تشکیل می‌دادند. به همین منظور، فرم فراخوانی جهت شرکت در پژوهش در بین کلیه دانشجویان توزیع شد و با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته، ۴۸ دانشجوی غیرورزشکار سالم مرد که در ۶ ماه قبل از آغاز پژوهش حاضر هیچ‌گونه تمرین ورزشی منظمی در هیچ رشته ورزشی خاصی نداشتند، به صورت داوطلبانه به عنوان نمونه آماری پژوهش (با میانگین سنی  $24/89 \pm 1/21$  سال و میانگین قد  $175/87 \pm 6/52$  سانتی‌متر و وزن  $71/98 \pm 9/33$  کیلوگرم) انتخاب شدند (نمونه‌گیری در دسترس) و به صورت تصادفی در گروه‌های مورد مطالعه - استقامتی (۱۲ نفر)، قدرتی (۱۲ نفر)، موازی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) - قرار گرفتند. پس از ۱۰ هفته به دلایلی از قبیل آسیب‌دیدگی، بی‌علاقگی، مشکلات خانوادگی و ... تعداد آزمودنی‌ها در گروه‌های ۴ گانه کاهش یافت و در پس‌آزمون تعداد آزمودنی‌های هر گروه به صورت زیر در آمد: ۱- گروه استقامتی (۱۰ نفر)؛ ۲- گروه قدرتی (۹ نفر)؛ ۳- گروه موازی (۱۰ نفر)؛ ۴- گروه کنترل (۹ نفر).

ابتدا شاخص های قد، وزن و نمایه توده بدن اندازه گیری شد. برای محاسبه درصد چربی بدن نیز ابتدا ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه: سه سر، شکم و فوق خاصره آزمودنی ها با استفاده از کالیپر (MEIKOSHA، ساخت ژاپن) اندازه گیری و سپس محاسبه شد. برای اندازه گیری متغیرهای پژوهش از ابزارهای نوارگردان ( T 9700 HRT Vision Fitness، ساخت کشور آمریکا)، وزنه های آزاد تمرینی، ضربان سنج پولار (ساخت کشور فنلاند)، ضخامت سنج چربی (میکوشا، ساخت کشور ژاپن) و وسایل خون گیری استفاده شده است. توان هوازی آزمودنی ها نیز از طریق آزمون جورج اندازه گیری شد. کورتیزول پلاسمایی با استفاده از کیت الایزای مونوبایند (ساخت کشور آمریکا) و اینترلوکین-۶ با استفاده از کیت الایزای رندوکس<sup>۱</sup> (ساخت کشور انگلستان)، در آزمایشگاه مرکز تحقیقات ایمونولوژی، آسم و آلرژی دانشگاه علوم پزشکی تهران اندازه گیری شد.

برنامه تمرین گروه تمرین قدرتی و گروه تمرین موازی بر اساس میزان قدرت یک تکرار بیشینه اندازه گیری شده در جلسه اول طراحی شد. برنامه تمرین در گروه استقامتی و تمرین استقامتی در گروه موازی بر اساس ضربان قلب بیشینه (سن - ۲۲۰) آزمودنی ها طراحی شد.

به منظور کاهش برخی عوامل مداخله گر و مخدوش کننده مؤثر در نتایج پژوهش و به منظور کاهش آثار نوع غذا بر شاخص های التهابی از آزمودنی ها خواسته شد به مدت حداقل ۲۴ ساعت قبل از خون گیری از خوردن غذاهای آماده<sup>۲</sup>، آشامیدن های کافئین دار و انجام فعالیت های سنگین خودداری کنند. همچنین، طی دوره پژوهش از آزمودنی ها خواسته شد تا در حد امکان شیوه غذایی خود را تغییر ندهند. خون گیری (۷ میلی لیتر) از ورید کابیتال میانی بازو<sup>۳</sup> و در حالت نشسته انجام شد. نمونه گیری خونی یک بار در ابتدای دوره تمرینی در حالت استراحت و یک بار دیگر پس از ۱۰ هفته تمرین در حالت استراحت و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین گرفته شد. نمونه های خونی در ساعت ۹ تا ۱۰ صبح گرفته شد، چون طبق ریتم شبانه روزی هورمونی، کورتیزول در این زمان در سطح نسبتاً یکنواختی قرار دارد (استینس برگ و همکاران، ۲۰۰۲، ص ۲۷۲). پس از ریختن خون در لوله های محتوی ماده ضد انعقاد (اتیلن دی آمین تترا استیک اسید) و سانتریفیوژ، پلاسما جدا شده و در منفی ۸۰ درجه سانتی گراد برای آنالیزهای بعدی فریز شد.

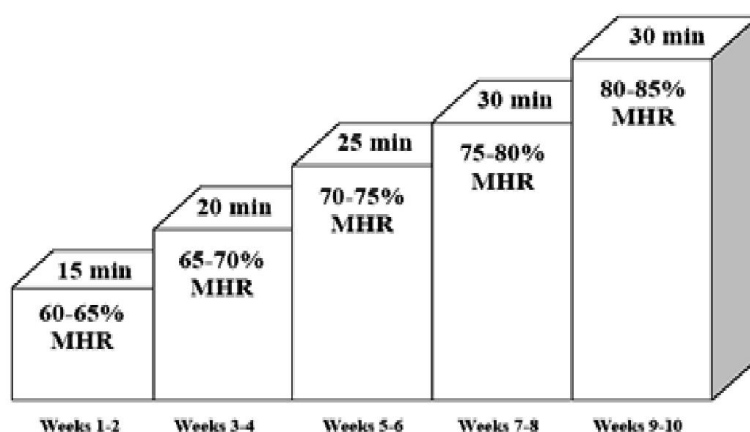
### برنامه تمرینی استقامتی (E):

برنامه تمرین استقامتی شامل دویدن بر روی نوارگردان بر اساس درصدهایی از حداکثر ضربان قلب بود (شکل ۱).

1. Radox

2. Fast food

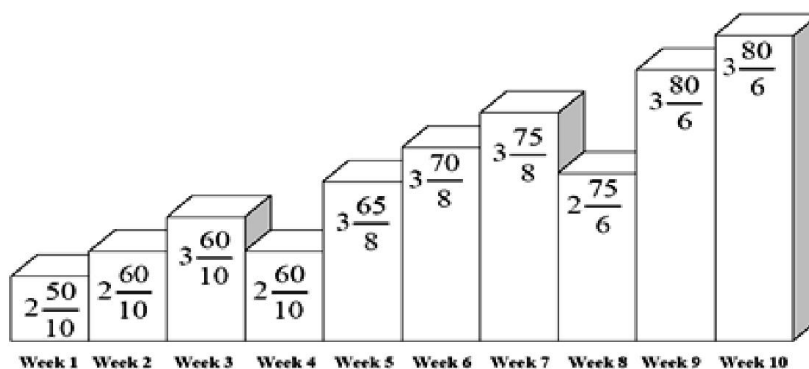
3. Median cubital vein



شکل ۱: برنامه تمرین استقامتی

### برنامه تمرین قدرتی (S):

انجام حرکات نیم اسکوات، پرس سینه، پشت ران با دستگاه، کشش زیر بغل با دستگاه (سیم کش). این حرکات برای ۳ جلسه در هفته و به مدت ۱۰ هفته اجرا شد (شکل ۲). حرکات فوق به صورت دایره ای انجام می شد. بین هر ایستگاه ۶۰ تا ۹۰ ثانیه استراحت و بین دورها ۲ تا ۳ دقیقه استراحت وجود داشت. در هفته های چهارم و هشتم به منظور جلوگیری از بیش تمرینی، یک دوره کاهش بار اعمال شد. برنامه تمرین قدرتی ۴ هفته دوم و ۲ هفته آخر بر اساس قدرت یک تکرار بیشینه آزمودنی ها در پس آزمون ها تعیین شد. الگوی باردهی تمرین به صورت پلکانی ساده صورت گرفت (شکل ۲).



شکل ۲: برنامه تمرین قدرتی

### برنامه گروه موازی (C)

این گروه، تمرینات هر دو گروه فوق را در هر جلسه تمرین انجام می دادند. تمرینات قدرتی همیشه در ابتدای جلسه انجام می شد. تمام تمرینات فوق، هفته ای ۳ مرتبه انجام می شد. گرم کردن شامل دویدن به مدت ۱۰ دقیقه روی

نوارگردان با ۵۰ تا ۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه و چند حرکت کششی ساده بود که برای همه گروه ها به صورت یکسان انجام می شد. این کار به منظور حذف اثرات آشنایی با دستگاه بود. پژوهش حاضر در مرکز تندرستی و مشاوره ورزشی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد.

برای توصیف داده ها از آمار توصیفی شامل شاخص های مرکزی و پراکندگی و جداول و نمودارها (در Excel)، برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیروویلک و سپس برای آزمون همگنی واریانس ها از آزمون لون و برای تجزیه و تحلیل داده ها از روش های آمار استنباطی تحلیل واریانس تک متغیری (ANOVA) بر روی اختلاف پیش آزمون و پس آزمون (D) و آزمون های تعقیبی مربوط به آن (تحلیل واریانس یک طرفه، آزمون توکی) و برای مقایسه پیش-آزمون ها با پس آزمون های هر گروه از آزمون t همبسته استفاده شد. تمامی آزمون ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ در سطح معنی داری ۰/۰۵ < P انجام شد.

## یافته های پژوهش

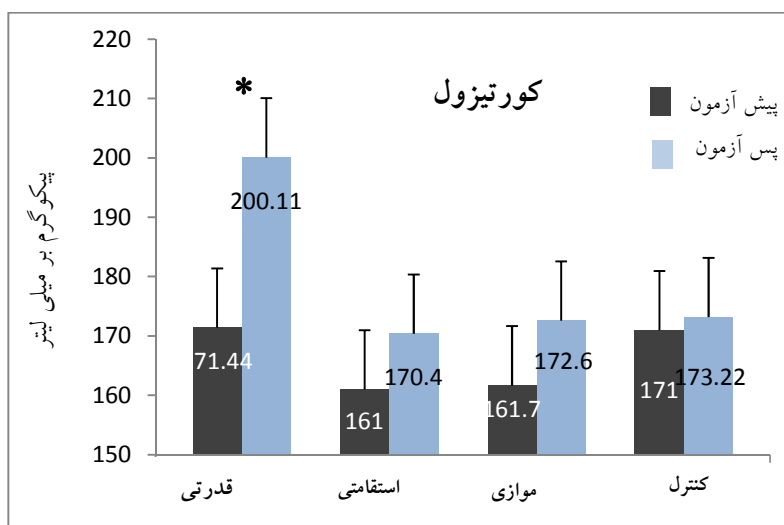
جدول ۱: تغییرات قدرت نسبی بیشینه (اسکوات و پرس سینه)، چربی بدن و  $\dot{V}O_2 \max$  پس از ۱۰ هفته تمرین در ۳ گروه تمرینی و

### گروه کنترل

معناداری		پس آزمون	پیش آزمون	گروه ها	متغیر
	۰/۱۸۰	۰/۸۱ ± ۰/۲۵	۰/۸۰ ± ۰/۲۱	استقامتی	اسکوات (کیلوگرم بر کیلوگرم توده بدن)
*	۰/۰۰۰	۱/۰۵ ± ۰/۱۵	۰/۶۰ ± ۰/۱۴	قدرتی	
*	۰/۰۰۰	۱/۱۸ ± ۰/۱۷	۰/۶۵ ± ۰/۲۲	موازی	
	۰/۲۰۱	۰/۶۹ ± ۰/۱۸	۰/۶۹ ± ۰/۲۰	کنترل	
	۰/۱۲۱	۰/۶۴ ± ۰/۱۴	۰/۶۵ ± ۰/۱۶	استقامتی	پرس سینه (کیلوگرم بر کیلوگرم توده بدن)
*	۰/۰۰۰	۰/۷۶ ± ۰/۱۵	۰/۵۵ ± ۰/۱۱	قدرتی	
*	۰/۰۰۰	۰/۸۱ ± ۰/۱۶	۰/۶۰ ± ۰/۱۸	موازی	
	۰/۲۱۱	۰/۶۰ ± ۰/۱۶۷	۰/۶۱ ± ۰/۱۵	کنترل	
*	۰/۰۰۱	۱۶/۸۱ ± ۵/۳۹	۱۸/۷۳ ± ۴/۹۴	استقامتی	چربی بدن (درصد)
*	۰/۰۰۵	۱۴/۷۲ ± ۵/۷۶	۱۶/۱۲ ± ۶/۱۲	قدرتی	
*	۰/۰۰۰	۱۴/۴۹ ± ۶/۱۲	۱۶/۷۳ ± ۵/۵۰	موازی	
	۰/۱۲۷	۱۶/۷۹ ± ۳/۵۷	۱۶/۵۲ ± ۳/۷۱	کنترل	
*	۰/۰۰۰	۴۹/۲۲ ± ۲/۳۰	۴۶/۱۳ ± ۳	استقامتی	$\dot{V}O_2 \max$ (میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم از وزن







شکل ۴: میزان کورتیزول پلاسمایی آزمودنی‌ها

\* نشان دهنده  $P < 0.05$  می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود تمرینات قدرتی موجب افزایش معناداری در سطوح پلاسمایی کورتیزول شد ( $p = 0.001$ )  $Pg/ml$   $200.11 \pm 17.61$  در مقابل  $71.44 \pm 13.99$ ، در حالی که پس از تمرینات استقامتی ( $p = 0.38$ )  $pg/ml$   $170.4 \pm 30.41$  در مقابل  $161 \pm 14.4$  و موازی ( $p = 0.38$ )  $pg/ml$   $172.6 \pm 31.33$  در مقابل  $161.7 \pm 26.95$  و همچنین در گروه کنترل ( $p = 0.828$ )  $pg/ml$   $173.22 \pm 23.44$  در مقابل  $171 \pm 18.61$  تغییرات معناداری مشاهده نشد.

جدول ۲: تفاوت اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون (D) ایترلوکین-۶ بین ۴ گروه

گروه تمرینی	استقامتی (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)	قدرتی (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)	موازی (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)	کنترل (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)
D (اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون)	$0.34 \pm 0.60$	$-0.088 \pm 0.53$	$-0.71 \pm 1.47$	$0.855 \pm 1.31$
قدرتی P	0.819	—	0.592	0.258
استقامتی P	—	0.819	0.145	0.722
موازی P	0.145	0.592	—	* 0.016
کنترل P	0.722	0.258	* 0.016	—

\* = اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد.

جدول ۳: تفاوت اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون (D) کورتیزول بین ۴ گروه

گروه تمرینی	استقامتی (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)	قدرتی (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)	موازی (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)	کنترل (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)
D (اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون)	۹/۴ $\pm$ ۳۲/۴۳	۲۸/۶۶ $\pm$ ۱۶/۹۱	۱۰/۹ $\pm$ ۳۷/۹۱	۲/۲۲ $\pm$ ۲۹/۷۴
قدرتی P	۰/۵۲۵	—	۰/۵۹۱	۰/۲۷۵
استقامتی P	—	۰/۵۲۵	۱/۰۰۰	۰/۹۵۶
موازی P	۱/۰۰۰	۰/۵۹۱	—	۰/۹۲۶
کنترل P	۰/۹۵۶	۰/۲۷۵	۰/۹۲۶	—

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای ۱۰ هفته تمرین استقامتی، قدرتی و موازی، با وجود اثرگذاری مناسب بر شاخص‌های تمرینی مورد انتظار (بهبود قدرت در گروه‌های قدرتی و موازی، کاهش چربی در گروه‌های استقامتی، قدرتی و موازی و بهبود  $V_{O_2 \max}$  در گروه‌های استقامتی و موازی)، تأثیری بر میزان IL-6 پلاسمایی مردان تمرین-نکرده نداشت. عدم تغییر میزان IL-6 پلاسمایی، با یافته‌های دلموس و همکاران (۲۰۱۱) و رابسون و همکاران (۲۰۰۹) ناهمسو می‌باشد. دلموس و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی اثر ۱۱ هفته تمرین شنا بر روی ۱۶ موش لاغر با عمر ۸ هفته، کاهش معناداری در میزان IL-6 خون گزارش کردند (دلموس و همکاران، ۲۰۱۱، ص ۱). رابسون و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهش خود بر روی ۱۳ مرد ورزشکار و با تمرینی معادل ۴۸۶ کیلومتر دوچرخه سواری در مدت ۶ روز افزایش IL-6 خون آزمودنی‌ها را پس از تمرین گزارش کرده بودند (رابسون و همکاران، ۲۰۰۹، ۱۱۱).

نشان داده شده است که تمرینات سنگین موجب افزایش گونه‌های واکنشی اکسیژن (ROS) می‌گردد و آن نیز به نوبه خود موجب افزایش سایتوکاین‌ها می‌شود (یاماشیتا و همکاران، ۱۹۹۹، ۱۶۹۹). به نظر می‌رسد که در پژوهش حاضر شدت تمرین استقامتی در حدی نبوده است که بتواند با ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی مؤثر، موجب تغییرات معنادار در سطح سایتوکاین کاتابولیکی مورد مطالعه در پژوهش حاضر (IL-6) شود. با این حال، شدت تمرین در حدی بوده است که موجب بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های استقامتی و موازی شده است. همچنین این امکان نیز وجود دارد که افزایش فصلی این سایتوکاین مانع از معنادار شدن کاهش آن بر اثر اجرای تمرین استقامتی در پژوهش حاضر شده باشد. افزایش نزدیک به سطح معنی‌داری IL-6 در گروه کنترل تأیید خوبی برای این موضوع می‌باشد. این امکان

زمانی قوت می‌یابد که بدانیم افراد جوان بیشتر از افراد مسن تحت تأثیر نوسانات فصلی سایتوکاین‌ها قرار می‌گیرند (استیوارت و همکاران، ۲۰۰۵، ص ۳۸۹). از سویی دیگر، شاید بتوان گفت که به دلیل پایین تر بودن شدت تمرین در گروه استقامتی، نوعی سازگاری مطلوب در آزمودنی‌ها ایجاد شده و سطح سایتوکاین‌ها کاهش یافته است (اسچیت، ۲۰۰۲، ۴۹۱). برخی دیگر از پژوهشگران معتقدند مردان کمتر از زنان تغییرات سایتوکاینی ایجاد شده بر اثر تمرین را از خود نشان می‌دهند (فبرایو، ۲۰۰۳، ۹۳۹). بنابراین به نظر می‌رسد که این عامل نیز می‌تواند یکی از عوامل مؤثر بر نتایج پژوهش حاضر باشد. علاوه بر موارد ذکر شده باید گفت که روش‌های تمرینی، شیوه‌های باردهی و استفاده از آزمودنی‌های حیوانی در پژوهش‌های دیگر نیز می‌تواند علت ناهم‌سویی پژوهش حاضر با نتایج سایر پژوهشگران باشد.

در آزمون بین گروه‌ها، بین گروه کنترل و موازی تفاوت معناداری در غلظت اینترلوکین-۶ وجود داشت. در این رابطه، بیتاون و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر ۴ ماه تمرینات استقامتی و قدرتی تغییری در میزان IL-6 پلاسمایی ۲۳ بیمار نارسایی قلبی مشاهده نکردند (بیتاون و همکاران، ۲۰۰۵، ۳۳۶). نوا و همکاران (۲۰۰۱) نیز در بررسی اثر تمرینات ژیمناستیک (۴۸ ساعت تمرین ژیمناستیک در هفته به مدت ۱۲ هفته) در ۱۳ زن ژیمناستیک‌کار تفاوتی را در محتوای IL-6 و TNF آلفا پلاسمایی ژیمناستیک‌کاران و افراد کنترل مشاهده نکردند (نوا و همکاران، ۲۰۰۱، ص ۱۵). پیش‌بینی بر این بود که اجرای موازی دو نوع تمرین در یک جلسه، فشار مضاعفی را بر آزمودنی‌ها وارد می‌کند و سرانجام میزان سایتوکاین‌های آنها را افزایش خواهد داد (کِرِن و همکاران، ۲۰۰۵، ۷۴۵). با این حال، نتایج پژوهش حاضر، فرض ما مبنی بر ایجاد حالت کاتابولیکی تمرین بر اثر ترکیب دو نوع تمرین استقامتی و قدرتی در مقایسه با اجرای یک نوع تمرین واحد را تأیید نکرد. بنابراین به نظر می‌رسد که اجرای تمرین موازی به صورت سه روز در هفته در پژوهش حاضر، در مقایسه با اجرای آن به صورت ۶ روز در هفته در پژوهش‌های دیگر، فرصت کافی برای بازیافت را به وجود آورده است. همچنین، پایین بودن معنی‌دار تغییرات (D) در IL-6 گروه موازی در مقایسه با گروه کنترل می‌تواند فرض اولیه ما مبنی بر ایجاد حالت کاتابولیکی ترکیب دو نوع تمرین را کاملاً رد نماید.

بخش دیگری از نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای ۱۰ هفته تمرین استقامتی و موازی تأثیری بر میزان کورتیزول پلاسمای مردان تمرین‌نکرده ندارد. اسچیت و همکاران (۲۰۰۲) نیز تغییر معناداری را در میزان کورتیزول خون آزمودنی‌های سن بلوغ پس از اجرای ۵ هفته تمرین استقامتی مشاهده نکردند (اسچیت، ۲۰۰۲، ۴۹۱). همچنین هاکینن و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر ۲۱ هفته تمرین موازی استقامتی و قدرتی تغییری را در کورتیزول سرمی زنان روماتوئیدی و سالم به دست نیاوردند (هاکینن و همکاران، ۲۰۰۵، ص ۵۰۵). از طرفی دیگر، با بررسی اثر ۱۲ هفته

تمرین استقامتی، کاهش معناداری در میزان کورتیزول ادراری مردان تمرین نکرده و با اجرای ۱۲ هفته تمرین موازی (استقامتی و قدرتی) افزایش معناداری در کورتیزول ادراری زنان به دست آمده است (بل و همکاران، ۲۰۰۰، ۴۱۸). با توجه به این که استرس های فیزیکی و آسیب بافتی ناشی از تمرینات، یکی از عوامل محرک محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال است و همچنین پاسخ کورتیزول به تمرین به شدت، مدت، حجم تمرین و دوره های استراحت بستگی دارد، و هر چقدر شدت، مدت و حجم تمرین بالا و دوره های استراحت کوتاه باشد، پاسخ کورتیزول به تمرین بیشتر است (پاورز، ۲۰۰۴، ص ۲۱۲)، به نظر می رسد در پژوهش حاضر شدت تمرین استقامتی به حدی نبوده است که بتواند باعث ایجاد تغییرات معنادار در سطح هورمون کاتابولیکی مورد نظر پژوهش حاضر یعنی کورتیزول شود. همچنین پژوهش ها نشان داده اند که کورتیزول تنها در ارتباط با فعالیت های طولانی مدت و سنگین افزایش می یابد (پدرسن و همکاران، ۲۰۰۰، ص ۱۰۵۵). از آنجا که مدت زمان تمرین استقامتی در پژوهش حاضر در بالاترین حجم آن در هفته - های آخر تنها ۳۰ دقیقه بوده است، بنابراین عدم تغییر کورتیزول در این گروه تمرینی چندان هم دور از انتظار نبوده است. از طرفی دیگر، به نظر می رسد که در پژوهش حاضر شدت تمرین در گروه قدرتی به ویژه در هفته های آخر بالا بوده و از این رو باعث افزایش معنادار کورتیزول شده است؛ چرا که سطوح فعالیت جسمانی بر پاسخ های هورمونی و سایتوکاینی بدن به انواع تمرین مؤثر است (اسچیت، ۲۰۰۲، ۴۹۱). همچنین شیوه اجرای دایره ای تمرین قدرتی نیز احتمالاً در این امر نقش داشته است. این امکان وجود دارد که میزان تستوسترون نیز همگام با افزایش کورتیزول، افزایش یافته باشد و بنابراین اثرات آن را خنثی کرده باشد.

به نظر می رسد که اجرای همزمان تمرین استقامتی و تمرین قدرتی (تمرین موازی) در پژوهش حاضر، احتمالاً از افزایش خیلی زیاد سطح کورتیزول، آن چنان که در گروه قدرتی مشاهده شد، جلوگیری کرده است. از سویی دیگر، به نظر می رسد شدت تمرین بیشتر از نوع تمرین در بروز پاسخ های ایمنی نقش دارد. همچنین با آنکه مباحث پیامدهای روانشناختی این نوع تمرینات مدنظر پژوهش حاضر نبوده است، اما نتایج پرسشنامه آزمون کیفیت زندگی (گزارش نشده است) نیز نشان می دهد که نمرات کیفیت زندگی در گروه تمرین موازی پس از ده هفته تمرین به طور معنی داری بهبود یافته است که با توجه به تعامل اثبات شده بین عوامل روانی و تغییرات فیزیولوژیکی بدن، نتایج بدست آمده توجیه می شود.

در مجموع و با در نظر گرفتن یافته های پژوهش حاضر چنین نتیجه گیری می شود که ترکیب تمرین قدرتی و استقامتی که به عنوان شیوه جدید تمرینی در سال های اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران حوزه سلامت قرار گرفته است، علاوه بر این که از کارایی بسیار بالایی در بهبود و توسعه توان هوازی بیشینه و قدرت و ترکیب بدنی برخوردار است،

تهدیدی برای دستگاه ایمنی محسوب نمی‌شود. پژوهش حاضر، اثر بدون خطر ترکیب تمرین قدرتی و استقامتی بر دستگاه ایمنی را به اثبات رسانده است و استفاده از آن را به افراد سالمی که به دنبال دستیابی به آمادگی جسمانی هستند توصیه می‌کند. شاید یافته‌های پژوهش حاضر برای ورزشکارانی که در رشته‌های قدرتی و چندگانه فعالیت می‌کنند، بتواند مفاهیم سودمندی را در پی داشته باشد تا این ورزشکاران به تمرین موازی توجه ویژه‌ای نمایند و استفاده از آن را در برنامه‌های تمرینی خود بگنجانند.

- Bell G, Syrotuik D, Martin T, Burnham R, Quinney H. (2000). **"Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans"**. European Journal of Applied Physiology. 81(5):418-27.
- Btown MM KRDMARa. (2005). **"The effects of combined endurance and strength training in serum IL-6 of heart failure Patients"**. Medicine and science in sports and Exercise. 12(336-9).
- Cupps TR, Fauci AS. (1982). **"Corticosteroid-mediated immune regulation in man"**. Immunological reviews. 65(1):133-55.
- De Lemos ET, Rui Pinto, Jorge Oliveira, Patrícia Garrido, José Sereno, Filipa Mascarenhas-Melo, João Páscoa-Pinheiro, Frederico Teixeira, and Flávio Reis. (2011). **Differential Effects of Acute (Extenuating) and Chronic (Training) Exercise on Inflammation and Oxidative Stress Status in an Animal Model of Type 2 Diabetes Mellitus**. 1-8.
- Febbraio MA, Steensberg A, Starkie RL, McConell GK, Kingwell B.A. (2003). **"Skeletal muscle interleukin-6 and tumor necrosis factor- $\alpha$  release in healthy subjects and patients with type 2 diabetes at rest and during exercise"**. Metabolism. 52(7):939-44.
- Gleeson M, Bishop N.C. (2005). **"The T cell and NK cell immune response to exercise"**. Annals of Transplantation. 10(4):44.
- Gordon, P., Liu, D., et al. (2012). **"Resistance exercise training influences skeletal muscle immune activation"**. J App. Physiology. 112. 443-453.
- Häkkinen A, Pakarinen A, Hannonen P, Kautiainen H, Nyman K, Kraemer W, et al. (2005). **"Effects of prolonged combined strength and endurance training on physical fitness, body composition and serum hormones in women with rheumatoid arthritis and in healthy controls"**. Clinical and experimental rheumatology. 23(4):505-12.
- Keller C, Steensberg A, et al. (2001). **"Transcriptional activation of the IL-6 gene in human contracting skeletal muscle: influence of muscle glycogen content"**. The FASEB Journal. 15(14):2748-50.
- Kern PA, Ranganathan S, Li C, Wood L, Ranganathan G. (2001). **"Adipose tissue tumor necrosis factor and interleukin-6 expression in human obesity and insulin resistance"**. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism. 280(5):E745-E51.
- Kohm A.P., Sanders V.M. (2001). **"Norepinephrine and  $\beta$ 2-adrenergic receptor stimulation regulate CD4+ T and B lymphocyte function in vitro and in vivo"**. Pharmacological reviews. 53(4):487-525.
- Kraemer WJ, Keijo Hakinen. (2002). **Strength training for sport**. IOC pub. P:121

- Madden KS (2003). **"Catecholamines, sympathetic innervation, and immunity"**. Brain, behavior, and immunity. 17(1):5-10.
- Nieman DC, Davis J, Brown VA, Henson DA, Dumke CL, Utter AC, et al. (2004). **"Influence of carbohydrate ingestion on immune changes after 2 h of intensive resistance training"**. Journal of Applied Physiology. 96(4):1292-8.
- Nieman, D., Henson, D., et al. (2011). **"Upper respiratory tract infection is reduced in physically fit and active adults"**. British Journal of Sport Medicine. 45(12) 987-992.
- Nova EM, A.; López-Varela, S.; Marcos, A. (2001). **"Are elite gymnasts really malnourished? Evaluation of diet, anthropometry and immune competence"**. Nutrition Research. 21(1/2):15-29.
- Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. (2000). **"Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation"**. Physiological reviews. 80(3):1055-81.
- Peijie C, Hongwu L, Fengpeng X, Jie R, Jie Z. (2003). **"Heavy load exercise induced dysfunction of immunity and neuroendocrine responses in rats"**. Life sciences. 72(20):2255-62.
- Powers SK, Howley E.T. (2004). **Exercise physiology: theory and applications to fitness and performance**. 5th ed. ed. Boston, Mass.; London: McGraw-Hill. P 212
- Riccardi C, Bruscoli S, Migliorati G. (2002). **"Molecular mechanisms of immunomodulatory activity of glucocorticoids"**. Pharmacological research. 45(5):361-8.
- Robson-Ansley P, Barwood M, Canavan J, Hack S, Eglin C, Davey S, et al. (2009). **The effect of repeated endurance exercise on IL-6 and sIL-6R and their relationship with sensations of fatigue at rest**. Cytokine. 45(2):111-6.
- Scheett TP, Nemet D, Stoppani J, Maresh CM, Newcomb R, Cooper D.M. (2002). **"The effect of endurance-type exercise training on growth mediators and inflammatory cytokines in pre-pubertal and early pubertal males"**. Pediatric research. 52(4):491-7.
- Shephard RJ, Verde TJ, Thomas SG, Shek P. (1991). **"Physical activity and the immune system"**. Canadian journal of sport sciences. 16: 163-185.
- Singh A, Failla ML, Deuster P.A. (1994). **"Exercise-induced changes in immune function: effects of zinc supplementation"**. Journal of Applied Physiology. 76(6):2298-303.
- Steensberg A, Keller C, Starkie RL, Osada T, Febbraio MA, Pedersen B.K. (2002). **IL-6 and TNF- $\alpha$  expression in, and release from, contracting human skeletal muscle. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**. 283(6):E1272-E8.
- Stewart LK, Flynn MG, Campbell WW, Craig BA, Robinson JP, McFarlin BK, Timmerman KL, Coen PM, Felker J, Talbert E. (2005). **"Influence of exercise**

**training and age on CD14+ cell surface expression of toll-like receptor 2 and 4".** Brain Behav Immunol. 19:389-397.

- Suzuki K, Yamada M, et al. (2000). "**Circulating cytokines and hormones with immunosuppressive but neutrophil-priming potentials rise after endurance exercise in humans**". European journal of applied physiology. 81(4):281-7.
- Yamashita N, Hoshida S, Otsu K, Asahi M, Kuzuya T, Hori M. (1999). "**Exercise provides direct biphasic cardioprotection via manganese superoxide dismutase activation**". The Journal of experimental medicine. 189(11):1699-706.



# **The Effect of Endurance, Strength and Concurrent Training on Plasma Level of IL-6 and Cortisol in Untrained Men**

**Ali Gorzi**

Ph.D., Associate Professor in Sport Physiology, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran

**Omid Mehrabi**

Master degree in physical Education and Sport Sciences, Mazandaran, Iran

**Hamid Agha Alinejad**

Ph.D., Associate Professor in Sport Physiology, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

**Ahmad Rahmani**

Ph.D., Assistant Professor in Motor Behavior, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran

**Agha Ali Ghasemnian**

Ph.D., Assistant Professor in Sport Physiology, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran

*Received: 6 Jan. 2015*

*Accepted: 8 Aug. 2015*

This study is to investigate the effects of 10 weeks of endurance (E), strength (S) and concurrent (combined E and S) training on plasma level of IL-6 and cortisol in untrained men. In this semi-experimental study, 38 healthy volunteer males (age  $24.89 \pm 1.21$  yrs, height  $175.87 \pm 6.52$  cm, weight  $71.98 \pm 9.33$  kg) were randomly assigned to endurance (N=10), strength (N=9), concurrent (N=10), and control group (N=9). Treatment was conducted three times per week. After 10 weeks, the maximal bench press and squat strength of strength and concurrent groups were improved significantly ( $P \leq 0.05$ ). Similar increment was observed in VO<sub>2</sub>max in endurance and concurrent groups ( $P \leq 0.05$ ). Endurance training didn't have any significant effect on IL-6 ( $p=0.107$ ), and cortisol ( $p=0.38$ ) levels. Strengths training also didn't affect on IL-6 ( $p=0.63$ ), but resulted in a significant increment in plasma level of cortisol ( $p=0.001$ ). There wasn't any significant effect of concurrent training on IL-6 ( $p=0.162$ ) and cortisol levels ( $p=0.38$ ). However, only the difference (D) of changes in IL-6 in the concurrent group was significantly lower than control groups ( $p=0.016$ ,  $0.710 \pm 1.475$  vs  $0.855 \pm 1.31$ ). In conclusion, our results showed that adding the strength training to endurance training, not only, does not compromise the immune function in untrained men, but also can efficiently improve its function.

**Key words:** IL-6, Cortisol, Endurance Training, Strength Training and Concurrent Training