Tabari Journal of Preventive Medicine

Volume 2, Issue 1, Spring 2016

Original Article

The Influence of Resistance, Endurance, and Combined Resistance-endurance Exercise Training on Interleukin-18 and C-reactive Protein Level in Inactive Female Adolescents

Hamid Agha Alinejad[1*], Javad Mehrabani[2], Roghaye Ansari Dogahe[3], Maghsoud Piri[4]

1. Associate Professor of Exercise Physiology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor of Exercise Physiology, University of Guilan, Rasht, Iran
3. MSc in Exercise Physiology, Department of Physical Education of Guilan Province, Rasht, Iran
4. Associate Professor of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran

Corresponding Author: Hamid Agha Alinejad, Tarbiat Modares University, Department of Physical Education

Email: halinejad@modares.ac.ir

Received: 19 December 2015
Revised: 25 February 2016
Accepted: 8 March 2016

ABSTRACT

Background & Objectives: Regular exercise training has considerable effects on improving the function of the immune system. In this regard, the type of exercise training is of pivotal importance. The purpose of the present study was to compare the effects of resistance, endurance, and combined resistance/endurance (RE) exercise training on serum interleukin-18 (IL-18) and C-reactive protein (CRP) level among female adolescents.

Materials and Methods: This semi-experimental study was performed on female adolescents studying in Pakdasht high schools. In total, 27 subjects with the mean age of 16.92 years, mean weight of 62.56 kg, and mean height of 160.33 cm were randomly allocated to four groups: control (n=6), endurance exercise (n=7), resistance exercise (n=7), and RE exercise (n=7). The exercises included endurance, resistance, and RE training, performed during eight weeks (three times per week). Measurements were performed at baseline and four and eight weeks after training.

Results: The findings showed that the amount of IL-18 was lower in the RE group at four and eight weeks following training. The same finding was reported in the endurance exercise group after eight weeks in comparison with the resistance group ($P<0.05$). A significant decline was detected in the CRP level in the endurance group at four and eight weeks after training, compared to the baseline. Also, a similar finding was reported in the ER group at eight weeks, compared to the baseline and four weeks after training ($P<0.05$).

Conclusion: According to the findings of the present study, incorporation of resistance exercise into endurance training (combined ER training) not only does not interrupt the function of the immune system, but also can lead to improvements.

Keywords: CRP, Combined exercise training, Immune function, IL-18

▶ **Citation**: Agha Alinejad H, Mehrabani J, Ansari Dogahe R, Piri M. The Influence of Resistance, Endurance, and Combined Resistance-endurance Exercise Training on Interleukin-18 and C-reactive Protein Level in Inactive Female Adolescents. Tabari J Prev Med. Spring 2016; 2(1):38-47.

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

مقاله پژوهشی

آثار تمرینات استقامتی، مقاومتی و ترکیبی بر سطوح اینترلوکین-۱۸ و پروتئین واکنشی C سرم در دختران نوجوان غیرفعال

حمید آقاعلی‌نژاد[۱*]، جواد مهربانی[۲]، رقیه انصاری دوگاهه[۳]، مقصود پیری[۴]

چکیده

سابقه و هدف: اجرای تمرینات ورزشی منظم آثار قابل‌توجهی بر بهبود عملکرد ایمنی بدن دارد؛ البته همواره انتخاب نوع تمرین ورزشی نیز از اهمیت بسیاری برخوردار است. هدف از پژوهش حاضر مقایسه آثار تمرینات استقامتی، مقاومتی و ترکیبی بر اینترلوکین-۱۸ (IL-18) و پروتئین واکنشی C (CRP) سرم دختران نوجوان بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع نیمه‌تجربی می‌باشد که بر روی دختران نوجوان مقطع دبیرستان شهر پاکدشت انجام شد. تعداد ۲۷ نفر با میانگین سنی ۱۶/۹۲ سال، میانگین قد ۱۶۰/۳۳ سانتی‌متر و میانگین وزن ۶۲/۵۶ کیلوگرم) در گروه‌های کنترل (شش نفر)، تمرینات استقامتی (هفت نفر)، مقاومتی (هفت نفر) و ترکیبی (هفت نفر) قرار گرفتند. تمرینات شامل فعالیت‌های استقامتی، تمرینات مقاومتی و تمرینات ترکیبی شامل هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته برگزار شد. اندازه‌گیری‌ها در ابتدای هفته‌های چهارم و هشتم صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد مقادیر IL-18 در گروه تمرینات ترکیبی چهار و هشت هفته پس از تمرین و در گروه استقامتی هشت هفته پس از تمرین به‌طور معناداری کمتر از گروه مقاومتی بود ($P<0/05$). مقادیر CRP بین گروه‌های تمرین ترکیبی و استقامتی با گروه کنترل پس از هشت هفته تمرین اختلاف معناداری مشاهده شد ($P<0/05$). سطوح CRP در گروه تمرین استقامتی، چهار و هشت هفته پس از تمرین نسبت به پیش از تمرین و در گروه تمرینات ترکیبی در هفته هشتم نسبت به هفتهٔ چهارم و پیش از تمرین، کاهش معناداری نشان داد ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: بر این اساس، به‌نظر می‌رسد افزودن تمرینات قدرتی به استقامتی و اجرای تمرینات به‌صورت ترکیبی، نه‌تنها به‌عنوان عامل مخل عملکرد سیستم ایمنی نیست؛ بلکه ممکن است در بهبود آن مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرینات موازی، عملکرد ایمنی، CRP، IL-18

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، اداره کل ورزش و جوانان استان گیلان، رشت، ایران
۴. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: حمید آقاعلی‌نژاد، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پست الکترونیک:
halinejad@modares.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۶
اصلاحیه: ۱۳۹۵/۱/۲۱
ویراستاری: ۱۳۹۵/۲/۲۰

◀ **استناد:** آقاعلی نژاد، حمید؛ مهربانی، جواد؛ انصاری دوگاهه، رقیه؛ پیری، مقصود. آثار تمرینات استقامتی، مقاومتی و ترکیبی بر سطوح اینترلوکین-۱۸ و پروتئین واکنشی C سرم در دختران نوجوان غیرفعال. مجله طب پیشگیری طبری، بهار ۱۳۹۵؛۲(۱):۴۷-۳۸.

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

مقدمه

یکی از مباحث مهمی که مورد توجه صاحب‌نظران قرار گرفته است، اثر منفی یا مثبت فعالیت‌های بدنی بر سیستم دفاعی بدن می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند اجرای فعالیت‌های ورزشی حساسیت به بیماری‌ها را تغییر می‌دهد. فعالیت‌های بدنی منظم مانند: دوهای نرم و سبک (جاگینگ) و سایر فعالیت‌های تفریحی، خطر بیماری‌های مزمن را از طریق کاهش عوامل ایجادکننده التهاب یا سایتوکاین‌های التهابی، کاهش می‌دهد. سایتوکاین‌ها موادی شبیه هورمون‌ها هستند که از بافت‌های مختلف از جمله ادیپوسیت‌ها و سلول‌های سیستم دفاعی ترشح می‌شود و بر فعالیت‌های سیستم ایمنی تأثیر می‌گذارد. از مهم‌ترین کارکردهای این مواد، بروز یا جلوگیری از واکنش‌های التهابی است (۱،۲). از بین سایتوکاین‌ها، اینترلوکین ۱۸(IL-18) از گروه سایتوکاین‌های پیش‌التهابی است که علاوه بر کارکرد ایمنی، کارکرد متابولیکی نیز دارد (۱). این سایتوکاین عضوی از خانواده سایتوکاین IL-۱ است که در تنظیم واکنش‌های ایمنی ذاتی و اکتسابی از جمله عدم ثبات پلاکت‌ها نقش دارد (۳،۴). Finotto و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نمودند، IL-18 در مرگ سلولی و تخریب بافتی نیز اثرگذار است (۵). همچنین، پروتئین واکنشی C (CRP) یک میانجی اصلی واکنش مرحله حاد التهاب است که در کبد ترشح می‌شود. این سایتوکاین می‌تواند به بافت آسیب‌دیده، آنتی‌ژن‌های هسته‌ای و پاتوژن‌های ویژه متصل گردد. سطوح پلاسمایی CRP با چاقی، مقاومت به انسولین و بیماری‌های قلبی-عروقی مرتبط است (۶) و با کاهش وزن، سطوح آن کاهش می‌یابد (۷).

فعالیت بدنی یک روش شناخته‌شده و کاربردی به‌منظور کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی است. در واقع، چنان‌چه فعالیت‌های بدنی با شدت متوسط انجام شود، ممکن است تأثیر ضدالتهابی داشته باشد و در تولید شاخص‌های التهابی اثرگذار باشد (۸). مطالعات همه‌گیرشناسی، رابطه بین تمرینات جسمانی و اثرات ضدالتهابی آن را تأیید کرده‌اند (۹). این ارتباط یک رابطه پیچیده بوده و ممکن است به جنسیت، چاقی و سلامت عمومی وابسته باشد. هرچند فعالیت بدنی کوتاه‌مدت و شدید می‌تواند پاسخ التهابی حاد را به‌دنبال داشته باشد؛ اما سطح متغیرهای التهابی، غالباً در دوره‌های طولانی تمرین، کاهش می‌یابد (۱۰). گزارش‌های پژوهشی یافته‌های متناقضی را در خصوص اثر تمرینات بدنی منظم بر سطوح خونی CRP و IL-18 نشان می‌دهند. Blair و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که فعالیت جسمانی منظم با سطوح خونی نشانگرهای التهابی رابطه معکوس دارد و التهاب خفیف مزمن را از بین می‌برد (۱۱). Kohut و همکاران (۲۰۰۶) پیشنهاد کردند نوع فعالیت اجرا شده می‌تواند بر میانجی‌های التهابی اثرگذار باشد و مقادیر CRP و IL-18 سرم را در اثر تمرینات هوازی نسبت به انعطاف‌پذیری به‌طور معناداری کاهش دهد (۱۲). این در حالی است که Leick و همکاران (۲۰۰۷) افزایش IL-18 سرم را در مردان و زنان چاق پس از هشت هفته تمرین هوازی پاروزنی با شدت ۷۰ درصد حداکثر حجم اکسیژن (VO_2max) (۱۳) و Lindegaard و همکاران (۲۰۰۸) کاهش CRP و IL-18 سرم در اثر هشت هفته تمرینات استقامتی و کاهش CRP را پس از تمرینات استقامتی مشاهده نمودند (۱۴). از طرفی، در پژوهش Wong و همکاران (۲۰۰۸)، با وجود کاهش معنادار BMI و افزایش توده بدون چربی، غلظت CRP در ابتدا بالا بوده و پس از تمرینات تغییر نکرد. این نتایج نشان داد تمرین بر غلظت CRP اثرگذار نبوده است (۱۵). این در حالی است که گزارش شده است، کاهش IL-18 سرم بر اثر تمرینات بدنی، مستقل از کاهش وزن می‌باشد (۱۲،۱۶). افزایش وزن و توده چربی با بروز التهاب همراه است و بافت چربی به‌عنوان منبع تولیدکننده سایتوکاین‌های پیش‌التهابی شناخته شده است. سطوح افزایش یافته سایتوکاین‌های پیش‌التهابی مانند IL-18 و CRP نمایانگر بالا بودن احتمال خطر بروز بیماری‌های قلبی-عروقی می‌باشد (۱۷). IL-18 یک سایتوکاین پیش‌التهابی است که اطلاعات اندکی درخصوص اثر انواع تمرینات بدنی بر آن، به‌ویژه در افراد نوجوان وجود

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

دارد؛ از سویی، پژوهش‌های موجود غالباً درباره پاسخ این سایتوکاین به یک جلسه فعالیت بدنی اجرا شده است (۱). هرچند این احتمال وجود دارد که اجرای وهله‌های مجزای تمرینی با فشارها و شدت‌های مختلف، منجر به بروز استرس بر بافت‌های عضلانی و بروز التهاب مرحله حاد می‌شود که می‌تواند بر سطوح CRP اثرگذار باشد؛ بنابراین در پژوهش حاضر اثر هشت هفته تمرینات مقاومتی، استقامتی و ترکیبی بر مقادیر سرمی اینترلوکین ۱۸ و پروتئین واکنشی C در دختران نوجوان غیرفعال مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

آزمودنی ها

این مطالعه از نوع نیمه‌تجربی است که در سال ۱۳۹۲ روی دختران نوجوان مقطع دبیرستان شهر پاکدشت انجام شد. از بین دختران دانش‌آموز ۱۶-۱۸ ساله، تعداد ۱۵۰ نفر به‌صورت داوطلبانه پرسشنامه‌های پزشکی-ورزشی و آمادگی شرکت در فعالیت ورزشی (Physical Activity Readiness Questionnaire: PAR-Q) و همچنین سیاهه مربوط به ویژگی‌های شرکت در برنامه را تکمیل کردند. از بین افراد واجد شرایط، تعداد ۳۴ نفر با استفاده از شیوه نمونه‌گیری تصادفی انتخاب و مجدد به شیوه تصادفی ساده به چهار گروه کنترل، استقامتی، مقاومتی و ترکیبی تقسیم شدند. در طول هشت هفته برنامه، تعداد هفت نفر به‌دلیل عدم حضور مستمر در جلسات تمرین حذف و ۲۷ نفر با میانگین سن ۱۶/۹۲±۰/۴۱ سال و میانگین قد ۱۶۰/۳۳±۵/۷۵ سانتی‌متر به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند، در گروه‌های کنترلشش نفر، تمرینات استقامتی هفت نفر، قدرتی هفت نفر و ترکیبی هفت نفر قرار گرفتند و برنامه تمرینات مورد نظر و آزمون‌های پایانی را اجرا کردند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: برخورداری از سلامت کامل، نداشتن بیماری و سابقه ورزشی بود. پیش از اجرای پژوهش و پس از آشنایی کتبی با روند پژوهش، آزمودنی‌ها رضایت‌نامه را تکمیل کردند. به منظور رعایت ملاحظات اخلاقی به آزمودنی‌ها اجازه داده شد که در هر مرحله از پژوهش که مورد رضایت آنها نبود موضوع را اعلام یا از مطالعه کنار روند. رضایت‌نامه توسط یکی از والدین آزمودنی‌ها مطالعه و مورد تأیید قرار گرفت. از آزمودنی‌ها خواسته شد، در طول دوره تمرینات از اجرای هرگونه فعالیت بدنی دیگر و تغییر در برنامه غذایی پرهیز کنند. همچنین

جدول ۱: برنامه هشت هفته تمرینات استقامتی و مقاومتی

استقامتی	هفته ۱-۲		هفته ۳-۴		هفته ۵-۶		هفته ۷-۸
مدت	۱۵ دقیقه		۲۰-۲۵ دقیقه		۳۰-۳۵ دقیقه		۳۵-۴۰ دقیقه
شدت	۵۰ درصد MHR		۶۰ درصد MHR		۷۰ درصد MHR		۸۰ درصد MHR
توالی و محتوا	سه جلسه در هفته شامل گرم‌کردن، دویدن، حرکات موزون ایروبیک، استپ و سردکردن						
مقاومتی	هفته ۱	هفته ۲	هفته ۳	هفته ۴	هفته ۵	هفته ۶	هفته ۷	هفته ۸
نوبت، شدت (RM-۱) و تکرار	۲ ۳۰٪/۱۰	۳ ۳۰٪/۱۰	۲ ۴۰٪/۱۰	۳ ۴۰٪/۱۰	۳ ۵۰٪/۱۰	۳ ۶۰٪/۱۰	۴ ۶۰٪/۸	۴ ۷۰٪/۶
توالی و محتوا	سه جلسه در هفته شامل گرم‌کردن، ایستگاه‌های پرس سینه، نیم اسکات، درازونشست، خم کردن بازو، لانج، بازکردن تنه و سردکردن (۱-۲ دقیقه استراحت بین هر ست و ۳-۵ دقیقه بین هر ایستگاه)							
ترکیبی								
تلفیق دو برنامه استقامتی و مقاومتی با همان شدت و نصف زمان هر یک از برنامه‌ها؛ در مجموع حجم تمرینات ترکیبی از نظر زمان، شدت و توالی مشابه دو برنامه دیگر بود								

MHR: ضربان قلب بیشینه؛ RM-۱: یک تکرار بیشینه

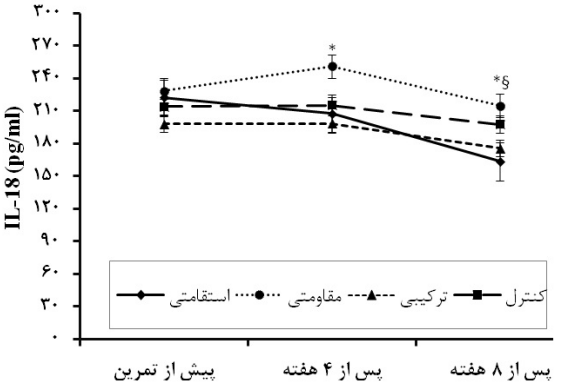
[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

جدول ۲: ویژگی‌های فردی، تن‌سنجی، آمادگی جسمانی و شاخص‌های خونی آزمودنی‌ها

	استقامتی (هفت نفر)		مقاومتی (هفت نفر)		ترکیبی (هفت نفر)		کنترل (شش نفر)	
	پیش از تمرین	پس از چهار هفته	پیش از تمرین	پس از چهار هفته	پیش از تمرین	پس از هشت هفته	پس از چهار هفته	پس از هشت هفته
سن (سال)	۱۶/۶۴±۰/۴۷		۱۶/۸۵±۰/۴۷		۱۷/۰۷±۰/۱۹		۱۷/۱۶±۰/۲۶	
توده بدن (kg)	۶۲/۷۵±۴/۲۸	۶۱/۴۲±۴/۹۷	۶۰/۳۶±۳/۷۷†	۶۱/۵±۵/۰۹	۶۲/۱۲±۵/۱۷	۵۹/۸۴±۴/۳۲	۶۱/۱۶±۵/۲۰	۶۱/۳۳±۴/۸۹
نمایه توده بدن (kg/m^2)	۲۲/۱۸±۲/۹۱	۲۱/۴۵±۲/۷۹	۲۰/۰۹±۲/۶۴†	۲۱/۹۸±۲/۹۱	۲۱/۸۴±۲/۰۵	۲۱/۲۲±۱/۹۸	۲۱/۷۷±۲/۸۵	۲۱/۹۶±۲/۷۴
چربی بدن (درصد)	۲۵/۷۱±۳/۸۰	۲۲/۹۴±۳/۱۰	۲۳/۶۲±۳/۷۲	۲۶/۳۹±۲/۷۸	۲۴/۵۹±۳/۶۲	۲۳/۰۳±۲/۵۰	۲۶/۸۲±۲/۶۳	۲۶/۸۲±۳/۵۴
دور کمر به لگن (WHR)	۰/۷۹±۰/۰۹۵	۰/۷۷±۰/۰۸۲	۰/۷۸±۰/۰۷۴	۰/۷۷±۰/۴۱۵	۰/۷۸±۰/۰۴۷	۰/۷۶±۰/۰۴۱	۰/۸۰±۰/۰۲۶	۰/۷۸±۰/۰۲۵
ml/kg/ VO$_2$max (min	۳۴/۹۸±۲/۱۸	۳۵/۸۵±۱/۹۶	۳۷°/۹۴±۳/۰۴†	۳۳/۸۷±۳/۲۵	۳۵/۵۹±۲/۹۳	۳۶/۲۲±۲/۴۴	۳۳/۰۱±۲/۷۷	۳۲/۱۱±۲/۰۹
پرس سینه (kg)	۳۰/۴۳±۳/۹۳	۳۴/۱۴±۴/۳۳	۳۴/۸۵±۴/۳۱	۲۹/۷۱±۴/۶۳	۳۷°/۷۱±۶/۵۷†	۳۱/۵۷±۴/۳۹	۳۲/۶۹±۴/۶۶	۳۱/۵۱±۴/۱۹
نیم اسکات (kg)	۴۴/۸۶±۵/۶۶	۴۶/۳۶±۵/۹۲	۴۷°/۲۸±۶/۷۵*†	۵۱/۵±۶/۸۶	۴۸/۳۶±۶/۹۰	۵۰/۸۵±۶/۵۶	۴۶/۱۲±۶/۲۹	۴۵/۳۷±۵/۹۹
همانو کریت (g/dl)	۴۲/۵۴±۱/۶۹	۴۱/۶۰±۲/۰۴	۴۱/۲۰±۲/۱۳	۴۴/۸۷±۱/۴۶	۴۳/۶۵±۱/۱۴	۴۳/۳۸±۱/۳۲	۴۳/۰۲±۱/۵۳	۴۱/۸۸±۲/۱۶
هموگلوبین (g/dl)	۱۳/۸۷±۰/۴۷	۱۳/۵۴±۰/۷۹	۱۳/۴۴±۰/۷۴	۱۵/۱۸±۰/۳۱	۱۴/۸۰±۰/۳۷	۱۴/۴۲±۰/۵۵	۱۴/۱۳±۰/۶۶	۱۳/۸۸±۰/۸۹

°اختلاف معنادار با گروه کنترل؛ *اختلاف معنادار با گروه استقامتی؛ †تغییر معنادار نسبت به پیش از تمرین

[Downloaded from tbstj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

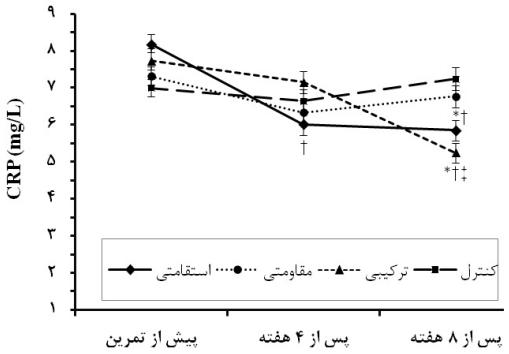


نمودار ۱: مقادیر IL-۱۸ سرم؛ *اختلاف معنادار بین گروه‌های ترکیبی و مقاومتی در چهار و هشت هفته پس از تمرین؛ اختلاف معنادار بین گروه‌های تمرین استقامتی و مقاومتی در هشت هفته پس از تمرین

یک روز قبل از اجرای آزمون‌ها و خون‌گیری، نوع و مقدار غذای مصرفی آن‌ها در اختیار آزمونگر بود تا کمترین تأثیر را بر نتایج داشته باشد. به‌منظور کنترل دقیق‌تر، روند قاعدگی آزمودنی‌ها مورد توجه قرار گرفت تا زمان خون‌گیری برای آزمودنی‌ها در روزهای پایانی مرحله فولیکولار قرار گیرد.

برنامه تمرینات

تمرینات گروه استقامتی بر طبق جدول ۱ و به مدت هشت هفته و با توالی سه جلسه در هفته اجرا شد. در شروع تمرینات استقامتی، شدت فعالیت برابر با ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه (MHR) بود که به تدریج به ۸۰ درصد و زمان از ۱۵ دقیقه به تدریج به ۴۰ دقیقه افزایش پیدا نمود (۱۸). همچنین، تمرینات مقاومتی همانند تمرینات استقامتی به مدت هشت هفته و با توالی سه جلسه در هفته اجرا شد (جدول ۱). تمرینات مقاومتی به‌صورتی طراحی شد که بین هر ست ۱-۲ دقیقه استراحت و بین هر ایستگاه ۳-۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته شده بود. اصل اضافه‌بار براساس برنامه و بهبود قدرت و استقامت و با توجه به اندازه‌گیری ۱-RM در پایان هفته چهارم افزایش یافت (۱۸). تمرین گروه ترکیبی، تلفیقی از هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی بود که مشابه دو گروه دیگر تمرینی اجرا شد. شیوه اجرا به گونه‌ای بود که تمرینات مقاومتی همواره پیش از تمرینات



نمودار ۲: مقادیر CRP سرم؛ * اختلاف معنادار با گروه کنترل در هشت هفته پس از تمرین؛ † تغییر معنادار نسبت به پیش از تمرین؛ ‡ تغییر معنادار نسبت به هفته چهارم

استقامتی اجرا شد تا از خستگی زودرس ناشی از تمرین استقامتی جلوگیری شود.

اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش

قد افراد با استفاده از دستگاه قدسنج مدل seca-۲۰۶، وزن با ترازوی پزشکی مدل seca ساخت کشور آلمان، نسبت دور کمر به لگن با متر نواری، درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر مدل laffayette ساخت کشور آمریکا و روش سه‌نقطه‌ای جکسون پولاک (Jackson Pollock) (۱۹) و قدرت عضلانی و مقدار یک تکرار بیشینه (۱-RM) با وزنه‌های آزاد و با استفاده از روش برزیکی (Brzycki) (۱۹) مورد اندازه‌گیری و محاسبه قرار گرفت. برای اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_2max) از آزمون ۲۰ متر شاتل ران که روایی آن براساس گزارش Leger و همکاران (۱۹۸۷) برای این گروه سنی (r: ۰/۹۰) است، استفاده و مقدار آن با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۲۰):

VO_2max= ۳۱ /۰۲۵ + ۳/۲۳۸

سن × سرعت × ۰/۱۵۳۶ × (سن) × ۳/۲۴۸ - (سرعت)

برای اندازه‌گیری متغیرهای خونی، عمل خون‌گیری ابتدا ۲۴ ساعت پیش از شروع برنامه‌های تمرینی و با رعایت ۱۲ ساعت ناشتای شبانه، انجام شد. خون‌گیری مرحله دوم پس از چهار هفته تمرین و مرحله پایانی پس از هشت هفته و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینات با شرایط

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

مشابه دو مرحله قبلی انجام شد. نمونه‌های خونی در حالت استراحت و به‌صورت نشسته از ورید دست راست و به مقدار ۱۰cc گرفته شد. نمونه‌ها به‌منظور انجام آزمایشات لازم در تیوپ‌های حاوی ماده ضدانعقاد (EDTA) ریخته شد و در زمان معین به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰rpm سانتریفوژ شده و سرم‌ها جداسازی و در دمای ۲۰- فریز و نگهداری شد. برای اندازه‌گیری سطوح IL-18 سرم از کیت ELAISA Human IL-18 Platinum (Ebio Bendermed) ساخت شرکت Roche آلمان و برای اندازه‌گیری CRP سرم از کیت Hitachi q۱۲ استفاده شد.

روش‌های آماری

از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین‌ها و درصد تغییرات استفاده شد. برای تعیین طبیعی بودن توزیع متغیرها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسه تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی برحسب شرایط، آزمون فاکتوریال مخلوط (تحلیل واریانس بین‌گروهی با اندازه‌های تکراری)، آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌های تکراری، آزمون ویلکس لمبدا و آزمون تحلیل واریانس بین‌گروهی مورد استفاده قرار گرفت. حداقل سطح معناداری P< ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج

یافته‌های مربوط به متغیرهای پژوهش در گروه‌های تمرینی و کنترل در جدول ۲ ارائه شده است. یافته‌ها نشان داد در گروه استقامتی VO_2max با گروه کنترل، در گروه مقاومتی قدرت پرس سینه در آزمون میانی (پایان هفته چهارم) و پایانی (پایان هفته هشتم) با گروه کنترل و در نیم اسکات پا با گروه استقامتی و کنترل اختلاف معناداری داشت (P< ۰/۰۵). همچنین در گروه استقامتی مقادیر VO_2max، توده بدن و نمایه توده بدن، در گروه مقاومتی قدرت پرس سینه و نیم اسکات پا و در گروه تمرینات ترکیبی قدرت پرس سینه در پایان هشت هفته تمرین نسبت به پیش از تمرینات تغییر معناداری مشاهده شد (P< ۰/۰۵).

یافته‌ها نشان داد مقادیر IL-18 در گروه تمرینات ترکیبی در آزمون‌های میانی و پایانی و در گروه استقامتی در پایان تمرینات به‌طور معناداری کمتر از گروه مقاومتی بود (P< ۰/۰۵)؛ اما بین سایر گروه‌ها تفاوتی وجود نداشت. همچنین در مقادیر IL-18 در هیچ‌یک از گروه‌ها در مراحل مختلف اندازه‌گیری، تغییر معناداری مشاهده نشد (نمودار ۱).

در مقادیر CRP (جدول ۲) بین گروه‌های تمرینات ترکیبی و استقامتی با گروه کنترل پس از هشت هفته تمرین اختلاف معناداری مشاهده شد (P< ۰/۰۵). یافته‌ها نشان داد در گروه تمرین استقامتی در آزمون‌های میانی و پایانی نسبت به پیش از تمرین، مقادیر CRP به‌طور معناداری کاهش یافته بود (P< ۰/۰۵). همچنین مقادیر CRP در گروه ترکیبی در پایان تمرینات نسبت به هفته چهارم و پیش از تمرین، کاهش معناداری نشان داد (P< ۰/۰۵). مقادیر این متغیر در گروه مقاومتی در آزمون میانی نسبت به قبل فعالیت کاهش یافته؛ اما این کاهش معنادار نبود. در آزمون پایانی سطح این متغیر افزایش یافته بود.

بحث و نتیجه گیری

یافته‌ها نشان داد مقادیر IL-18 در گروه تمرینات ترکیبی (۱۰/۳ درصد در آزمون میانی و ۸/۶ درصد در آزمون پایانی) و در گروه تمرین استقامتی (۱۲/۱ درصد در آزمون پایانی) نسبت به گروه مقاومتی کاهش یافته بود که به‌نظر می‌رسد این کاهش نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت تمرینات هوازی و ترکیبی می‌باشد و این تغییرات در مقایسه با تمرینات مقاومتی یک روند طبیعی بوده است. در گروه تمرین مقاومتی در آزمون میانی ۸/۱ درصد افزایش (عدم معناداری) نسبت به آزمون اولیه مشاهده شده که این مقدار در پایان تمرینات بدون کاهش معنادار نسبت به آزمون اولیه (۱/۴ درصد) و نسبت به آزمون میانی (۹/۵ درصد) بود. همچنین

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

کاهش مقادیر CRP در گروه تمرین استقامتی (۲۱/۸ درصد در آزمون میانی و ۲۲/۱ درصد در آزمون پایانی) و ترکیبی (۲۳/۹ درصد در آزمون پایانی) در پایان تمرینات نسبت به پیش از آن نیز طبیعی به‌نظر می‌رسد. فعالیت‌های ورزشی در یکی از دو انتهای پیوستاری قرار گرفته‌اند که در یک سوی آن فعالیت‌های استقامتی و در انتهای دیگر فعالیت‌های قدرتی قرار دارند. در فاصله بین این دو، معمولاً ورزش‌هایی قرار می‌گیرند که فرد براساس ماهیت این‌گونه ورزش‌ها ناچار است از تمرینات ترکیبی استقامتی و قدرتی استفاده کند. اکثر تحقیقات، پاسخ التهابی فاز حاد و سایتوکاین‌ها را در مورد فعالیت‌هایی نظیر تمرینات استقامتی و قدرتی مطالعه کرده‌اند (۱،۲،۱۲)؛ این در حالی است که اطلاعات بسیار محدودی در زمینه آثار تمرینات ترکیبی (فعالیت‌های مقاومتی و استقامتی همزمان) بر عملکرد دستگاه ایمنی افراد غیرفعال وجود دارد. گزارش‌های پژوهشی نشان می‌دهد، به‌طور کلی اجرای فعالیت‌های بدنی منظم موجب کاهش سطح سایتوکاین‌های التهابی می‌شود (۲۱). هرچند این ادعا در بیشتر پژوهش‌ها مورد تأیید قرار گرفته است؛ اما به‌نظر می‌رسد نوع فعالیت بر میزان تغییرات اثرگذار است. در پژوهش Kohut و همکاران (۲۰۰۶) پس از ۱۰ ماه تمرین استقامتی، سطوح CRP و IL-18 کاهش یافته بود؛ ولی در گروه مقاومتی تغییری مشاهده نشد. بدیهی است که دویدن روی تریدمیل که می‌تواند ویژگی فعالیت‌های تمرینی اجباری را داشته باشد با دویدن معمولی متفاوت می‌باشد و ممکن است آثار التهابی و ضدالتهابی آن نیز تفاوت داشته باشد (۱۲). به‌نظر می‌رسد کاهش سایتوکاین‌های التهابی پس از تمرینات استقامتی که در مطالعه‌ی حاضر نیز چنین یافته‌ای حاصل شد، یک سازگاری طبیعی باشد که می‌توان این اثر را ناشی از کاهش احتمالی توده چربی بدن و ماهیت ضدالتهابی تمرینات هوازی با شدت متوسط دانست. در خصوص این ادعا، Leick و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند، هشت هفته تمرین با شدت بالا از نوع هوازی بیان IL-18 mRNA در بافت چربی شکمی را در مردان ۱۴ و در زنان تا ۲۵ درصد کاهش می‌دهد (۱۳). در واقع، کاهش IL-18 در اثر تمرینات هوازی نشانه‌ای از کاهش التهاب مزمن است و به‌نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی نمی‌تواند همانند تمرینات استقامتی یا ترکیبی از تمرینات مقاومتی بر بهبود التهاب مزمن اثرگذار باشد. این خود می‌تواند نشانه‌ای از اثرگذاری تمرینات استقامتی بر بافت چربی باشد که مانع ترشح سایتوکاین‌های التهابی می‌شود. ممکن است یکی از دلایل کاهش IL-18، کاهش مقادیر CRP باشد. ارتباط بین CRP و IL-18 پیش از این نیز گزارش شده است (۱). احتمالاً کاهش مقادیر CRP در گروه تمرینات استقامتی و ترکیبی آثار مهاری خود را بر IL-18 اعمال کرده است.

سازگاری به تمرینات بدنی به‌ویژه تمرینات هوازی، در کاهش پاسخ شاخص‌های مرحله‌ی حاد التهاب مانند CRP نیز اثرگذار می‌باشد (۱۵). در مطالعه حاضر، سطح سرمی CRP در گروه تمرینات استقامتی به‌طور معناداری کاهش یافته بود که این کاهش با گروه تمرینات مقاومتی اختلاف معناداری داشت. از این نظر یافته پژوهش حاضر با مطالعه Lindegaard و همکاران (۲۰۰۸) هم‌خوانی دارد. آن‌ها گزارش نمودند که ۱۶ هفته تمرین اینتروال استقامتی و مقاومتی موجب کاهش IL-18 در هر دو گروه استقامتی مقاومتی و کاهش CRP فقط در گروه استقامتی شده است (۱۴). آن‌ها این کاهش را ناشی از بهبود عملکرد دستگاه ایمنی در اثر سازگاری به تمرینات هوازی با شدت پایین تا متوسط دانستند. پیش از این نیز مشاهده شده است، کاهش التهاب مزمن می‌تواند در کاهش التهاب حاد پس از سازگاری به تمرینات ورزشی اثرگذار باشد. از این رو کاهش مقادیر CRP پس از این‌گونه تمرینات ممکن است طبیعی باشد (۱۷). اینکه دلیل عدم تغییر مقادیر این دو متغیر در اثر تمرینات مقاومتی چه عاملی بوده است، خود می‌تواند فرضیه‌ای برای مطالعات بیشتر باشد. از آنجایی که ماهیت تمرینات مقاومتی افزایش توده عضلانی است و غالباً برخلاف تمرینات هوازی کمتر موجب کاهش متابولیسم بافت چربی می‌شود، این نتایج قابل پیش‌بینی است.

به هر ترتیب، تغییرات سطوح CRP و IL-18 در طی این مدت حاکی از آن است که شدت التهاب در این افراد خفیف بوده است. از نتایج تحقیق حاضر این گونه استنباط می‌شود

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

که ترکیب تمرین قدرتی و استقامتی بر عملکرد ایمنی مؤثر است و استفاده از آن به افراد سالمی که به‌دنبال دستیابی به آمادگی جسمانی هستند، توصیه می‌شود. همچنین افزودن تمرین قدرتی به برنامه تمرین استقامتی به‌عنوان عامل مخل در عملکرد سیستم ایمنی افراد غیرورزشکار مطرح نیست و حتی می‌تواند در بهبود آن مؤثر باشد.

حمایت مالی

هیچ گونه حمایت مالی برای این پژوهش وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش کلیه ملاحظات اخلاقی درباره آزمودنی ها رعایت شد؛ ازاین‌رو از همکاری صمیمانه آنها سپاسگزاری می شود.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ گونه تضاد منافع وجود ندارد و سهم افراد برابر است.

References

1. Molanouri SM, Alinejad H, Amani SS, Asghari JM, Talebi BK. Anti-inflammatory effects of a bout of circuit resistance exercise with moderate intensity in inactive obese males. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci Health Ser 2011; 19(5):598-609 (Persian).
2. Albert MA, Ridker PM. The role of C-reactive protein in cardiovascular disease risk. Curr Cardiol Rep 1999; 1(2):99-104.
3. Colbert LH, Visser M, Simonsick EM, Tracy RP, Newman AB, Kritchevsky SB, et al. Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: findings from The Health, Aging and Body Composition Study. J Am Geriatr Soc 2004; 52(7):1089-104.
4. Mallat Z, Corbaz A, Scoazec A, Besnard S, Lesèche G, Chvatchko Y, et al. Expression of interleukin-18 in human atherosclerotic plaques and relation to plaque instability. Circulation 2001; 104(14):1598-603.
5. Finotto S, Siebler J, Hausding M, Schipp M, Wirtz S, Klein S, et al. Severe hepatic injury in interleukin 18 (IL-18) transgenic mice: a key role for IL-18 in regulating hepatocyte apoptosis in vivo. Gut 2004; 53(3):392-400.
6. Esposito K, Pontillo A, Ciotola M, Di Palo C, Grella E, Nicoletti G, et al. Weight loss reduces interleukin-18 levels in obese women. J Clin Endocrinol Metab 2002; 87(8):3864-6.
7. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. J Am Coll Cardiol 2005; 45(10):1563-9.
8. Tuomisto K, Jousilahti P, Sundvall J, Pajunen P, Salomaa V. C-reactive protein, interleukin-6 and tumor necrosis factor alpha as predictors of incident coronary and cardiovascular events and total mortality. A population-based, prospective study. Thromb Haemost 2006; 95(3):511-8.
9. Mora S, Cook N, Buring JE, Ridker PM, Lee IM. Physical activity and reduced risk of cardiovascular events: potential mediating mechanisms. Circulation 2007; 116(19):2110-8.
10. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. J Am Coll Cardiol 2005; 45(10):1563-9.
11. Blair SN, Cheng Y, Holder JS. Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? Med Sci Sports Exerc 2001; 33(6 Suppl):S379-99.
12. Kohut ML, McCann DA, Russell DW, Konopka DN, Cunnick JE, Franke WD, et al. Aerobic exercise, but not flexibility/resistance exercise, reduces serum IL-18, CRP, and IL-6 independent of beta-blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. Brain Behav Immun 2006; 20(3):201-9.
13. Leick L, Lindegaard B, Stensvold D, Plomgaard P, Saltin B, Pilegaard H. Adipose tissue interleukin-18 mRNA and plasma interleukin-18: effect of obesity and exercise. Obesity 2007; 15(2):356-63.
14. Lindegaard B, Hansen T, Hvid G, van Hall G, Plomgaard P, Ditlevsen S, et al. The effect of strength and endurance training on insulin sensitivity and fat distribution in human immunodeficiency virus-infected patients with lipodystrophy. J Clin Endocrinol Metab 2008; 93(10):3860-9.

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

15. Wong PC, Chia MY, Tsou IY, Wansaicheong GK, Tan B, Wang JC, et al. Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. Ann Acad Med Singapore 2008; 37(4):286-93.
16. Plomgaard P, Penkowa M, Pedersen BK. Fiber type specific expression of TNF-alpha, IL-6 and IL-18 in human skeletal muscles. Exerc Immunol Rev 2005; 11:53-63.
17. Bruun JM, Stallknecht B, Helge LH, Richelse B. Interleukin-18 in plasma and adipose tissue: effects of obesity, insulin resistance, and weight loss. Eur J Endocrin 2007; 157(4):465-71.
18. Ghahremanloo E, Agha-Alinejad H, Gharakhanlou R. Comparision of the effect of endurance training, strength and parallel (combined strength and endurance) on maximum strength and body composition in untrained men. Olympic 2007; 40:45-58.
19. Heyward V, Gibson A. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 7th ed. Champaign: Human Kinetics; 2014.
20. Mahar MT, Guerieri AM, Hanna MS, Kemble CD. Estimation of aerobic fitness from 20-m multistage shuttle run test performance. Am J Prev Med 2011; 41(4 Suppl 2):117-23.
21. Shalamzari SA, Alinejad HA, Gharakhanlou R, Shamsi MM, Badrabadi KT. The effect of body composition and physical activity on basal levels of insulin, glucose, IL-18, IL-6 and CRP and their relationship with insulin resistance. Iran J Endocrin Metab 2009; 11(6):699-706.

[Downloaded from tbsrj.mazums.ac.ir on 2026-11-06]