University of Birjand

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport *Research Paper*
Spring & Summer 2020, 8(15): 126-139
Received: Nov 4, 2017 *Accepted: Jul 8,2018*

The effect of 8 weeks strength - endurance training at morning and evening on interlukin-6 and C-reactive protein in overweight men

Mohsen Akbarpour[1]*, Abozar Jahanmehr[2]

1. Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Qom, Qom, Iran.
2. MSc in Physical Education and Sport Sciences, University of Qom, Qom, Iran.

Abstract

Background and Aim: The inflammatory markers induce changes in body composition and edocrine activity that lead to diabetes and cardiovascular diseases, while active lifestyle and physical activity could improve these parameters. The aim of the present study was to determine the effect of 8 weeks combined strength and endurance training at morning and evening on Interlukin-6 (IL-6) and C-reactive protein (CRP) in overweight men. **Materials and Methods:** Fourty non- athletes overweight men (age: 24± 1.57 years and BMI: 28.22±3.6 kg/m^2) were randomly divided into two experimental and also two control groups for each morning and evening times. The training groups performed the combined training protocol three sessions per week for 8 weeks; while the control groups did not do any programs during the research period. Blood samples (5 cc) were taken from the participants at the beginning and also the end of 8th week in order to CRP and IL-6 determination. Further, IL-6 and CRP were measured using ELISA and Latex- agglutination methods respectively. The statistical analysis were performed by one-way analysis of variance (ANOVA) and LSD tests for between group and the dependent t-test for within group comparisons at the significant level of $p<0.05$. **Results:** The results showed that 8 weeks of combined training in the morning and evening decreased IL-6 ($p<0.01$ & $p<0.006$ respectively) and CRP ($p<0.03$ & $p<0.02$ respectively) in the experimental groups compared to control groups. **Conclusion**: Performing of combined training in the morning and evening could reduce the percentage of pre-inflammatory and cardiovascular risk factors; therefore, overweight men can be advised to take advantage of a strength-endurance training program regardless of training time.

Key words: Endurance training, Resistance training, Interlukin-6, C-reactive protein, Overweight men.

***Corresponding Author, Address: Department of Physical Education and Sports Sciences, University of Qom, Qom, Iran;**
Email: akbarpour.mohsen@gmail.com **DOI: 10.22077/JPSBS.2019.1094.1330**

نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش مقاله پژوهشی
بهار و تابستان ۱۳۹۹، دوره ۸، شماره ۱۵، ص ۱۳۹-۱۲۶
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰٤/۱۷
دانشگاه بیرجند

تاثیر ۸ هفته تمرین قدرتی - استقامتی در دو نوبت صبح و عصر بر اینترلوکین- ۶ و پروتئین واکنشی C در مردان دارای اضافه وزن

محسن اکبرپور[1*]، ابوذرجهانمهر[2]

۱. دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران.
۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: شاخص‌های التهابی با ایجاد تغییر در ترکیب بدن و عملکرد هورمون‌ها، منجر به ایجاد بیماری های قلبی- عروقی و دیابت می شوند؛ در حالی که سبک زندگی فعال و انجام فعالیت های بدنی، ممکن است منجر به بهبود این شاخص ها شوند. لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرین ترکیبی قدرتی- استقامتی در دو نوبت صبح و عصر بر اینترلوکین-۶ (IL-6) و پروتئین واکنشی C (CRP) در مردان جوان دارای اضافه وزن بود. **روش تحقیق:** تعداد ۴۰ مرد غیر ورزشکار دارای اضافه وزن (با میانگین سنی ۱/۵۷±۲۴ سال و شاخص توده بدن ۳/۶±۲۸/۲۲ کیلوگرم بر متر مربع) به صورت تصادفی به دو گروه تمرینی و دو گروه کنترل صبح و عصر تقسیم شدند. گروه های تمرینی به مدت ۸ هفته برنامه تمرین ترکیبی که شامل تمرین قدرتی و استقامتی را اجرا کردند، اما گروه های کنترل در مدت زمان مداخله، در هیچ گونه برنامه تمرینی منظم شرکت نکردند. از آزمودنی ها قبل و پس از ۸ هفته، ۵ میلی لیتر خون سیاهرگی جهت اندازه گیری IL-6 و CRP گرفته شد. IL-6 با استفاده از روش الایزا و CRP با استفاده از روش لاتکس– آگلوتیناسیون مورد سنجش قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک سویه و آزمون تعقیبی LSD برای مقایسه های بین گروهی؛ و آزمون t وابسته برای مقایسه های درون گروهی، در سطح معنی داری $p<۰/۰۵$ انجام گرفت. **یافته ها:** اجرای ۸ هفته تمرین ترکیبی در زمان صبح و عصر باعث کاهش سایتوکان التهابی IL-6 (به ترتیب با $p=۰/۰۱$ و $p=۰۰/۰۶$) و CRP (به ترتیب با $p=۰/۰۳$ و $p=۰/۰۲$) شد. **نتیجه گیری:** تمرین ترکیبی در زمان صبح و عصر سبب کاهش درصدی عوامل پیش التهابی و خطرزای قلبی- عروقی می گردد. لذا مردان دارای اضافه وزن می توانند ترکیب تمرینات قدرت و استقامت را صرف نظر از زمان اجرا در صبح یا عصر، به منظور کاهش عوامل خطرزا بکار ببرند.

واژه های کلیدی:تمرینات استقامتی، تمرینات قدرتی، اینترلوکین-۶، پروتئین واکنشی C، مردان دارای اضافه وزن.

* نویسنده مسئول، آدرس: قم، دانشگاه قم، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی؛
پست الکترونیک:akbarpour.mohsen@gmail.com
DOI: 10.22077/JPSBS.2019.1094.1330

مقدمه

چاقی یکی از مهم ترین مشکلات سلامت عمومی در دنیای امروزی است. تغییر در شیوه زندگی و عادات غذایی مردم و تمایل آن ها در استفاده از غذاهای چرب و کاهش فعالیت بدنی؛ موجب گسترش روز افزون اضافه وزن در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه شده است (گروس[1]، ۲۰۰۶). این عارضه با متغیرهایی همچون تغییر در عملکرد طبیعی بدن، افزایش خطر ابتلاء به بیماری‌های خاص و پاسخ‌های روانی نامناسب در ارتباط بوده و عامل گسترش بیماری‌هایی چون سرخرگ کرونر، فشار خون، دیابت نوع دو و بیماری‌های قلبی- عروقی می‌باشد (باستارد[2] و دیگران، ۲۰۰۶) و در این میان، شناسایی عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی- عروقی دارای اهمیت بسیاری است (آبرامسون و واسکارینو[3]، ۲۰۰۲). یکی از عواملی که در بروز این بیماری‌ها نقش دارد، عوامل التهابی است. اهمیت این شاخص‌ها تا جایی است که به عنوان عامل پیش‌گویی کننده بیماری‌های قلبی- عروقی شناخته شده‌اند. از جمله این شاخص‌ها می توان به فیبرینوژن، مولکول های چسبان، اینترلوکین-۶[4] (IL-6)، پروتئین واکنشی C[5] (CRP) و عامل نکروز دهنده تومور آلفا[6] (TNF-α) اشاره کرد (دینگ[7] و دیگران، ۲۰۰۴).

برخی تحقیقات ارتباط بین چاقی و افزایش شاخص های التهابی با افزایش احتمال بروز بیماری قلبی- عروقی را گزارش کرده اند (دینگ و دیگران، ۲۰۰۴). بر همین اساس، اعتقاد بر آن است که افزایش فراتر از حد طبیعی شاخص های التهابی مانند IL-6 و CRP، منجر به التهاب مزمن خفیف می‌گردد. این شاخص ها نشانگر بیماری‌های مزمنی از جمله آرتریت مزمن، فشارخون، بیماری قلبی- عروقی، بیماری عروق محیطی، دیابت شیرین، پوکی استخوان و سرطان هستند (واگن ماکرس و پیدرسون[8]، ۲۰۰۶). تا امروز CRP به‌عنوان شاخصی حساس و غیراختصاصی، به‌طور وسیع مورد مطالعه قرار گرفته است. افزایش این پروتئین (به‌عنوان حساس‌ترین شاخص التهابی و پیش‌بینی کننده مستقل خطر قلبی- عروقی) باعث افزایش ۲ تا ۵ برابری خطر حوادث قلبی- عروقی می‌گردد. از طرف دیگر، IL-6 نیز اثرات مختلفی همچون تحریک سنتز پروتئین‌های مرحله حاد، فعال کردن محور هیپوتالاموس- هیپوفیز، و تولیدگرما را بدنبال دارد (واگن ماکرس و پیدرسون، ۲۰۰۶). شاخص IL-6 اغلب به‌عنوان یک سایتوکاین پیش التهابی نیز طبقه‌بندی می‌شود (واگن ماکرس و پیدرسون، ۲۰۰۶). نتیجه آن که بر اساس وجود رابطه قوی بین شاخص های التهابی و شیوع بیماری قلبی- عروقی، کاهش این شاخص‌ها منجر به کاهش حوادث قلبی- عروقی خواهد شد.

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که تعدیل شیوه زندگی، کاهش وزن و اجرای فعالیت بدنی، با کاهش IL-6 و CRP همراه است (اسپوزیتو[9] و دیگران، ۲۰۰۳؛ راین و نیکلاس[10]، ۲۰۰۴). اسپوزیتو و دیگران (۲۰۰۳) ضمن بررسی تاثیر کاهش وزن و تغییر سبک زندگی بر عوامل التهاب عروقی زنان چاق، دریافتند که داشتن سبک زندگی فعال همراه با کاهش وزن، منجر به کاهش شاخص‌های التهابی می شود. راین و نیکلاس (۲۰۰۴) نیز ضمن بررسی تاثیر ۶ ماه تمرین هوازی همراه با رژیم غذایی، کاهش IL-6 وCRP را متعاقب کاهش وزن گزارش کرده اند. از طرف دیگر، بعضی محققان با مطالعه تاثیر ۱۲ و ۱۰ هفته تمرین هوازی و قدرتی بر شاخص های التهابی، کاهش میزان CRP و عدم تغییر IL-6 را گزارش نموده اند (دونگس[11] و دیگران،۲۰۱۰؛ استیوارت[12] و دیگران، ۲۰۰۷). کوهات[13] و دیگران (۲۰۰۶) کاهش شاخص‌های CRP، IL-6 و TNF-α پس از ۱۰ ماه تمرین هوازی در افراد سالمند را مشاهده کرده اند؛ اما کریستیانسن[14] و دیگران (۲۰۱۰) عدم تغییر شاخص های التهابی را به دنبال ۱۲ هفته تمرین هوازی گزارش نموده‌اند. همان طور که می بینیم، تغییر در نوع، مدت و ماهیت فعالیت بدنی، نتایج متفاوتی را به دنبال داشته است. در بسیاری از فعالیت های بدنی، نوع فعالیت ورزشی و سیستم تولید انرژی، در ایجاد سازگاری مطلوب نقش تعیین کننده ای دارد. بر اساس اصل ویژگی تمرین که هر تمرینی سازگاری های خاص خود را ایجاد می کند، لزوم بررسی انواع مختلف فعالیت ورزشی حائز اهمیت است. همچنین با توجه به اثرات مفید هر دو تمرین قدرتی و استقامتی و به دلیل اختصاصی بودن آثار مرتبط بر آن ها، تاثیر ترکیب تمریناتی از این نوع، می‌تواند بر بهبود عملکرد بدنی و عوامل مرتبط با سلامتی جالب و تعیین کننده باشد (لی باردی[15] و دیگران، ۲۰۱۲).

1. Groves
2. Bastard
3. Abramson & Vaccarino
4. Interlukin-6
5. C-reactive protein
6. Tumor necrosis factor- α
7. Ding
8. Wagenmakers & Pedersen
9. Esposito
10. Ryan & Nicklas
11. Donges
12. Stewart
13. Kohut
14. Christiansen
15. Libardi

بر اساس شواهد موجود، بدن انسان در طول شبانه روز متحمل تغییرات زیادی می‌شود و در هر زمان، توانایی خاصی را بیشتر از خود بروز می دهد. این ریتم شبانه‌روزی (۲۴ ساعته) اعمال و رفتارهای مختلفی همچون الگوی خوابیدن- بیدارشدن، توانایی انجام فعالیت بدنی، ترشح هورمون ها از جمله کورتیزول، تولید سایتوکین ها و درجه حرارت بدن را تنظیم می کند (کاراندنت[1] و دیگران، ۲۰۰۶). نتایج بررسی‌های انجام‌شده نشان داده است که اوج تولید IL-1، IL-6، گیرنده IL-2 و TNF-α؛ بین ساعت ۱ تا ۴ صبح می‌باشد؛ در حالی که در طول روز کاهش می‌یابد (کوتلو و استراب[2]، ۲۰۰۸). افرادی که برای سلامتی ورزش می‌کنند، بهتر است از چنین تغییراتی آگاه باشند، تغییرات هورمونی و تعامل آن ها با فعالیت بدنی را بشناسند، و الگوی منظم روزانه‌ای را دنبال نمایند. نتایج برخی از گزارش ها حاکی از آن است که بیشتر حملات قلبی- عروقی در ساعت خاصی از روز، بخصوص در اوایل صبح اتفاق می‌افتند. در این خصوص برخی محققان همانند الدمیر و کلیک[3] (۲۰۰۵) با بررسی تأثیر یک جلسه تمرین زیر بیشینه هوازی صبح و عصر بر پلاکت‌های انسان، گزارش کرده‌اند که درصد این شاخص ها در زمان صبح بیشتر از عصر می باشد و نتیجتاً اجرای ترجیحی تمرین بدنی، در عصر مترجم است. این در حالی است که پلدگ[4] و دیگران (۲۰۱۱) ضمن بررسی تأثیر یک جلسه تمرین مقاومتی در صبح و عصر بر پاسخ کورتیزول و IL-6، تفاوت معنی‌داری بین غلظت این دو شاخص در صبح و عصر مشاهده نکرده اند. همچنین عصارزاده و دیگران (۲۰۱۲) با بررسی تاثیر تمرین هوازی در زمان صبح و عصر بر CRP و IL-6 مردان چاق، دریافته اند که علی رغم کاهش این شاخص ها به دنبال تمرین؛ تفاوت معنی‌داری در تغییر این شاخص ها در زمان صبح و عصر وجود ندارد.

با توجه به نقش مهم فعالیت بدنی و اختصاصی بودن آثار آن از یک سو و اهمیت تاثیر زمان اجرای فعالیت بدنی از سوی دیگر؛ و با توجه به اینکه اکثر تحقیقات انجام شده در این خصوص به بررسی اثر تاثیر یک جلسه تمرین بر عوامل خطرزای قلبی- عروقی در ساعت‌های مختلف از روز پرداخته؛ و یا مطالعه صرف اثر تمرین هوازی را مد نظر قرارداده اند و اثر تمرین قدرتی، به ویژه ترکیب تمرین قدرتی و استقامتی به خوبی مورد بررسی قرار نگرفته است؛ مطالعه بیشتر در این زمینه ضروری به نظر می رسد. به عبارت دیگر، تعیین اثر طولانی‌مدت (سازگاری) تمرینات بدنی ترکیبی (قدرتی- استقامتی) با اجرا در ساعات مختلف شبانه‌روز بر سطوح استراحت شاخص های پیش التهابی از اهمیت بالایی برخوردار است؛ از این رو، هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین ترکیبی قدرتی- استقامتی در زمان صبح و عصر، بر شاخص‌های التهابی CRP و IL-6 در مردان جوان دارای اضافه‌وزن بود.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با استفاده از طرح پیش آزمون و پس آزمون همراه با گروه کنترل است. در این مطالعه، ۴۰ مرد جوان دارای اضافه وزن سالم با میانگین سنی ۱/۵۷±۲۴ سال، میانگین وزن ۵/۴۰±۸۵/۹۱ کیلوگرم و شاخص توده بدن (BMI) ۳/۶±۲۸/۲۲ کیلوگرم بر متر مربع از میان ۲۴۳ دانشجوی دانشگاه قم که دروس عمومی تربیت‌بدنی را اخذ کرده و داوطلب شرکت در این تحقیق بودند، انتخاب شدند. این افراد به‌صورت تصادفی ساده در ۴ گروه شامل گروه های کنترل صبح (۱۰ نفر)، کنترل عصر (۱۰ نفر)، تجربی صبح (۱۰ نفر) و تجربی عصر (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

یکی از شاخص‌های ورود داوطلبان به تحقیق، داشتن سطح سلامت عمومی جسمانی و روانی بود که با استفاده از پرسشنامه سلامت عمومی گلدبرگ[5] با روایی ۰/۹۰ و پایایی ۰/۸۸ بررسی شد (حائری، ۲۰۱۶). دیگر معیار ورود، داشتن BMI بالای ۲۵ بود. معیار عدم ورود به تحقیق داشتن یکی از بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت، اختلالات هورمونی، بیماری‌های کلیوی و کبدی، جراحی، سیگاری بودن و هر گونه مداخله درمانی موثر بر نتایج آزمایشگاهی بود و این اطلاعات توسط پرسشنامه سابقه پزشکی بررسی شد. قبل از انجام مداخلات، به منظور همگن سازی، ۴ گروه شرکت کننده بر اساس سن، وزن و BMI مقایسه شدند و به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت. کلیه شرکت‌کنندگان اطلاعات مکتوب در خصوص مطالعه را دریافت

1. Carandente
2. Cutolo & Straub
3. Aldmir & Kilic
4. Pledge
5. Goldberg

نموده و پس از مطالعه، از آن‌ها خواسته شد تا رضایت‌نامه کتبی را امضا نمایند. تحقیق حاضر زیر نظر کارشناس خبره آزمایشگاهی و متخصصان فیزیولوژی ورزشی انجام شد. آزمودنی ها در یک جلسه با نحوه انجام فعالیت ورزشی و نحوه خون گیری آشنا شدند. مشخصات عمومی آزمودنی ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات عمومی آزمودنی ها (میانگین ±انحراف معیار)

گروه / متغیر	تمرین صبح	تمرین عصر	کنترل صبح	کنترل عصر
سن (سال)	۲۳/۴۴±۱/۸۲	۲۴/۱۱±۱/۵۱	۲۵/۲۲±۱/۴۲	۲۳/۲۵±۱/۶۴
وزن (کیلوگرم)	۹۳/۷۷±۹/۶۲	۸۸/۲۲±۳/۴۱	۸۳/۵۵±۴/۳۲	۷۸/۱۲±۴/۳۴
قد (سانتی متر)	۱۷۹/۵۵±۶/۲۴	۱۷۶/۴۴±۷/۱۳	۱۷۲/۵۵±۵/۷۲	۱۶۸/۶۲±۵/۱۱
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه)	۳۰/۷۹±۵/۱۲	۲۸/۶۵±۳/۲۲	۲۶/۶۳±۴/۵۴	۲۷/۳۰±۵/۳۵
شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	۲۸/۷۳±۳/۲۵	۲۸/۷۷±۲/۸۸	۲۸/۰۴±۳/۵۵	۲۷/۳۷±۴/۶۳
چربی بدن (درصد)	۲۷/۷۰±۱/۱۶	۲۶/۴۲±۲/۷۰	۲۵±۱/۲۴	۲۶/۵۷±۱/۴۵

برای اندازه گیری وزن از ترازوی دیجیتالی آلمانی با دقت ۰/۱± کیلوگرم بدون کفش با حداقل لباس استفاده شد. قد افراد با استفاده از قد سنج دیواری مدل ۴۴۴۴۰ ساخت شرکت کاوه با دقت ۰/۱ ± سانتی‌متر در وضعیت ایستاده کنار دیوار بدون کفش و در حالی‌که کتف‌ها در شرایط عادی بودند؛ اندازه‌گیری شد. متغیر BMI از تقسیم وزن فرد (کیلوگرم) به مجذور قد (متر) محاسبه شد. درصد چربی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه بوکا آنالایزر[1] ساخت کشور کره محاسبه گردید. همچنین برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی[2] (VO_{2max}) از آزمون ۲۴۰۰ متر دویدن و راه رفتن کوپر استفاده شد؛ بدین صورت که از شرکت کنندگان خواسته شد تا مسافت مورد نظر را در سریع‌ترین زمان ممکن در پیست بدوند یا راه بروند. در پایان، زمان سپری‌شده (به دقیقه و ثانیه) و ضربان قلب (تعداد در دقیقه) ثبت شد و در معادله برآورد VO_{2max} قرار گرفت (تاناکا[3] و دیگران، ۲۰۰۱).

گروه تمرین صبحگاهی در ساعت ۷ صبح پس از صرف صبحانه بسیار سبک و یک ساعت قبل از تمرین؛ و گروه تمرین عصرگاهی در ساعت ۶ عصر به اجرای پروتکل تمرین منتخب (ترکیب تمرین قدرتی- استقامتی) پرداختند. ابتدا میزان حداکثر ضربان قلب با استفاده از معادله (سن× ۰/۷)-۲۰۸ برای هر فرد محاسبه شد (تاناکا و دیگران، ۲۰۰۱). تمرینات به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه به اجرا درآمد. هر جلسه تمرین شامل سه مرحله بود. ابتدا ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کردن به‌صورت راه رفتن سریع، دویدن آهسته و حرکات کششی - نرمشی با ۵۵– ۴۵ درصد حداکثر ضربان قلب به اجرا در آمد. در ادامه آزمودنی ها به اجرای برنامه اصلی شامل تمرین مقاومتی با ۱۱ حرکت (ایستگاه) شامل حرکات پرس با دستگاه، پرس سینه، جلو پا با دستگاه، پشت بازو سیم‌کش، ساق پا نشسته، خم کردن زانو با دستگاه، جلو بازو با هالتر، سیم‌کش از طرفین، حرکت قدامی پا، دراز و نشست و فیله کمر پرداختند که با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه در هفته اول شروع شد و به ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه در هفته آخر رسید (جدول۲). پس از تمرینات مقاومتی و به دنبال ۲۰ دقیقه بازگشت به حالت اولیه، آزمودنی‌های گروه‌های تجربی به اجرای تمرین استقامتی شامل دویدن با شدت ۷۰ الی ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب از هفته اول تا هفته آخر پرداختند (جدول۳). در کل، مجموع مدت زمان تمرین فعال آزمودنی های گروه تجربی بدون در نظر گرفتن زمان ریکاوری و گرم کردن و سرد کردن در ۴ هفته اول به حدود ۲۷ دقیقه؛ و در ۴ هفته دوم به حدود ۳۶ دقیقه رسید (توفیقی و دیگران، ۲۰۱۲). گروه کنترل در طول دوره تحقیق، در هیچ فعالیت ورزشی منظمی شرکت نکردند.

1. Boca analazer
2. Maximul oxygen uptake
3. Tanaka

جدول ۲. جزئیات برنامه تمرین قدرتی گروه های تجربی

هفته ها	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
شدت (درصد یک تکرار بیشینه)	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵	۸۰	۸۰	۸۵	۸۵
نوبت ها (نوبت ها)	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲
تکرار	۱۲	۱۲	۱۰	۱۰	۸	۸	۶	۶
استراحت بین ایستگاه ها (ثانیه)	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
استراحت بین نوبت ها (ثانیه)	-	-	-	-	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰

جدول ۳. جزئیات برنامه تمرین استقامتی گروه های تجربی

هفته ها	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
شدت (درصد حداکثر ضربان قلب)	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵	۸۰	۸۰	۸۵	۸۵
زمان (دقیقه)	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، خون‌گیری در دو مرحله قبل از شروع تمرینات (هفته صفر) و ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (هفته هشتم) جهت بررسی اثر تمرین و تغییرات ساعات روزانه بر متغیرهای تحقیق صورت گرفت. در مرحله اول، از آزمودنی‌های هر گروه خواسته شد تا ۲ روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت ورزشی انجام ندهند و رژیم غذایی معمول خود را حفظ کنند. ۵ سی‌سی خون بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی از سیاهرگ آرنجی دست چپ در وضعیت نشسته و در حالت استراحت از آزمودنی‌های گروه تمرین صبحگاهی و کنترل صبحگاهی در ساعت ۸ صبح و از گروه تمرین عصرگاهی و کنترل عصرگاهی، در ساعت ۶ عصر گرفته شد. دما و ساعت آزمون ثبت شد تا در مراحل بعدی نیز این شرایط حفظ گردد. پس از خون‌گیری، بلافاصله نمونه ها سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور/ دقیقه، به مدت ۱۰ دقیقه) شدند و سرم جدا و تا روز آزمایش در یخچال و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پس از این مرحله، آزمودنی‌های گروه‌های تجربی به مدت ۸ هفته به اجرای برنامه تمرینی ترکیبی (قدرتی- استقامتی) پرداختند و ۴۸ ساعت پس از آن، نمونه گیری دوم در شرایط مشابه پیش آزمون، عینا تکرار شد.

به منظور اندازه گیری متغیرهای بیوشیمیایی، ابتدا نمونه‌ها از فریزر خارج و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگه داشته شدند. سپس نمونه ها ۵ مرتبه سروته شدند تا گرادیان غلظت ناشی از فریز و ذوب برطرف شده و غلظت نمونه‌ها یکدست شود. IL-6 به روش کمّی و با استفاده از روش الایزا[1] استفاده کیت IL-6 انسانی[2] با درجه حساسیت ۰/۱ میلی مول/دسی لیتر و CRP با استفاده از روش لاتکس- آگلوتیناسیون[3] و بهره برداری از کیت CRP با درجه حساسیت ۰/۲ میکروگرم/میلی لیتر به شماره E-80CRP مورد سنجش قرار گرفت. اطلاعات مربوط به رژیم غذایی آزمودنی‌ها توسط پرسشنامه ۲۴ ساعته یاد آمد خوراک در دو نوبت هفته اول و هفته هشتم در طول برنامه فعالیت بدنی توسط آزمودنی در برگه مخصوص رژیم غذایی ثبت گردید. جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌های این پرسشنامه، ابتدا مواد غذایی مصرف‌شده به گرم تبدیل شدند و سپس با استفاده از نرم‌افزار تغذیه دورسلی[4] اطلاعات مربوط به رژیم غذایی تجزیه و تحلیل گردیده و میزان درشت مغذی‌ها تعیین شدند (جدول ۴). در این مطالعه، امکان کنترل انگیزش و عوامل ژنتیکی و وراثتی آزمودنی ها که ممکن است بر نتایج تحقیق اثرگذار باشد، برای محقق میسر نبود.

1. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)
2. Human interleukin-6- ELISA Kit
3. Latex - agglutination
4. Dorosly food processor (NIII, FP)

جدول ۴. تغییرات (میانگین و انحراف معیار) میزان دریافت انرژی روزانه و درشت مغذی های در گروه‌های تجربی و کنترل

متغیرها	گروه ها	پیش آزمون (هفته اول)	پس آزمون (هفته هشتم)
انرژی دریافتی روزانه (کالری)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۱۸۹۴/۲۰±۲۵۱	۲۱۰۷/۴۰±۲۹۱/۵۲
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۱۹۳۵/۷۰±۲۸۶/۹۱	۱۹۷۳/۵۵±۲۹۷/۱۴
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۱۹۱۶/۲±۱۹۵/۸۰	۲۱۴۷/۹۱±۳۱۱/۷۲
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۱۸۷۳/۴۰±۲۱۹/۵۳	۱۹۳۸/۶۰±۲۶۲/۹۱
کربوهیدرات (گرم)، درصد انرژی دریافتی	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۲۹۳/۶۰±۴۱/۱۵ (٪۶۲)	۳۳۷/۱۰±۴۶/۳۰ (٪۶۴)
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۳۰۴/۹۰±۳۱/۹۱ (٪۶۳)	۳۱۰/۸۰±۴۰/۲۰ (٪۶۳)
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۲۹۷/۰۰±۳۹/۵۲ (٪۶۲)	۳۲۷/۵۰±۳۴/۲۱ (٪۶۱)
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۱۸۵/۱۶±۳۷/۳۱ (٪۶۱)	۳۰۰/۴۰±۳۶/۴۳ (٪۶۲)
چربی (گرم) درصد انرژی دریافتی	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۵۰/۵۰±۵/۲۱ (٪۲۴)	۵۱/۶۰±۳/۵۴ (٪۲۲)
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۴۷/۳۱±۴/۹۲ (٪۲۲)	۴۸/۲۰±۳/۲۳ (٪۲۲)
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۴۶/۸۰±۴۴ (٪۲۲)	۵۴/۸۰±۴/۷۲ (٪۲۳)
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۴۷/۸۰±۳/۸۱ (٪۲۲)	۴۷/۳۰±۳/۱۴ (٪۲۲)
پروتئین (گرم) درصد انرژی دریافتی	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۶۶/۳۰±۵/۳۰ (٪۱۴)	۷۳/۷±۶/۰۰ (٪۱۴)
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۷۲/۵۰±۷/۶۳ (٪۱۵)	۷۴/۰۳±۷/۱۲ (٪۱۵)
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۷۶/۶۰±۷/۱۲ (٪۱۶)	۸۵/۹۰±۷/۶۴ (٪۱۶)
	گروه کنترل ۲(عصر)	۷۴/۹۰±۶/۲۱ (٪۱۶)	۷۷/۶۰±۷/۲۳ (٪۱۶)

برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها در حالت پایه و ارزیابی اختلاف نمونه با جامعه مورد نظر، از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف[1] و جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون[2] استفاده شد. تفاوت‌های درون‌گروهی با آزمون t وابسته بررسی شد. با توجه به وجود تفاوت غیر معنی دار بین پیش آزمون گروه ها با هم‌دیگر، ابتدا اختلاف پیش آزمون و پس آزمون گروه ها محاسبه شد و سپس توسط آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه[3] تفاوت‌های بین گروهی محاسبه گردید. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار آماری، از آزمون تعقیبی حداقل اختلاف معنی‌داری[4] (LSD) به‌منظور تعیین دقیق محل اختلافات بین گروهی استفاده شد. کلیه عملیات آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ تحلیل شدند و سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

1. Kolmogorov–Smirnov
2. Leven
3. One- way ANOVA
4. Least significant difference

یافته ها

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و ازمون تعقیبی LSD نشان داد که اجرای ۸ هفته تمرین ترکیبی در صبح و عصر موجب افزایش VO_{2max} (p=۰/۰۰۰۱) و کاهش BMI (p=۰/۰۰۰۱) گروه های تجربی در مقایسه با گروه های کنترل (صبح و عصر) شد؛ به نحوی که میزان VO_{2max} درگروه تمرین صبحگاهی در مقایسه با گروه‌های کنترل (صبحگاهی و عصرگاهی)، به ترتیب ۴۸ و ۴۶ درصد افزایش یافت. به علاوه، BMI در گروه تمرین صبحگاهی در مقایسه با گروه‌های کنترل (صبحگاهی و عصرگاهی) به ترتیب ۲ و ۲/۴ درصد کاهش پیدا کرد. همچنین میزان VO_{2max} در گروه تمرین عصرگاهی در مقایسه با گروه‌های کنترل (صبحگاهی و عصرگاهی) به ترتیب ۵۵ و ۵۲ درصد افزایش یافت؛ ضمن آن که BMI نیز در گروه تمرین عصرگاهی در مقایسه با گروه‌های کنترل (صبحگاهی و عصرگاهی)، به ترتیب ۷ و ۳/۲ درصد کاهش نشان داد. این در حالی بود که تفاوت معنی‌داری در VO_{2max} و BMI گروه تمرین صبحگاهی و عصرگاهی مشاهده نشد (p=۰/۲۰)؛ هرچند که افزایش VO_{2max} و کاهش BMI در زمان عصر بیشتر از صبح بود (جدول ۵).

جدول ۵. تغییرات (میانگین و انحراف معیار) متغیرهای وابسته در مراحل مختلف آزمون

متغیرها	گروه ها	پیش آزمون (هفته صفر)	پس آزمون (هفته هشتم)
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۳۰/۷۲±۵/۲۰	۳۹/۲۵±۶/۱۰
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۲۸/۶۵±۳/۲۰	۴۱/۱۵±۴/۱۰
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۲۶/۶۳±۴/۵۰	۲۶/۴۸±۴/۷۰
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۲۷/۳۰±۵/۵۰	۲۷/۰۶±۵/۴۰
نمایه توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۲۸/۷۳±۳/۵۰	۲۷/۰۵±۳/۲۰
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۲۸/۷۷±۲/۸۰	۲۶/۵۱±۳/۳۰
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۲۸/۰۴±۳/۵۰	۲۸/۳۳±۳/۶۰
	گروه کنترل ۲(عصر)	۲۷/۳۷±۴/۶۰	۲۷/۵۳±۱/۴۰
IL-6 (پیکوگرم/میلی لیتر)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۲/۴۵±۰/۲	۲/۲۰±۰/۱۳
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۲/۱۲±۰/۱۴	۱/۷۷±۱/۱۰
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۳/۰۳±۰/۲۵	۳/۲۷±۰/۲۴
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۲/۰۸±۰/۲۰	۲/۰۷±۰/۲۰
CRP (پیکوگرم/میلی لیتر)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۲/۵۸±۰/۵۱	۲/۴۲±۰/۷۰
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۲/۴۷±۰/۷۳	۲/۳۱±۱/۹۱
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۲/۶۳±۱/۵۰	۲/۵۷±۱/۵۰
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۲/۴۳±۰/۴۵	۲/۳۹±۰/۴۶

همچنین نتایج بدست آمده از آزمون t وابسته نشان داد که در گروه های تمرین صبحگاهی و عصر گاهی، میزان CRP پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی به ترتیب ۶/۶ و ۶/۹ درصد کاهش (به ترتیب با p=۰/۰۳ و p=۰/۰۲) یافته است. از طرف دیگر، در گروه‌های کنترل صبحگاهی و عصرگاهی تغییرات معنی داری در مقدار CRP آزمودنی‌ها ایجاد نشد (جدول ۵). به علاوه، نتایج حاصل از t وابسته آشکار ساخت که IL-6 درگروه تمرین صبحگاهی ۱۴ درصد (p=۰/۰۱) و در گروه تمرین عصرگاهی به مقدار ۱۹ درصد (p=۰/۰۰۶) نسبت به مرحله پیش آزمون، کاهش یافته است. به علاوه، در گروه تمرین صبحگاهی و عصرگاهی کاهش معنی داری در مقایسه با گروه کنترل صبحگاهی و عصرگاهی مشاهده شد (به ترتیب با p=۰/۰۰۱ و p=۰/۰۰۲)؛ این در حالی بود که در گروه‌های کنترل صبحگاهی و عصرگاهی، تغییرات چندانی در مقدار IL-6 مشاهده نشد (p>۰/۰۵). از طرف دیگر، با مقایسه گروه‌های تمرین صبحگاهی و عصرگاهی مشاهده شد که میزان IL-6 در گروه تمرین عصرگاهی حدود ۷ درصد بیشتر از گروه تمرین صبحگاهی کاهش یافته (p=۰/۰۸)، اما این تفاوت از نظر آماری معنی داری نبود (جدول ۵).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی در زمان صبح و عصر در مردان جوان دارای اضافه وزن باعث کاهش BMI و افزایش VO_{2max} می‌گردد. این در حالی بود که اختلاف معنی داری بین گروه های تمرینی در مرحله پس آزمون مشاهده نشد، ولی میزان VO_{2max} و BMI در گروه تمرین عصرگاهی از تغییرات درصدی بیشتری نسبت به گروه تمرین صبحگاهی برخوردار بود. همچنین کاهش عوامل التهابی CRP و IL-6 پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی مشاهده شد، به نحوی که تفاوت مقادیر CRP و IL-6 سرمی در گروه تمرین صبح در مقایسه با گروه کنترل صبح و در گروه تمرین عصر در مقایسه با گروه کنترل عصر، کاهش معنی داری داشت.

نتایج مطالعه حاضر در مورد CRP و IL-6 با تحقیقات آلدمیر و دیگران (۲۰۰۵)، پیکسیون[1] و دیگران (۲۰۰۸)، نیکلاس و دیگران (۲۰۰۸) که کاهش CRP و IL-6 را در اثر تمرین گزارش کرده اند، همسو می باشد. از طرفی، نتایج بدست آمده با یافته های آرسنالت[2] و دیگران (۲۰۰۹)، و فایری[3] و دیگران (۲۰۰۵) همسو نمی باشد. ابوریج و دیگران (۲۰۰۸) گزارش شده است که انجام تمرینات طولانی مدت هوازی به مدت ۱۲ ماه، منجر به تغییر بیان ژن IL-6 و کاهش معنی دار IL-6 سرمی می شود و طبق مطالعه فرزانگی و براری (۲۰۱۳)، سطح IL-6 با انجام ۶ هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قبل ذخیره، کاهش یافت. علیرغم این ها، رحیمی و دیگران (۲۰۱۲) ضمن بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر سطح IL-6، CRP زنان میانسال، تغییر معنی‌داری را مشاهده نکرده اند. همچنین لیبردی و دیگران (۲۰۱۲) گزارش کرده اند که ۱۶ هفته تمرین مقاومتی، استقامتی و ترکیبی؛ تاثیر معنی داری بر سطوح CRP و IL-6 ندارد. به نظر می رسد تفاوت در نتایج یافته ها احتمالا به دلیل تفاوت در نوع آزمودنی‌ها و مدت و شدت برنامه تمرینی آزمودنی‌ها باشد.

یکی از جالب ترین اهداف تحقیق حاضر، مقایسه تمرین در نوبت صبح و عصر بود و یافته های حاصل نشان داد که در گروه های تمرین صبحگاهی و عصر گاهی، میزان CRP کاهش یافته است. همچنین تفاوت معنی داری بین گروه کنترل عصرگاهی در مقایسه با گروه کنترل صبحگاهی، در میزان شاخص های التهابی مشاهده نشد. همچنین بر اساس نتایج حاصله، بین گروه های تمرین صبحگاهی و عصر گاهی در میزان IL-6 تفاوت معنی داری مشاهده نشد. همچنین بین گروه کنترل عصرگاهی در مقایسه با گروه کنترل صبحگاهی نیز تفاوت معنی داری در شاخص های التهابی مشاهده نشد.

تحقیقات نشان داده اند که تمرین می‌تواند با تأثیر مستقیم بر بافت چربی و افزایش لیپولیز (از طریق افزایش فعالیت لیپاز حساس به هورمون)، تولید میانجی‌های همراه التهاب همچون IL-6 از بافت چربی را کاهش داده و تولید میانجی‌های ضدالتهابی همچون IL-10 از بافت چربی را افزایش دهد (گیفن[4] و دیگران، ۲۰۰۳)؛ زیرا IL-6 و CRP از عوامل پیش التهابی می باشند که که سطح موجود در گردش آن ها به طور مستقیم با عواملی مانند عفونت های باکتریایی، ضربات ناشی از جراحی، سکته قلبی،

1. Piccione
2. Arsenault
3. Fairy
4. Giffen

جراحت های بافتی، ورزش و فعالیت بدنی رابطه دارد (من[1] و دیگران، ۲۰۱۱). اثر ورزش و فعالیت بدنی بر CRP و IL-6 به شدت، مدت تمرین و حجم عضلانی بدن بستگی دارد. از طرفی، IL-6 به عنوان یک سایتوکین حساس به ذخایر گلیکوژن نیز عمل می کند؛ به نحوی که غلظت IL-6 با ذخایر سوختی عضلات، به ویژه گلیکوژن در ارتباط است و به نظر فعالیت دراز مدت می‌تواند موجب تخلیه این ذخایر و کاهش IL-6 شود (نیمن[2] و دیگران، ۲۰۱۵). از طرف دیگر، مشخص شده است که سازوکارهای التهابی نقش کلیدی در فرآیند های پاتولوژیک چندین بیماری مزمن مانند بیماری های قلبی- عروقی، سرطان، دیابت نوع دو و انسداد مزمن ریه ها دارند؛ و التهاب توسط سطح بالای CRP، IL-6 و TNF-α مشخص می شود (نیکلاس و بیورس[3]، ۲۰۱۰؛ باتیستا جونیور[4] و دیگران، ۲۰۰۹). در خصوص رابطه فعالیت جسمانی با سطوح پایین‌تر التهاب می توان مکانیسم محافظت کننده قلبی را پیشنهاد نمود. یک مفهوم رایج در رابطه با مکانیسم‌های پاتوفیزیولوژیکی التهاب مرتبط با آترواسکلروز، تولید سایتوکین‌های همراه التهاب در پاسخ به محرک LDL اکسیده شده و ماکروفاژهای همراه با پلاک آترواسکلروزی است (بیورس و دیگران، ۲۰۱۰؛ برونسگارد[5]، ۲۰۰۵). سایتوکین‌های همراه التهاب که حین این فرآیند تولید می شوند شامل IL-1B، IL-6 و TNF-α می باشند. در مطالعات آزمایشگاهی مشخص گردیده است که ترکیبات مختلف از این سایتوکین‌ها، تولید CRP و تعداد گلبول های سفید در گردش خون را تحریک می نماید (چای‌کات[6] و دیگران، ۲۰۰۶). تحقیقات نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی منظم باعث کاهش LDL اکسید شده و نیز کاهش سطوح سرمی IL-6 و CRP می‌شود (ماتوسچ[7] و دیگران، ۲۰۰۰؛ اسمیت[8] و دیگران، ۱۹۹۹)؛ بنابراین اثر تمرین منظم بر سطوح IL-6 می‌تواند مسئول کاهش CRP در گروه‌های تجربی باشد. از طرف دیگر، رابطه فعالیت بدنی با سطوح پایین‌تر التهاب می‌تواند از طریق رابطه تمرین با درجه پایین‌تری از چاقی عمومی و شکمی ایجاد شود. مشخص شده است که افراد چاق، سطوح بالاتری از میانجی‌های همراه التهاب از قبیل TNF-α، IL-8 و IL-6 را در مقایسه با افراد کنترل لاغر تولید می‌نمایند (استرازکووسکی[8] و دیگران، ۲۰۰۲). به طور کلی می توان گفت که ۸ هفته تمرین ترکیبی قدرتی- استقامتی در زمان صبح و عصر، از طریق کاهش عوامل خطرزایی قلبی - عروقی شامل CRP و IL-6، در بهبود سلامت قلب و عروق موثر است و تفاوتی در زمان اجرای فعالیت بر عوامل خطرزایی قلبی- عروقی وجود ندارد. البته به دلیل محدودیت موجود در این تحقیق، امکان کنترل میزان انگیزش آزمودنی به هنگام شرکت در تمرین و آزمون و همچنین کنترل عوامل ژنتیکی تاثیر گذار بر نتایج تحقیق برای پژوهشگر میسر نبود.

نتیجه گیری: انجام تمرینات ترکیبی قدرتی- استقامتی در صبح و عصر سبب بهبود VO_{2max}، BMI و سایتوکان‌های التهابی شد؛ تغییراتی که خود بهبود سلامتی قلبی - عروقی فرد را بدنبال دارند. از طرف دیگر، بین انجام تمرین در زمان صبح و عصر تفاوتی مشاهده نشد و می توان توصیه نمود که صرف نظر از زمان تمرین، به منظور کاهش عوامل خطر زای قلبی - عروقی از برنامه تمرین ترکیبی مشتمل بر تمرینات قدرتی- استقامتی استفاده شود.

قدردانی و تشکر

این مقاله حاصل از نتایج پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با کد ۲۳۳۸۰۱۱ می باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه قم اجرا شده است. بدین وسیله مراتب قدردانی خود را از همکاران و دانشجویان محترم که در انجام این پژوهش مساعدت فرمودند، اعلام می‌داریم.

1. Mann
2. Nieman
3. Nicklas & Beavers
4. Batista Junior
5. Bruunsgaard
6. Chaikate
7. Mattusch
8. Smith
9. Straczkowski

منابع

Abramson, J. L., & Vaccarino, V. (2002). Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. *Archives of Internal Medicine, 162***(11), 1286-1292.**

Aldemir, H., & Kiliç, N. (2005). The effect of time of day and exercise on platelet functions and platelet–neutrophil aggregates in healthy male subjects. *Molecular and Cellular Biochemistry, 280***(1-2), 119-124.**

Arsenault, B. J., Côté, M., Cartier, A., Lemieux, I., Després, J. P., Ross, R., ... & Church, T. S. (2009). Effect of exercise training on cardiometabolic risk markers among sedentary, but metabolically healthy overweight or obese post-menopausal women with elevated blood pressure. *Atherosclerosis, 207***(2), 530-533.**

Assarzadeh-Nooshabadi, M., & Akbarpour, M. (2012). Comparison the effects of morning and evening Aerobic training on the Inflammatory markers of cardiovascular disease risk in obes men. *Physiology of Exercise and Physical Activity, 5***(1), 769-777. [Persian]**

Bastard, J. P., Maachi, M., Lagathu, C., Kim, M. J., Caron, M., Vidal, H., ... & Feve, B. (2006). Recent advances in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance. *European Cytokine Network, 17***(1), 4-12.**

Batista Junior, M. L., Lopes, R. D., Seelaender, M., & Lopes, A. C. (2009). Anti-inflammatory effect of physical training in heart failure: role of TNF-alpha and IL-10. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 93,* **643-651.**

Beavers, K. M., Hsu, F. C., Isom, S., Kritchevsky, S. B., Church, T., Goodpaster, B., ... & Nicklas, B. J. (2010). Long-term physical activity and inflammatory biomarkers in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 42***(12), 2189.**

Bruunsgaard, H. (2005). Physical activity and modulation of systemic low-level inflammation. *Journal of Leukocyte Biology, 78*(**4), 819-835.**

Carandente, F., Montaruli, A., Roveda, E., Calogiuri, G., Michielon, G., & La Torre, A. (2006). Morning or evening training: effect on heart rate circadian rhythm. *Sport Sciences for Health, 1***(3), 113-117.**

Chaikate, S., Harnroongroj, T., Chantaranipapong, Y., Puduang, S., Mahaisiriyodom, A., Viroonudomphol, D., ... & Changbumrung, S. (2006). C-reactive protein, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha levels in overweight and healthy adults. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 37***(2), 374.**

Christiansen, T., Paulsen, S. K., Bruun, J. M., Pedersen, S. B., & Richelsen, B. (2010). Exercise training versus diet-induced weight-loss on metabolic risk factors and inflammatory markers in obese subjects: a 12-week randomized intervention study. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 298***(4), E824-E831.**

Cutolo, M., & Straub, R. H. (2008). Circadian rhythms in arthritis: hormonal effects on the immune/inflammatory reaction. *Autoimmunity Reviews, 7***(3), 223-228.**

Ding, Y., Li, J., Luan, X., Ding, Y. H., Lai, Q., Rafols, J. A., ... & Diaz, F. G. (2004). Exercise pre-conditioning reduces brain damage in ischemic rats that may be associated with regional angiogenesis and cellular overexpression of neurotrophin. *Neuroscience, 124***(3), 583-591.**

Donges, C. E., Duffield, R., & Drinkwater, E. J. (2010). Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 42***(2), 304-313.**

Esposito, K., Pontillo, A., Di Palo, C., Giugliano, G., Masella, M., Marfella, R., & Giugliano, D. (2003). Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese women: a randomized trial. *JAMA, 289***(14), 1799-1804.**

Fairey, A. S., Courneya, K. S., Field, C. J., Bell, G. J., Jones, L. W., Martin, B. S., & Mackey, J. R. (2005). Effect of exercise training on C-reactive protein in postmenopausal breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Brain, Behavior, and Immunity, 19***(5), 381-388.**

Farzanegi, P., & Barari, A. (2013). Effect of 6 week aerobic training on Interleukin-6 in postmenopausal hypertensive women. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 5***(7), 946-949.**

Giffen, P., Turton, J., Andrews, C., Barrett, P., Clarke, C., Fung, K. W., & Walshe, K. (2003). Markers of experimental acute inflammation in the Wistar Han rat with particular reference to haptoglobin and C-reactive protein. *Archives of Toxicology, 77* **(7), 392-402.**

Groves, T. (2006). Pandemic obesity in Europe. *British Medical Journal Publishing Group, 5***(2), 23-29.**

Kohut, M. L., McCann, D. A., Russell, D. W., Konopka, D. N., Cunnick, J. E., Franke, W. D., ... & Vanderah, E. (2006). Aerobic exercise, but not flexibility/resistance exercise, reduces serum IL-18, CRP, and IL-6 independent of β-blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. *Brain, Behavior, and Immunity, 20***(3), 201-209.**

Libardi, C. A., De Souza, G. V., Cavaglieri, C. R., Madruga, V. A., & Chacon-Mikahil, M. P. T. (2012). Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF-α, IL-6, and CRP. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 44* **(1), 50-56.**

Mann, D. L., Zipes, D. P., Libby, P., & Bonow, R. O. (2014). *Braunwald's heart disease e-book: a textbook of cardiovascular medicine*. **Elsevier Health Sciences.**

Mattusch, F., Dufaux, B., Heine, O., Mertens, I., & Rost, R. (2000). Reduction of the plasma concentration of C-reactive protein following nine months of endurance training. *International Journal of Sports Medicine, 21***(01), 21-24.**

Nicklas, B. J., & Beavers, K. M. (2010). Exercise, weight loss, and effects on inflammation. *Current Cardiovascular Risk Reports, 4,* **284–292.**

Nicklas, B. J., Hsu, F. C., Brinkley, T. J., Church, T., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., & Pahor, M. (2008). Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. *Journal of the American Geriatrics Society, 56***(11), 2045-2052.**

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.**

Piccione, G., Grasso, F., Fazio, F., & Giudice, E. (2008). The effect of physical exercise on the daily rhythm of platelet aggregation and body temperature in horses. *The Veterinary Journal, 176***(2), 216-220.**

Pledge, D., Grosset, J. F., & Onambélé-Pearson, G. L. (2011). Is there a morning-to-evening difference in the acute IL-6 and cortisol responses to resistance exercise?. *Cytokine, 55***(2), 318-323.**

Rahimi, A., Hojjat, S., Besharati, A., Shokrgozar, A., & Masoumi, S. (2012). The effect of an aerobic exercise on IL6, CRP and TNFα concentration in women. *Annals of Biological Research, 3***(1), 125-131.**

Ryan, A. S., & Nicklas, B. J. (2004). Reductions in plasma cytokine levels with weight loss improve insulin sensitivity in overweight and obese postmenopausal women. *Diabetes Care, 27***(7), 1699-1705.**

Smith, J. K., Dykes, R., Douglas, J. E., Krishnaswamy, G., & Berk, S. (1999). Long-term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. *JAMA, 281***(18), 1722-1727.**

Stewart, L. K., Flynn, M. G., Campbell, W. W., Craig, B. A., Robinson, J. P., Timmerman, K. L., ... & Talbert, E. (2007). The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 39***(10), 1714-1719.**

Straczkowski, M., Dzienis-Straczkowska, S., Stêpieñ, A., Kowalska, I., Szelachowska, M., & Kinalska, I. (2002). Plasma interleukin-8 concentrations are increased in obese subjects and related to fat mass and tumor necrosis factor-α system. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 87***(10), 4602-4606.**

Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology, 37***(1), 153-156.**

Tofighi, A., Dehkordi, A. J., Tartibian, B., Shourabeh, F. F., & Sinaei, M. (2012). Effects of Aerobic, Resistance, anConcurrent Training on Secretion of Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factor-1 in Elderly Women. *Journal of Isfahan Medical School, 30***(184), 1-12.**

Wagenmakers, A. J., & Pedersen, B. K. (2006). The anti-inflammatory effect of exercise: its role in diabetes and cardiovascular disease control. *Essays in Biochemistry, 42,* **105-117.**