JAHSSP
Archive of SID

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jassp.2019.26627.1263

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش
سال ششم، شماره اول؛
بهار و تابستان ۱۳۹۸
صفحات ۵۲-۴۵

مقاله پژوهشی

تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا بر سطح پلاسمایی ای-سلکتین و شاخص‌های گلبول‌های سفید

رستم علی زاد*[۱]، اشکان متقیان[۲]، لیدا مرادی [۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۱۵

چکیده

ای سلکتین بازگوکننده تخریب و فعال‌سازی اندوتلیال می‌باشد، همچنین نقش مهمی در فرایندهای التهابی بازی می‌کند. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا بر سطح پلاسمایی ایی‌سلکتین و شاخص‌های گلبول‌های سفید در مردان سالم بود. تعداد ۲۳ نفر مرد جوان فعال از طریق فراخوان انتخاب و به روش تصادفی ساده به دو گروه تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا (۱۱ نفر) و گروه کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت ۸ هفته فعالیت مقاومتی تناوبی با شدت بالا را به صورت ۳ جلسه در هفته انجام داد و گروه کنترل زندگی عادی روزمره خود را ادامه داد. از آزمون t همبسته و مستقل در سطح $P\leq 0.05$ برای تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. یافته نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی تناوبی سبب کاهش معنی‌دار ایی-سلکتین شد ($P= 0.001$) اما بر منوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها، آئوزینوفیل‌ها و لنفوسیت‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت ($P> 0.05$)، علاوه براین ارتباط معنی‌داری نیز بین تغییرات وزن و ایی-سلکتین مشاهده شد ($p= 0.001$، $r=- 0.67$). نتایج بیانگر این است که هشت هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا به دلیل وجود ریکاوری مناسب بین ست‌ها و تکرارها منجر تحریک شاخص‌های گلبول‌های سفید نمی‌شود، ولی ایی-سلکتین به تغییرات فشار ناشی از تمرین حساس‌تر بوده و سازگاری بیشتری با تمرین مقاومتی با شدت بالا نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا، ایی-سلکتین، منوسیت، لنفوسیت.

تمامی حقوق این مقاله بازمتن برای دانشگاه شهید مدنی آذربایجان محفوظ است.

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید

۱. استادیار فیزیولوژی ورزشی گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران (نویسنده مسئول):
r.alizadeh@ilam.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد، فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران.

۳. استادیار فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران.

نحوه ارجاع: علی زاد رستم، متقیان اشکان، مرادی لیدا. تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا بر سطح پلاسمایی ای-سلکتین و شاخص‌های گلبول‌های سفید. دو فصلنامه مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۸؛ ۶(۱): ۵۲-۴۵.

www.SID.ir

JAHSSP
Archive of SID

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jassp.2019.26627.1263

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology

Volume 6, Number 1
Spring /Summer 2019
45-52

Original Article

The effects of 8 weeks of high intensity interval resistance training on E-selectin and white blood cell indices

Rostam Alizad[1], Ashkan Motaghian[*2], Lida Moradi[3]

Received 22 Januarys 2018; Accepted 6 August 2019

Abstract

E-selectin reflects endothelial degradation and activation, also plays an important role in inflammatory processes. The aim of this study was to investigate the effects of 8 weeks of high intensity interval resistance training on E-selectin and White blood cell indices in healthy men.twenty four active healthy men were selected and randomly divided into two groups: training (n=11) and control (n=12). Training group was performing high intensity interval resistance training for 8 weeks while control group continued their normal daily life styles. Dependent and independent t-test was used for statistically analyses of variances. Level of significance was $p \leq 0.05$.the results showed that 8 weeks of interval resistance exercise decreased significantly level of E-selectin ($p=0.001$), but differences between control and training groups in monocytes, lymphocytes, basophiles and eosinophils was not significant ($p>0.05$), also there was significant relation between body weight and E-selectin changes ($r=.67$, $p= 0.001$). The results indicate that the high intensity interval resistance training did not result in white blood cells' indices excitation because of enough recovery between sets and repetitions, but E-Selectin were sensitive to exercise pressure and load imposed on body by training and showing higher adaptation to high intensity interval resistance training.

Keywords: High intensity interval resistance training, E-Selectin, Monocytes, Lymphocytes

All rights are reserved for Azarbaijan Shahid Madani University.

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Assistant professor of exercise physiology, Ilam University, Ilam, Iran. (Corresponding Author): r.alizadeh@ilam.ac.ir

2. MSc. of exercise physiology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.

3. Assistant professor of exercise physiology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.

Cite as: Alizad Rostam, Motaghian Ashkan, Moradi Lida. The effects of 8 weeks of high intensity interval resistance training on E-selectin and white blood cell indices. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2019; 6(1): 45-52.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یافتن روش‌های تمرینی جدید برای دست‌یابی به بهترین عملکرد و نتیجه از مهم‌ترین خواسته‌های ورزشکاران و مربیان است. این روش‌های نوین تمرینی دارای اثرات متعدد مثبت و گاه منفی بر سیستم‌های مختلف بدن می‌باشد؛ از جمله سیستم ایمنی بدن که تغییرات آن بر سلامت ورزشکار بسیار قابل‌توجه است(۱-۳). اگرچه اثرات مثبت فعالیت بدنی بر تغییرات سیستم ایمنی (ذاتی و اکتسابی) در تحقیقات به اثبات رسیده است(۴) اما افزایش خطر التهاب و عفونت به‌ویژه در ۱ الی ۴ ساعت بعد از فعالیت نیز مشاهده‌شده است که به تئوری پنجره باز شناخته می‌شود(۴, ۵). تحقیقات افزایش کلیه زیر واحدهای لنفوسیت‌ها را طی فعالیت حاد گزارش کرده‌اند(۱)؛ اما بعد از فعالیت کاهش این فاکتورها حتی به سطحی پایین‌تر از سطوح استراحتی گزارش شده است، که میزان این افت به‌شدت فعالیت و مدت آن بستگی دارد(۶). تحقیقات بلندمدت نشان داده‌اند که رابطه فعالیت منظم بدنی و سیستم ایمنی وابسته به حجم فعالیت می‌باشد؛ به صورتی که سطوح بالاتر حجم فعالیت با سطوح پایین‌تر فاکتورهای التهابی در بدن همراه می‌باشد(۷). اما یافته‌های تحقیقی همیشه یکسان نبوده و بسته به میزان انرژی مصرفی در هر جلسه فعالیت، نوع (هوازی یا مقاومتی)، شدت و مدت فعالیت و در نهایت سطوح پایه التهاب در آزمودنی‌ها نتایج متفاوت بوده است(۷).

ایی-سلکتین یا CD62E از زیر شاخه مولکول‌های چسبان فقط در سطح سلول‌های اندوتلیال بیان شده و بعد از بیان و ترجمه، ذخیره نشده و به سطح سلول انتقال داده می‌شود. ایی سلکتین در جریان خون نیز وجود دارد که تحت تأثیر شرایط التهابی افزایش می‌یابد و باعث چرخش اولیهٔ لکوسیت‌ها در طول اندوتلیال می‌شود(۸) و به نوعی بازگوکننده تخریب و فعال‌سازی اندوتلیال است(۹). این پروتئین به وسیله سایتوکاین‌هایی نظیر TNF-α، اینترلوکین-۱ و نیز لیپوپلی‌ساکاریدها (LPS) فعال می‌شود (۹) و نقش مهمی را در این فرایندهای التهابی بازی می‌کند(۱۰). فشار برشی[۱] نیز با غلتاندن ایی-سلکتین، امکان اتصال آن‌ها با لیگاندهای سطح لکوسیت‌ها را فراهم و با آن‌ها تعامل ضعیفی برقرار می‌کند تا در بستن مسیر جریان خون در عروق درگیر باشد(۱۱). لیگاندهای ایی-سلکتین توسط نوتروفیل‌ها، بازوفیل‌ها، منوسیت‌ها، آئوزینوفیل‌ها و سلول‌های کشنده طبیعی بیان می‌شود. وجود این سلول‌ها در التهاب‌های حاد و مزمن به نوعی نشان دهنده تأثیر ایی-سلکتین در به‌کارگیری آن‌ها در محل‌های التهاب است(۱۲). بیان ایی-سلکتین و سطح موجود در گردش خون آن تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر تغذیه (۱۳)(۱۲) و فعالیت بدنی(۱۴)) نیز قرار می‌گیرد.

تحقیقات اثر تمرینات ورزشی را بر فاکتورهای مختلف سیستم ایمنی را نشان می‌دهد. به‌عنوان‌مثال کاهش سطح I-CAM و ایی-سلکتین را در اثر تمرینات استقامتی در بیماران قلبی را نشان داده‌است، ولی تغییری در V-CAM را مشاهده نشده‌است(۱۵). در تحقیق دیگری بر روی بیماران ایسکمی قلبی، فعالیت هوازی باعث کاهش IFNγ، IL-1 و TNFα و افزایش تولید سایتوکاین‌های غیرالتهابی IL-10 و IL-4 شد (۱۶). در تحقیقات کمی تغییرات فاکتورهای مختلف سیستم ایمنی را در پاسخ به تمرینات مقاومتی بررسی شده‌است و عمدتاً اثری مشاهده نشده‌است. به‌عنوان‌مثال ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی فزاینده منجر به تغییر IL-6، TNF-α، IL-2 و IL-1ß نشد (۱۷). در تحقیق دیگر تغییری در بین سایتوکاین‌های التهابی IL-6 و TNF-α در زنان تمرین کرده مقاومتی سالمند مشاهده نشد (۱۸). نتایج مشابهی در مورد CRP و IL-6 بعد از ۱۰ هفته تمرین مقاومتی مشاهده شد(۱۹). اما در تحقیقی دیگر سطوح آدیپونکتین بعد از ۱۶ هفته تمرین مقاومتی افزایش و CRP کاهش یافت (۲۰). اگر چه اغلب این تحقیقات چاقی و اضافه‌وزن ، عاملی برای افزایش بیان این فاکتورها بیان شده‌است، ولی برخی معتقدند کاهش وزن عاملی اصلی جهت مشاهده تغییرات معنی‌دار در اثر تمرینات مقاومتی است(۷, ۲۱). کرایمنس و همکاران (۲۰۱۴) اثر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی با شدت بالا را در مردان سالم بررسی کرده‌اند و باوجود کاهش فشارخون سیستولی و دیاستولی مرکزی، تغییر معنی‌داری در شاخص‌های التهابی از جمله ای-سلکتین مشاهده نکرده‌اند؛ ولی ارتباط معنی‌داری بین تغییرات ای-سلکتین با تغییرات فشارخون مرکزی یافته‌اند(۲۲).

مطالعات جدید نشان داده‌اند که تمرینات تناوبی با صرف حداقل زمان (۲۳) به‌عنوان یک استراتژی اقتصادی قابل‌دوام و مؤثر برای جلوگیری از چاقی استفاده می‌شود (۲۴, ۲۵) و با افزایش متابولیسم هوازی و بی‌هوازی عضلات، احتمالاً در اثر افزایش پاسخ کاتکولامین‌ها، کاهش استفاده از کربوهیدرات و اتکا به چربی باعث کاهش فشارخون و بهبود عملکرد ورزشی (۲۳, ۲۴) می‌شود. ازآنجاکه شدت فعالیت، از متغیرهای اصلی در تمرین مقاومتی است و در تمرینات تناوبی نیز دوره‌های ریکاوری با هدف تحمل شدت بالاتر در زمان فعالیت ارائه می‌شود و از طرفی شدت فعالیت عامل اصلی در تحریک شاخص‌های التهابی است، بنابراین به نظر می‌رسد بررسی تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا بر این شاخص‌های التهابی اهمیت قابل‌توجهی داشته باشد. تحقیق حاضر با این هدف طراحی شد تا ضمن بررسی امکان اجرای تمرینات مقاومتی تناوبی با شدت بالا، تأثیر آن بر شاخص‌های گلبول‌های سفید و نیز مولکول‌های چسبان و ارتباط احتمالی آن‌ها مشخص شود.

روش‌شناسی

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و نیمه تجربی با دو گروه تمرین و کنترل است. پس از اعلام فراخوان در مراکز ورزشی و بهداشتی تهران، جهت یکسان‌سازی آزمودنی‌ها، معیارهایی جهت ورود به تحقیق در نظر گرفته شد که عبارت بودند از: مردان جوان، دامنه سنی ۲۰ الی ۳۰ سال، دارای سابقه فعالیت مقاومتی، عدم استعمال دخانیات، نداشتن رژیم غذایی خاص در زمان تحقیق، عدم مصرف مکمل‌های ورزشی در یک ماه قبل از شروع تحقیق، نداشتن مشکلات عضلانی و مفصلی و نیز عدم ابتلا به بیماری‌های متابولیکی و قلبی عروقی. از پرسش‌نامه سلامت و فعالیت بدنی جهت تعیین سطح سلامت و فعالیت بدنی از آزمودنی‌ها استفاده شد. بر این اساس تعداد ۲۴ آزمودنی مرد انتخاب و به روش تصادفی ساده به دو گروه ۱۲ نفری تمرین (برنامه تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا) و گروه کنترل تقسیم شدند. اطلاعات مربوط به مراحل انجام کار به‌صورت کتبی در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در آزمون را امضا کردند. لازم به ذکر است که یکی از آزمودنی‌های گروه تمرین از ادامه تحقیق انصراف داد

[۱]. Shear Stress

www.SID.ir

Archive of SID

و تعداد آزمودنی‌های این گروه درنهایت به ۱۱ نفر رسید. سپس ویژگی‌های آنتروپومتریکی افراد ثبت شد (جدول ۱).

جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌های

گروه / متغیر	گروه تمرین (۱۱ نفر)	گروه کنترل (۱۲ نفر)
سن (سال)	۲۷/۵±۶/۹	۲۶/۲±۵۸۵
قد (سانتیمتر)	۱۷۵/۴±۶/۳	۱۷۴/۴±۵/۶
وزن (کیلوگرم)	۷۵/۱۳±۶/۳	۷۶/۲۶±۷/۳
شاخص توده بدن	۲۳/۶۷±۴/۶۷	۲۴/۴۵±۳/۳۷

طول دوره تحقیق ۸ هفته بود. در ابتدا و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی از آزمودنی‌ها آزمون‌ها گرفته‌شد و خونگیری به عمل آمد. از آزمودنی‌ها خواسته شد که حداقل ۴۸ ساعت قبل از آزمون از انجام هرگونه فعالیت سنگین و نیز مصرف مواد غذایی حاوی کافئین خودداری کنند. آزمودنی‌های گروه کنترل در طول ۸ هفته فقط امور روزمره زندگی خود را انجام دادند و فعالیت ورزشی و مقاومتی خاصی نداشتند؛ درحالی‌که گروه تمرین به مدت ۸ هفته فعالیت مقاومتی تناوبی با شدت بالا را به صورت ۳ جلسه در هفته انجام داد. هر دو گروه کنترل و تمرین در طول دوره تحقیق از هیچ‌گونه مکملی استفاده نکردند. یک تکرار بیشینه برای هر حرکت در ابتدای دوره تمرینی و برای کنترل سازگاری تدریجی هر چهار هفته یعنی در پایان هفته‌های ۴ و ۸ اندازه‌گیری شد و شدت فعالیت بر اساس وضعیت جدید آزمودنی‌ها تعیین شد.

تعیین حداکثر قدرت

پیش از شروع آزمون، مراحل گرم کردن عمومی و اختصاصی انجام شد. جهت گرم کردن عمومی آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه روی تردمیل رفتند و با شدت ۵۰ درصد ظرفیت خود اقدام به راه رفتن یا آهسته دویدن کردند. برای گرم کردن اختصاصی آزمودنی‌ها باید بعد از حرکات کششی بسیار مختصر و سبک، یک ست ۱۰ تکراری با شدت ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه به صورت تخمینی برای همه حرکات موجود در برنامه را انجام می‌دادند. بعد از مرحله گرم کردن بدنه اصلی تمرین شروع شد و برای انجام هر حرکت ۷۰٪ همان وزنه اولیه در اختیار آزمودنی قرار گرفت و از او خواسته شد وزنه را با تکنیک صحیح بلند کند و تکرارها را تا جایی که دیگر قادر به بلند کردن وزنه نباشد، ادامه دهد. تعداد تکرارها و مقدار وزنه در طول اجرای آزمون برای هر یک از حرکات در جدول مربوطه ثبت شد. برای تعیین RM-۱ برای حرکت مورد نظر از فرمول برزیسکی (Brzycki) استفاده شد (فرمول ۱) (۲۶, ۲۷).

حداکثر تکرار بیشینه = مقدار وزنه /[۱/۰۲۷۸-۰/۰۲۷۸(تعداد تکرار)] فرمول ۱:

پروتکل تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا

پروتکل تمرین مقاومتی در شش حرکت ورزشی شامل: پرس سینه، فلکشن زانو، لت پول، اکستنشن زانو، پرس سرشانه و اسکات انجام شد. ترتیب انجام حرکات در هر جلسه به وسیله مربی تعیین شد؛ ولی لازم بود که از حرکات بالاتنه و پایین‌تنه به‌صورت یکی در میان استفاده شود. نحوه انجام به این صورت بود که بعد از تعیین یک تکرار بیشینه برای هر حرکت در جلسه‌ای جداگانه، ابتدا آزمودنی با وزنه معادل ۸۰ الی ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه تعداد ۶ تکرار را انجام می‌داد، سپس ۲۰ ثانیه استراحت کرده و تکرارها را تا حد خستگی ادامه می‌داد که معمولاً ۲ الی ۳ تکرار بود سپس مجدد ۲۰ ثانیه دیگر استراحت، و دوباره همان وزنه را تا حد خستگی تکرار می‌کرد. بدین‌وسیله اولین ست به اتمام می‌رسید. استراحت بین هر ست ۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه بود. آزمودنی در حرکات اکستنشن زانو، اسکات و پرس سرشانه باید ۲ ست و در بقیه حرکات سه ست را انجام می‌دادند. در انتهای هر جلسه باید سرد کردن با راه رفتن و انجام حرکات کششی مخصوص عضلات درگیر در فعالیت، انجام می‌شد(۲۸).

اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی هم در مرحله پیش از شروع تمرینات و هم ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی انجام شد. وزن با استفاده از ترازوی دیجیتالی Magnet 112 ساخت کشور چین با دقت ۱ گرم و قد با دستگاه قد سنج شرکت ایران کاوه با دقت ۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از طریق اندازه‌گیری ضخامت لایه چربی زیرپوستی ناحیه پشت بازو، فوق خاصره و ران با استفاده از دستگاه کالیپر اندازه‌گیری و با نموگرام جکسون و پولاک درصد چربی بدن محاسبه شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در سه نوبت به‌صورت چرخشی در هر ناحیه از سمت راست صورت گرفت با توجه به نزدیک‌ترین رقم ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌متر ثبت شد و متوسط ۳ اندازه‌گیری به‌عنوان اندازه‌گیری نهایی ثبت شد. درنهایت درصد چربی آزمودنی‌ها از فرمول جکسون و پلاک (فرمول ۲) محاسبه شد(۲۹).

فرمول ۲:

(۰/۰۰۱۱۲ ×۲ (مجموع سه‌نقطه)+ (۰/۰۳۶۶۱)(سن)+ ۰/۰۳۶۵۳ - (۰/۴۱۵۶۳ × مجموع سه‌نقطه)= درصد چربی بدن

از آزمودنی‌ها پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در شرایط آزمایشگاهی یکسان از نظر درجه حرارت، نور، رطوبت و ساعت خون‌گیری، ۸ سی‌سی خون سیاهرگی با استفاده از سرنگ‌های ونجوک استریل حاوی ماده ضد انعقاد از ورید بازویی دست چپ گرفته‌شد، سپس در ظرف یخ قرار گرفت. مقدار ۳ سی‌سی در لوله‌های حاوی ضد انعقاد EDTA K2 برای شمارش سلول‌های خونی از جمله گلبول‌های سفید و شاخص‌های آن با استفاده از روش فتومتری و با کیت‌های تخصصی شرکت پارس آزمون و با دستگاه سل کانتر ساخت کشور بلژیک ریخته شد. مقدار ۵ سی‌سی نیز برای جداسازی پلاسما با استفاده از سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰g به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد و برای آنالیزهای بعدی در دمای ۷۰- درجه سانتی گراد ذخیره شد. در پژوهش حاضر برای اندازه‌گیری ایی-سلکتین، از کیت شرکت زل‌بایو[۱] آلمان و با درجه حساسیت ۰/۳ نانوگرم در میلی‌لیتر و روش الایزا استفاده شد.

روش‌های آماری

از آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی، پراکندگی و ترسیم جداول و در بخش آمار استنباطی، از آزمون شاپیروویلک جهت

۱. ZellBio

www.SID.ir

Archive of SID

توزیع طبیعی داده‌ها و برای مطالعه معنی‌داری درون‌گروهی و بین گروهی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب از آزمون **t** همبسته و مستقل استفاده شد. از آزمون همبستگی پیرسون برای رابطه بین متغیرها استفاده شد. کلیه عملیات آماری توسط نرم‌افزار **SPSS** و سطح معنی‌داری آزمون‌ها در سطح $P\leq 0.05$ انجام گرفت.

ملاحظات اخلاقی

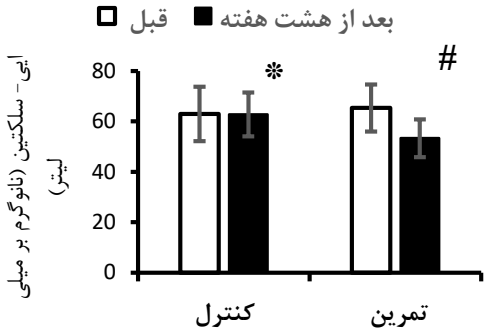
نحوه اجرا و مراحل پژوهش و نیز میزان و تعداد خون‌گیری در ابتدا طی جلسه‌ای به اطلاع آزمودنی‌ها رسید. آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق فرم رضایت‌نامه را تکمیل و امضاء کردند. حق خروج آزمودنی‌ها از تحقیق در همه مراحل محفوظ بود و آزمودنی‌ها از این حق خود مطلع بودند. خون‌گیری با رعایت نکات بهداشتی و توسط پرستار و دارای مجوز صورت گرفت. نکات ایمنی در زمان اجرای تست‌ها و نیز در جلسات تمرینی و با حضور مربی رعایت شد.

نتایج

میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنف نشان داد که کلیه متغیرهای تحقیق از توزیع طبیعی برخودار است.

بررسی نتایج این تحقیق نشان داد که بین تغییرات سطح پلاسمایی ایی-سلکتین دو گروه تمرین و کنترل در بعد نسبت به قبل از دوره تمرینی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($t22=6.78, P=0.001$). نتایج آزمون تی همبسته نیز نشان داد که تغییرات میانگین ایی-سلکتین گروه تمرین در بعد نسبت به قبل از ۸ هفته تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا معنی‌دار است ($t10=8.95, P=0.001$)؛ در حالی این تغییرات در گروه کنترل از نظر آماری معنی‌دار نیست ($t11=1.53, P=0.23$) (شکل ۱). بررسی آماری داده‌های به‌دست‌آمده مربوط به همه شاخص‌های گلبول‌های سفید شامل ائوزینوفیل‌ها، نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها و نوترفیل‌ها نیز نشان داد که میزان تغییرات بین گروهی در مورد هیچ‌کدام از متغیرها از نظر آماری معنی‌دار نیست ($P> 0.05$). به‌علاوه تغییرات درون‌گروهی این متغیرها در گروه‌های تمرین و کنترل نیز معنی‌دار نبود ($P> 0.05$).

نتایج به‌دست‌آمده از آزمون ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین ایی-سلکتین و وزن بدن مردان سالم ارتباط مثبت معنی‌داری وجود دارد یعنی با کاهش در وزن آزمودنی‌ها مقادیر ایی-سلکتین نیز کاهش‌یافته است ($r= -0/67$ ،$p=0/001$).



شکل ۱. میانگین (± انحراف معیار) ایی-سلکتین دو گروه قبل و بعد از هشت هفته تمرین تناوبی مقاومتی با شدت بالا.

(* نشانه تفاوت معنی‌دار بین تغییرات دو گروه است. # نشانه تفاوت معنی‌دار بین میانگین قبل و بعد در گروه تمرین است).

جدول ۲. متغیرهای اصلی تحقیق (مقادیر به شکل میانگین ±انحراف معیار بیان‌شده است)

	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات	P درون گروهی	P بین گروهی
ایی- سلکتین	تمرین	۶۵/۳۴±۹/۳۷	۵۳/۳۴±۷/۵۶	٪ ۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
	کنترل	۶۲/۹۶±۱۰/۸۱	۶۲/۷۷±۸/۷۴	٪ ۰/۰۵	۰/۲۳	
ائوزینوفیل	تمرین	۶۷/۱۱±۹/۷۸	۶۶/۵۶±۸/۳۵	٪ ۱	۰/۳۵	۰/۲۴
	کنترل	۶۵/۲۳±۸/۵۶	۶۴/۸۹±۷/۲۵	٪ ۰/۰۵	۰/۱۳	
نوتروفیل	تمرین	۲/۳۴±۰/۲۷	۲/۲۲±۰/۳۵	٪ ۰/۰۵	۰/۲۲	۰/۴۵
	کنترل	۲/۲۴±۰/۳۶	۲/۱۷±۰/۲۵	٪ ۰/۰۵	۰/۱۲	
لنفوسیت	تمرین	۲۷/۳±۳/۱۳	۲۶/۴۵±۳/۲۴	٪ ۱	۰/۵۶	۰/۱۸
	کنترل	۲۵/۴±۶/۴۵	۲۶/۱۵±۴/۱۶	٪ ۰/۰۵	۰/۱۴	
منوسیت	تمرین	۱/۳±۰/۳۴	۱/۴۹±۰/۱۳	٪ ۳/۷	۰/۳۳	۰/۲۷
	کنترل	۱/۴۲±۰/۲۲	۱/۴۳±۰/۱۷	عدم‌تغییر	۰/۴۵	

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر هشت هفته فعالیت مقاومتی با شدت بالا بر سطوح پلاسمایی ایی–سلکتین و شاخص گلبول‌های سفید بود. نتایج تحقیق نشان داد که هشت هفته فعالیت مقاومتی تناوبی با شدت بالا ضمن کاهش نسبی وزن بدن و نیز افزایش قدرت با ارزیابی یک تکرار بیشینه درحرکت‌های مختلف، باعث کاهش همه فاکتورهای اندازه‌گیری شده در گروه تمرین شد؛ اما این تغییرات مشاهده‌شده فقط در مورد ایی–سلکتین معنی‌دار بود، و تغییرات شاخص‌های گلبول‌های سفید، نه در مقایسه با قبل از دوره و نه در مقایسه با تغییرات گروه کنترل، از نظر آماری معنی‌دار نبود.

در تحقیق حاضر تعداد مطلق شاخص‌های گلبول‌های سفید شامل گرانولوسیت‌ها (نوتروفیل‌ها و آئوزینوفیل‌ها) و آگرانولوسیت‌ها (منوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها) بررسی شد. به دلیل اینکه الگوی تغییرات شاخص‌های مختلف گلبول‌های سفید در پاسخ به فعالیت یکسان نیست و برخی از این شاخص‌ها به میزان بسیار بیشتری تغییر می‌کند، به نظر می‌رسد گزارش مقدار مطلق این شاخص‌ها ترجیح بیشتری نسبت مقادیر نسبی داشته باشد(۳۰)؛ بنابراین در تحقیق حاضر نیز مقادیر مطلق گزارش شد. مقادیر به‌دست‌آمده در گروه کنترل بعد از هشت هفته تغییری را نشان نداد. در گروه تمرین مقاومتی نیز با وجود مشاهده کاهش در مقادیر مطلق در اغلب این شاخص‌ها، تغییرات مشاهده‌شده بسیار کم و از نظر آماری معنی‌دار نبود. مطالعات حاد افزایش تعداد گلبول‌های سفید در افراد سالم جوان(۳۱)، میانسال (۳۲) و سالمند (۳۳)را بعد از یک جلسه فعالیت مقاومتی نشان داده‌اند و تغییرات برخی از این شاخص‌ها که از نظر اندازه و تعداد بزرگتر نیز است، نظیر منوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها، تا ۱۲۰ دقیقه بعد از فعالیت نیز ادامه دارد (۳۴). اما تحقیقات مزمن تغییر معنی‌دار گلبول‌های سفید و زیرشاخه‌های آن را حتی بعد از ۶ ماه تمرین مقاومتی را نیز گزارش نکرده‌است(۳۵) و در تحقیق حاضر نیز هم‌راستا با این ادعا، شاخص‌ها کاهش معنی‌داری نداشته‌است و به نظر می‌رسد سازگاری در این سلول‌ها احتمالاً به مدت‌زمان طولانی‌تری نیاز داشته باشد (۳۶)؛ این امر شاید به این دلیل باشد که سطوح پایه این شاخص در آزمودنی‌های تحقیق حاضر که سالم و دارای سابقه فعالیت مقاومتی بودند، در دامنه طبیعی بود. فعالیت مقاومتی تحقیق حاضر نیز با وجود اینکه در شدت بالایی انجام می‌شد، به دلیل وجود ریکاوری مناسب و با شدت پایین بین حرکات، این تمرینات آسیب‌زا نبوده و منجر به تحریک گلبول‌های سفید نشده است؛ به‌عبارتی‌دیگر یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که فعالیت مقاومتی، حتی اگر با شدتی بالا انجام شود، درصورتی‌که ریکاوری مناسب بین حرکات و ست‌ها وجود داشته باشد، ایمن است و خطری برای تحریک گلبول‌های سفید ندارد و منجر به التهاب نمی‌شود و به چنین سطحی از شدت، تکرار و نوع تمرین حساسیت نشان نمی‌دهد. عدم‌تغییر شمار گلبول‌های سفید پس از یک جلسه تمرین در این پژوهش و پژوهش‌های مشابه ممکن است ناشی از تحریک اجزای سیستم ایمنی و محور هیپوتاالاموس–هیپوفیز– فوق کلیه[1] (۳۷) باشد که می‌تواند دلیلی بر مناسب بودن چنین تمریناتی از نظر ایمنی باشد.

اما نتیجه مهم این تحقیق تغییرات مشاهده شده در سطح پلاسمایی ایی–سلکتین بود. نتایج تحقیق حاضر کاهش ۱۴ درصدی مقادیر ایی–سلکتین را در گروه تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا نشان داد درحالی‌که در گروه کنترل تغییر قابل‌ملاحظه‌ای مشاهده نشد. هر چند ارتباط قوی بین فعالیت بدنی منظم و کاهش عوامل التهابی وجود دارد، کیفیت این رابطه بستگی به شدت و مدت و البته نوع فعالیت دارد؛ زیرا اغلب پژوهشگرانی که اثر تمرینات مقاومتی را بر شاخص‌های التهابی بررسی کرده‌اند، تغییراتی در سطوح این شاخص–ها از جمله اینترلوکین–۶، TNF-α و CRP مشاهده نکرده‌اند (۳۸). اگرچه برخی از این تحقیقات کاهش شاخص‌ها را در طول ۱۲ هفته و یا بالاتر را گزارش کرده‌است(۳۹)که البته آزمودنی‌های اغلب این تحقیقات افراد چاق و یا دارای اضافه‌وزن و یا بیماران دیابتی بوده‌اند (۴۰)، ولی شدت فعالیت مقاومتی نیز عامل مؤثری بوده است؛ زیرا تغییرات بیشتر در شدت‌های بالاتر از ۸۰ درصد مشاهده شده است (۴۱). فعالیت بدنی با شدت بالا می‌تواند منجر به افزایش سایتوکاین‌های پیش التهابی در بدن شود، که به نوبه خود باعث افزایش بیان ژنی و تولید مولکول‌های چسبان در لکوسیت‌ها می‌شود؛ اما انجام فعالیت مقاومتی به صورت منظم با کاهش تحریک سمپاتیکی مانع رهاسازی سایتوکاین‌های التهابی از بافت چربی می‌شود و می‌تواند منجر به کاهش غلظت مولکول‌های چسبان در گردش خون شود. برخی محققان کاهش مولکول‌های چسبان بعد از دوره تمرینی را ناشی از کاهش درصد چربی در بدن دانسته‌اند. کاهش درصد چربی بدن با کاهش تولید اینترلوکین–۶ و TNF- αدر ارتباط است (۴۲) و کاهش این سایتوکاین‌ها، سطوح در گردش مولکول‌های چسبان را کاهش خواهد داد (۴۲). برخی نیز تغییرات مشاهده شده را ناشی از کاهش وزن بدن در دوره تمرینی دانسته‌اند (۴۳). در تحقیق حاضر به نظر می‌رسد به دلیل فعال بودن آزمودنی‌ها و پایین بودن درصد چربی آن‌ها، تغییرات مشاهده شده صرف نظر از تغییرات درصد چربی باشد. ولی به دلیل مشاهده رابطه معنی‌دار بین تغییرات وزن و ایی– سلکتین به نظر می‌رسد بخش از تغییرات مشاهده شده در ایی–سلکتین در تحقیق حاضر ناشی از کاهش وزن در افراد باشد. از طرفی دیگر کاهش مولکول‌های چسبانی نظیر ICAM-1 و ایی–سلکتین می‌تواند ناشی از کاهش پروتئین CRP نیز باشد، زیرا تولید این شاخص التهابی قوی به مقدار زیادی تحت تأثیر اینترلوکین–۶ است (۱). شواهد علمی اثر فعالیت بدنی منظم را در تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن اثبات کرده‌است (۴۴). در نتیجه کاهش رادیکال‌های آزاد نیز می‌تواند از مکانیزم‌های احتمالی کاهش ایی–سلکتین بعد از هشت هفته فعالیت مقاومتی باشد.

در تحقیق حاضر به دلیل محدودیت‌های موجود سطوح سایر عوامل التهابی قوی نظیر اینترلوکین–۶ و TNF- α اندازه‌گیری نشد؛ به نظر می‌رسد اندازه‌گیری آن‌ها و تعیین ارتباط تغییرات آن‌ها با فاکتورهای اندازه‌گیری شده در تحقیق حاضر می‌توانست استفاده از ایی–سلکتین به عنوان یک شاخص التهابی مناسب را بیشتر تائید کند. علاوه براین به دلیل تأثیر مواد غذایی حاوی کافیئن، کنترل بیشتر این ماده در رژیم غذایی آزمودنی‌ها در طول دوره تمرین می‌توانست اطلاعات مهمی را ارائه کند.

در کل تحقیق حاضر نشان داد که شاخص‌های گلبول‌های سفید تحت تأثیر هشت هفته فعالیت مقاومتی تناوبی با شدت بالا قرار نگرفت و احتمالاً مدت زمان بیشتری برای سازگاری در این شاخص‌ها موردنیاز است. ولی این سطح از شدت و مدت فعالیت مقاومتی منجر به ایجاد تغییرات مطلوب در ایی–سلکتین به‌عنوان یکی از سلول‌های چسبان شد. به نظر می‌رسد ویژگی‌های فعالیت تناوبی در این تغییرات مؤثر بوده باشد؛ بنابراین فعالیت مقاومتی با شدت بالا، اگر با ریکاوری مناسب بین حرکات و ست‌ها همراه باشد، می‌تواند ایمن باشد و منجر به التهاب در بدن نشود؛ از طرفی دیگر ایی–سلکتین را می‌توان شاخص التهابی مهم و حساس به تغییرات در بدن در نظر گرفت که ۸ هفته فعالیت مقاومتی می‌تواند سازگاری‌های مثبتی را در آن به دنبال داشته باشد.

1. Hypotalamus-Pituitary-Adrenal-axis

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

این تحقیق با هزینه شخصی انجام‌شده است. نویسندگان مقاله حاضر بر خود لازم می‌دانند از همکاری صمیمانه آزمودنی‌های محترم در طول اجرای تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

منابع

1. Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. Physiological reviews. 2000;80(3):1055-81.

2. Masih J, Verbeke W. Immune System Function and its Relation to Depression: How Exercise can Alter the Immune System-Depression Dynamics. 2018.

3. Rahimi Mohammad Rahman NC. The Effect of Caffeine Supplement on Myeloperoxidase and Acetylcholinesterase Activity during Acute Resistance Exercise in Athletes. Biannual Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2018;5(1):10-7. In Persian]

4. Del Giacco SR, Scorcu M, Argiolas F, Firinu D, Del Giacco GS. Exercise training, lymphocyte subsets and their cytokines production: experience of an Italian professional football team and their impact on allergy. BioMed research international. 2014;2014.

5. Peake JM, Neubauer O, Walsh NP, Simpson RJ. Recovery of the immune system after exercise. Journal of Applied Physiology. 2016;122(5):1077-87.

6. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop N, et al. Position statement part one: immune function and exercise. 2011.

7. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. Clinica chimica acta. 2010;411(11-12):785-93.

8. Kansas GS. Selectins and their ligands: current concepts and controversies. Blood. 1996;88(9):3259-87.

9. Sakr SA, Ramadan MM, El-Gamal A. The inflammatory response to percutaneous coronary intervention is related to the technique of stenting and not the type of stent. The Egyptian Heart Journal. 2016;68(1):37-43.

10. Nagarajan DL, Krishnamurthi M, Ponnusamy K, Perumal R. Quantitative Determination of Serum Soluble E-Selectin in Periodontal Health and Disease. Journal of International Medicine and Dentistry. 2018;5(1):01-10.

11. Huang RB, Eniola-Adefeso O. Shear stress modulation of IL-1β-induced E-selectin expression in human endothelial cells. PloS one. 2012;7(2):e31874.

12. Lansford KA, Shill DD, Dicks AB, Marshburn MP, Southern WM, Jenkins NT. Effect of acute exercise on circulating angiogenic cell and microparticle populations. Experimental physiology. 2016;101(1):155-67.

13. Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. The American journal of clinical nutrition. 2010;91(3):535-46.

14. Pizza FX, Baylies H, Mitchell JB. Adaptation to eccentric exercise: neutrophils and E-selectin during early recovery. Canadian journal of applied physiology. 2001;26(3):245-53.

15. Duvivier BM, Bolijn JE, Koster A, Schalkwijk CG, Savelberg HH, Schaper NC. Reducing sitting time versus adding exercise: differential effects on biomarkers of endothelial dysfunction and metabolic risk. Scientific reports. 2018;8(1):8657.

16. Smith JK, Dykes R, Douglas JE, Krishnaswamy G, Berk S. Long-term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. Jama. 1999;281(18):1722-7.

17. Rall LC, Roubenoff R, Cannon JG, Abad LW, Dinarello CA, Meydani SN. Effects of progressive resistance training on immune response in aging and chronic inflammation. Medicine and science in sports and exercise. 1996;28(11):1356-65.

18. McFarlin BK, Flynn MG, Campbell WW, Stewart LK, Timmerman KL. TLR4 is lower in resistance-trained older women and related to inflammatory cytokines. Medicine and science in sports and exercise. 2004;36(11):1876-83.

19. Levinger I, Goodman C, Peake J, Garnham A, Hare DL, Jerums G, et al. Inflammation, hepatic enzymes and resistance training in individuals with metabolic risk factors. Diabetic medicine. 2009;26(3):220-7.

20. Brooks N, Layne JE, Gordon PL, Roubenoff R, Nelson ME, Castaneda-Sceppa C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. International journal of medical sciences. 2007;4(1):19.

21. Ebrahimi Alireza AM, Tahmasebi Voria, Hoseini Rastegar. Comparing the Effect of one-week supplementation of Citrulline-malate, L-arginine and their combination on growth hormone concentration and metabolic responses in male wrestlers. Biannual Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2018;5(1):18-27. In Persian]

22. Croymans D, Krell S, Oh C, Katiraie M, Lam C, Harris RA, et al. Effects of resistance training on central blood pressure in obese young men. Journal of human hypertension. 2014;28(3):157.

23. Gibala MJ. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? Current sports medicine reports. 2007;6(4):211-3.

24. Smith-Ryan AE, Melvin MN, Wingfield HL. High-intensity interval training: Modulating interval duration in overweight/obese men. The Physician and sportsmedicine. 2015;43(2):107-13.

25. Azali Alamdari Karim AM, Khodaei Orhan. The effect of high intensity interval training on serum adiponectin, insulin resistance and markers of metabolic syndrome in men with metabolic syndrome. Biannual Journal of Applied Health Studies in Sport physiology. 2018;5(1):69-76. In Persian]

26. Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Journal of Physical Education, Recreation & Dance. 1993;64(1):88-90.

27. Wood TM, Maddalozzo GF, Harter RA. Accuracy of seven equations for predicting 1-RM performance of apparently healthy, sedentary older adults. Measurement in physical education and exercise science. 2002;6(2):67-94.

28. Banz WJ, Maher MA, Thompson WG, Bassett DR, Moore W, Ashraf M, et al. Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. Experimental Biology and Medicine. 2003;228(4):434-40.

www.SID.ir

Archive of SID

29. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. British journal of nutrition. 1978;40(3):497-504.

30. Stock C, Schaller K, Baum M, Liesen H, Weiss M. Catecholamines, lymphocyte subsets, and cyclic adenosine monophosphate production in mononuclear cells and CD4+ cells in response to submaximal resistance exercise. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1995;71(2-3):166-72.

31. Miles MP, Leach SK, Kraemer WJ, Dohi K, Bush JA, Mastro AM. Leukocyte adhesion molecule expression during intense resistance exercise. Journal of Applied Physiology. 1998;84(5):1604-9.

32. Nieman D, Henson D, Sampson C, Herring J, Suttles J, Conley M, et al. The acute immune response to exhaustive resistance exercise. International journal of sports medicine. 1995;16(05):322-8.

33. Mailoo VJ. Psychoneuroimmunology and occupational therapy for inflammatory disorders. International Journal of Therapy and Rehabilitation. 2006;13(11):503-10.

34. Ramel A, Wagner K-H, Elmadfa I. Acute impact of submaximal resistance exercise on immunological and hormonal parameters in young men. Journal of Sports Science. 2003;21(12):1001-8.

35. Woods J, Ceddia M, Wolters B, Evans J, Lu Q, McAuley E. Effects of 6 months of moderate aerobic exercise training on immune function in the elderly. Mechanisms of ageing and development. 1999;109(1):1-19.

36. Bobeuf F, Labonté M, Khalil A, Dionne IJ. Effect of resistance training on hematological blood markers in older men and women: a pilot study. Current gerontology and geriatrics research. 2009;2009.

37. Fatouros I, Chatzinikolaou A, Paltoglou G, Petridou A, Avloniti A, Jamurtas A, et al. Acute resistance exercise results in catecholaminergic rather than hypothalamic–pituitary–adrenal axis stimulation during exercise in young men. Stress. 2010;13(6):461-8.

38. Ferreira FC, de Medeiros AI, Nicioli C, Nunes JED, Shiguemoto GE, Prestes J, et al. Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. Applied physiology, nutrition, and metabolism. 2009;35(2):163-71.

39. El-Kader SMA. Aerobic versus resistance exercise training in modulation of insulin resistance, adipocytokines and inflammatory cytokine levels in obese type 2 diabetic patients. Journal of Advanced Research. 2011;2(2):179-83.

40. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2010;20(8):608-17.

41. Ogawa K, Sanada K, Machida S, Okutsu M, Suzuki K. Resistance exercise training-induced muscle hypertrophy was associated with reduction of inflammatory markers in elderly women. Mediators of inflammation. 2010;2010.

42. Shoelson SE, Herrero L, Naaz A. Obesity, inflammation, and insulin resistance. Gastroenterology. 2007;132(6):2169-80.

43. Olson TP, Dengel D, Leon A, Schmitz K. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. International journal of obesity. 2007;31(6):996.

44. Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. Nutrition research and practice. 2010;4(4):259-69.

www.SID.ir