

فصلنامه علمی - پژوهشی طب مکمل، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶

اثر تمرین هوازی همراه با مکمل یاری سماق بر توان ضد اکسایشی تام، شاخص مقاومت انسولینی و شاخص های تن سنجی در زنان دیابتی نوع ۲

بهلول قربانیان^{۱*}، حکیمه محمدی^۲، کریم آزالی علمداری^۱

۱. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان، تبریز، ایران.
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۵

چکیده

مقدمه: از سماق به عنوان داروی گیاهی در طب سنتی استفاده می شود. هدف این مطالعه، بررسی اثر ۱۰ هفته تمرین هوازی به همراه مکمل یاری پودر سماق، بر ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) و شاخص های مقاومت انسولینی و تن سنجی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

مواد و روش ها: این مطالعه نیمه تجربی در سال ۱۳۹۵ روی ۴۰ زن ۴۰ تا ۶۰ ساله مبتلا به دیابت نوع دو در شهرستان عجب شیر انجام گرفت. نمونه ها به طور تصادفی در چهار گروه (گروه مکمل، تمرین، مکمل و تمرین و دارونما) قرار گرفتند. تمرین شامل ۴۰ تا ۶۰ دقیقه پیاده روی و ایروبیک، هفته ای ۳ جلسه با شدت ۴۵ تا ۶۰٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره بود. گروه های ۱ و ۳، روزانه ۳ گرم پودر سماق مصرف کردند. نمونه خون آزمودنی ها در پیش و پس از آزمون پس از ۴۸ ساعت عدم فعالیت بدنی و عدم مصرف پودر سماق و ۱۲ ساعت ناشتایی جمع آوری شد. داده ها با استفاده از آزمون های آماری تی، تحلیل واریانس و LSD در سطح معناداری $P < 0.05$ تجزیه و تحلیل شد.

یافته ها: TAC بعد از ۱۰ هفته در گروه های مکمل، تمرین و مکمل و تمرین به ترتیب با $39/53$ ، $24/44$ و $22/03$ ٪ افزایش، به طور معناداری تغییر یافت و شاخص مقاومت انسولینی در گروه های مذکور به ترتیب با $37/7$ ، $52/44$ و $22/86$ ٪ کاهش، به طور معناداری تغییر یافت. همچنین شاخص های تن سنجی وزن، شاخص توده ای بدن و ... در گروه های ۲ و ۳ کاهش معنادار داشت ($P < 0.05$).

نتیجه گیری: مصرف پودر سماق همراه با ورزش های ایروبیک و پیاده روی آثار مطلوبی روی TAC، حساسیت انسولینی، قند خون و شاخص های تن سنجی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ داشت؛ بنابراین می تواند به عنوان درمان مکمل در کنار درمان های دارویی برای کنترل دیابت و جلوگیری از عوارض ثانویه آن مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه ها: ورزش ایروبیک و پیاده روی، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC)، مقاومت انسولینی، سماق، دیابت نوع ۲.

*نویسنده مسئول: E.mail: b.ghorbanian@azaruniv.ac.ir

مقدمه

دیابت نوع ۲ از جمله بیماری‌های متابولیکی است که با کمبود نسبی یا مطلق انسولین، افزایش گلوکز خون و اختلال در متابولیسم کربوهیدرات، چربی و پروتئین همراه است (۱). طبق بررسی‌ها، ایران از جمله کشورهایی است که به میزان زیاد در معرض خطر ابتلا به دیابت قرار دارد (۲). افزایش استرس اکسیداتیو و کاهش سطح آنتی‌اکسیدان‌ها از علل اصلی مشکلات افراد مبتلا به بیماری دیابت است. استرس اکسیداتیو، به هم خوردن تعادل در تشکیل محصولات سمی، اکسیداسیون رادیکال‌های آزاد و واکنش‌های احیاکننده است (۳). رادیکال‌های آزاد به‌طور کنترل‌نشده‌ای در بیماران دیابتی، به‌وسیله‌ی اکسیداسیون گلوکز، گلیکاسیون غیرآنزیماتیک پروتئین‌ها و به‌دنبال آن تخریب اکسیداتیو پروتئین‌های گلیکوله ایجاد می‌شود (۴). افزایش سطوح رادیکال‌های آزاد و کاهش هم‌زمان مکانیسم‌های دفاعی در برابر آن‌ها می‌تواند منجر به صدمه‌ی بافت‌ها و آنزیم‌ها شده و پراکسیداسیون لیپیدی و مقاومت به انسولین را افزایش دهد (۴). آسیب‌های ناشی از اکسیدان‌ها باعث آسیب دیدن DNA، بروز فرایند پیری و بیماری‌های ناشی از آن مانند نقص عملکرد مغز، بروز سرطان و بیماری‌های قلبی - عروقی و کاهش کارایی سیستم ایمنی می‌شود (۵).

مطالعات نشان می‌دهد که فعالیت بدنی و ورزش، به‌تنهایی مزایای متابولیک متعددی مانند بهبود حساسیت به انسولین، کاهش هموگلوبین گلیکوزیله (HbA_{1c}) و افزایش بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی را دارد. اگرچه مزایای ورزش در بیماران دیابتی واضح و روشن است، اما درک دقیق از بنیان مولکولی این پیشرفت، هنوز ناقص است (۶). نقش حفاظتی فعالیت‌های جسمانی در عوارض قلبی - عروقی، به‌طور عمده، به آثار مطلوب آن در چندین عامل خطر عروق کرونری مانند ترکیب توده‌ی بدن، فشارخون شریانی و در روند التهاب نسبت داده می‌شود (۷). مدت طولانی‌ای است که تمرین ورزشی به‌عنوان یک مکمل در درمان دارویی، در مدیریت دیابت مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات

انجام‌شده در انسان و حیوان نشان داده است که ورزش حساسیت انسولینی را افزایش و استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد (۲،۳).

هرچند در حال حاضر درمان اصلی و مؤثر بیماری دیابت استفاده از انسولین و عوامل هایپوگلیسمیک است، اما این ترکیب‌ها در درازمدت عوارض نامطلوب متعددی دارند؛ بنابراین نیاز به یافتن ترکیب‌های مؤثر در درمان دیابت با عوارض جانبی کمتر، احساس می‌شود.

اهمیت گیاهان دارویی به دلیل کم بودن عارضه‌ی جانبی آن‌ها در درمان بیماری‌های متابولیک، امروزه بیشتر موردتوجه متخصصان است. البته سال‌هاست که توجه محققان به شناسایی ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان که دارای آثار جانبی کمتر باشند، متمرکز شده است و به همین دلیل، امروزه فلاونوئیدها به‌عنوان ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان موردتوجه قرار گرفته‌اند. این ترکیب‌ها به این دلیل که منشأ گیاهی دارند از آثار بیولوژیکی گسترده و وسیعی برخوردارند (۸). سماق (*Rhus coriaria*. L) از خانواده‌ی *Anacardiaceae*، درختچه‌ای کوتاه است که سابقه‌ای طولانی در طب سنتی دارد. در طب سنتی ایرانی، سماق به‌عنوان یک ماده‌ی پیشگیری‌کننده از بیماری‌های قلبی موردتوجه بوده و همراه با بعضی از غذاها مصرف می‌شده است (۹). همچنین بررسی‌های انجام‌شده نشان داده است که سماق دارای مقدار قابل‌توجهی تانن قابل‌حل در آب است که نقش آنتی‌اکسیدانی دارد و نه تنها از سرطان پیشگیری می‌کند بلکه ضدتومورهای سرطانی نیز می‌باشد (۱۰). سماق دارای ترکیب‌های فنلی نظیر اسیدهای فنلی، فلاونول‌ها و آنتوسیانین‌هاست (۱۱)؛ بنابراین می‌تواند به‌عنوان یک منبع غنی از آنتی‌اکسیدان‌ها و یک عامل کاهنده‌ی قند خون عمل کند. همچنین تحقیقات انجام‌شده حکایت از آن دارد که مصرف سماق موجب کاهش در سطح کلسترول سرم می‌گردد (۱۲).

با توجه به آثار تمرین‌های هوازی، آثار احتمالی مصرف مکمل سماق در کاهش استرس اکسیداتیو، عوارض بیماری دیابت ملیتوس، محدود بودن پژوهش‌ها در این زمینه و

پودر سماق را (۳ بار در روز و روزانه ۳ گرم در قالب قرص‌های حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم پودر سماق) مصرف کنند و تمرینات هوازی با شدت ۴۵ تا ۶۰٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره را ۳ جلسه در هفته انجام دهند. گروه دارونما که شامل گروه‌های تمرین و کنترل بود نیز (۳ بار در روز به میزان ۳ گرم) قرص‌های حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم نشاسته را مصرف کردند.

قبل از اجرای برنامه‌ی تمرینی، برخی شاخص‌های آنروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها به شرح زیر اندازه‌گیری شد: قد و وزن آنان به ترتیب با استفاده از قدسنج و ترازوی استاندارد با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و ۰/۱ کیلوگرم سنجیده شد. شاخص توده‌ی بدنی نمونه‌ها با استفاده از فرمول وزن بدن تقسیم بر مجذور قد به متر مورد سنجش قرار گرفت. نسبت دور کمر به لگن آنان از تقسیم اندازه‌ی دور کمر به دور لگن به دست آمد؛ برای این منظور، محیط دور مفصل ران که از پهن‌ترین قسمت باسن عبور می‌کند و محیط دور کمر (باریک‌ترین قسمت کمر) اندازه‌گیری و دور کمر بر باسن تقسیم شد. درصد چربی بدن نمونه‌ها نیز با دستگاه کالیپر (یاگامی، ساخت کشور ژاپن با دقت ۰/۲ میلی‌متر) و با استفاده از معادله‌ی سه‌نقطه‌ای جکسون پولاک^۲ اندازه‌گیری شد (۱۳). حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با آزمون یک مایل راه رفتن (آزمون راکپورت) و فرمول مربوط به آن، مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۳).

برنامه‌ی تمرین هوازی

پروتکل تمرین شامل برنامه‌ی تمرین هوازی به مدت ۱۰ هفته، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه با شدت ۴۵ تا ۶۰٪ ضربان قلب هدف بود. این تمرین بر اساس توصیه‌های مؤسسه‌ی کالج آمریکائی طب ورزش (ACSM)^۳ طراحی شد و حالت فزاینده داشت؛ به طوری که به تدریج و هفته‌به‌هفته بر حجم و شدت تمرین افزوده شد. ضربان قلب با استفاده از ضربان‌سنج پولار (ساخت کشور فنلاند) کنترل شد.

به‌ویژه نبود هیچ مطالعه‌ای در مورد اثر توأمان تمرین و مکمل سماق، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین هوازی به همراه مصرف مکمل سماق بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و شاخص مقاومت انسولینی و حداکثر توان هوازی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ است. از مزایای مهم این مطالعه این است که برای اولین بار آثار مصرف سماق به همراه فعالیت بدنی هوازی در بیماران دیابتی نوع ۲ را بررسی کرده است. نبود پیشینه‌ی تحقیقاتی کافی در این زمینه و عدم امکان انتخاب تعداد نمونه‌ی بیشتر از محدودیت‌های این مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر از نوع بالینی نیمه‌تجربی بود و جامعه‌ی آماری آن را بیماران دیابتی نوع ۲ در شهرستان عجب‌شیر تشکیل دادند که از بین آنان ۴۰ زن دیابتی نوع ۲ بر اساس معیارهای انجمن دیابت آمریکا (ADA)^۱ انتخاب شدند. حجم نمونه بر اساس پیشینه‌ی پژوهش در خصوص تأثیر تمرینات ورزشی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و شاخص مقاومت انسولینی تعیین شد. آزمودنی‌ها در دامنه‌ی سنّی ۴۰ تا ۶۰ سال قرار داشتند و کمتر از ۱۰ سال از زمان تشخیص بیماری آنان گذشته بود. نمونه‌ها برای کنترل بیماری خود داروی متفورمین را دریافت می‌کردند و در یک‌سال گذشته در برنامه‌های فعالیت منظم بدنی شرکت نداشتند. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از مطالعه شامل استعمال دخانیات، داشتن عوارض دیابت و بیماری مزمن دیگر، دریافت انسولین و مصرف هر نوع مکمل آنتی‌اکسیدانی بود. پس از آشنایی شرکت‌کنندگان با اهداف و روش اجرای پژوهش از آنان رضایت‌نامه‌ی آگاهانه گرفته شد. سپس به روش تصادفی در چهار گروه ده‌نفره (گروه تمرین هوازی، مکمل، مکمل و تمرین و شاهد) قرار گرفتند.

یک روز قبل از شروع برنامه‌ی تمرین، در آزمایشگاه نمونه‌خون آزمودنی‌ها - به‌عنوان پیش‌آزمون - گرفته شد. سپس همه‌ی آنان موظف شدند به مدت ۱۰ هفته مکمل

² - Jackson & Pollock

³ - American College of Sport Medicine

¹ - American Association Diabetes

هر جلسه شامل بخش‌های زیر بود:

۱. گرم کردن (شامل ۱۰ دقیقه راه رفتن، حرکات کششی و دویدن آرام).
۲. بخش اصلی برنامه شامل ۱۵ تا ۲۰ دقیقه پیاده‌روی و ۲۰ تا ۲۵ دقیقه ورزش ایروبیک، هر دو با شدت ۴۵ تا ۶۰٪ ضربان قلب هدف بود. حرکات ایروبیک با ریتم آهنگ انجام شد و شامل اجرای بلوک‌های ایروبیک بود؛ هر بلوک شامل تمرین‌هایی نظیر حرکت مارچ، حرکت وی، استپ، استپ‌تاچ، وی‌یک، مورب و ... بود و هر تمرین ۸ بار تکرار شد. حرکات زمینی شامل انواع حرکات کششی و انعطاف‌پذیری و حرکات دونفره بود.
۳. سرد کردن شامل ۵ دقیقه راه رفتن و حرکات کششی تا رسیدن به ضربان قلب طبیعی بود.

اندازه‌گیری متغیرهای خونی

متغیرهای خونی (به میزان ۱۰ میلی‌لیتر) از ورید بازو و در حالت نشسته در ۲ مرحله، یک روز قبل از اولین جلسه‌ی تمرین (به‌عنوان پیش‌آزمون) و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین در هفته‌ی دهم و پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی اندازه‌گیری شد. سپس، نمونه‌خون‌ها در لوله‌های محتوی ماده‌ی ضدانعقاد (۳ تا ۴ میلی‌گرم اتیلن دی‌آمین تتراسیتیک اسید EDTA) ریخته شد و سپس سرم آن از طریق سانتریفیوژ در دور پانزده تا سی هزار جدا شد و برای آنالیزهای بعدی در منفی ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد فریز شد. برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC)، از کیت TAC (ساخت شرکت LDN آلمان) به روش الایزا به کمک دستگاه الایزایدر (مدل awareness, USA) Statfax-2100 و برای اندازه‌گیری انسولین سرم از کیت-Insulin-R (ساخت شرکت منوبایند) به روش الایزا استفاده شد. قند خون نیز به روش فتومتریک با کیت شرکت پارس‌آزمون (کرج، ایران) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر سنجیده شد.

برای تعیین شاخص مقاومت انسولینی در حالت ناشتا، با استفاده از مقادیر گلوکز خون و انسولین اندازه‌گیری‌شده، از ارزیابی مدل هموستاز (HOMA-IR)^۱ استفاده شد (۱۳).

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{میلی‌لیتر} \times \text{میلی‌لیتر}}{\text{میلی‌لیتر}} \times \text{میلی‌گرم بر}$$
 روش آماری

داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای بررسی طبیعی بودن توزیع، از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و برای بررسی تجانس واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی از آزمون تی همبسته استفاده شد. برای تعیین محل تفاوت بین گروهی و زمان از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (۲×۴) و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ برای سنجش اطلاعات در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

بر اساس جدول شماره‌ی ۱ و طبق نمودارها، نتایج درون‌گروهی نشان داد مقادیر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (۰/۰۰۸=مکمل P، ۰/۰۱۲=تمرین P، ۰/۰۰۱=مکمل+تمرین P) پس از ۱۰ هفته مداخله، افزایش معنادار داشت و شاخص مقاومت انسولینی (۰/۰۱=مکمل P، ۰/۰۰۱=تمرین P، ۰/۰۰۱=مکمل+تمرین P)، انسولین سرم (۰/۰۰۸=مکمل P، ۰/۰۱=تمرین P، ۰/۰۰۹=مکمل+تمرین P) و قند خون ناشتا (۰/۰۳=مکمل P، ۰/۰۰۱=تمرین P، ۰/۰۰۳=مکمل+تمرین P)، کاهش معناداری یافت (P<۰/۰۵).

مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی (۰/۰۰۱=تمرین P، ۰/۰۰۵=مکمل+تمرین P)، در دو گروه تمرین و تمرین و مکمل، افزایش معنادار یافت و مقادیر BMI (۰/۰۰۱=تمرین P، ۰/۰۰۱=مکمل+تمرین P)، درصد چربی بدن (۰/۰۰۱=تمرین P، ۰/۰۰۱=مکمل+تمرین P)، وزن بدن (۰/۰۰۱=تمرین P، ۰/۰۰۱=مکمل+تمرین P) و WHR (۰/۰۰۴=تمرین P، ۰/۰۰۱=مکمل+تمرین P)

¹ - Homeostatic Model Assessment Insulin Resistance

بررسی‌ها نشان می‌دهد در زمان فعالیت ورزشی به دلیل عدم هماهنگی اکسیژن برداشتی و اکسیژن مورد نیاز در بافت‌ها، فرآیند ایسکیمی - خون‌رسانی مجدد موجب تولید گونه‌های اکسیژن فعال و آسیب به لیپیدهای غیراشباع غشاهای بافتی می‌شود که پراکسیداسیون لیپیدی را بیشتر تحریک می‌کند (۱۸). یکی از دلایل احتمالی تناقض موجود می‌تواند به علت شدت تمرین باشد که بر اساس یافته‌های یک پژوهش، شدت و مدت فعالیت بدنی متغیرهای مهمی هستند که می‌توانند در نوع فعالیت بدنی و اثرگذاری روی شاخص‌های استرس اکسایشی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن دخالت نمایند.

در هنگام ورزش شدید، مصرف اکسیژن در بدن حدود ۸ تا ۱۰ برابر افزایش می‌یابد (۱۸). به همین دلیل، با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد، ممکن است ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن تضعیف گردد؛ بنابراین ورزش حاد و شدید منجر به افزایش استرس اکسیداتیو می‌گردد؛ اما ورزش منظم و متوسط از طریق افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی منجر به کاهش استرس اکسیداتیو خواهد شد (۱۹).

پژوهش حاضر نشان داد که ۱۰ هفته مصرف مکمل پودر سماق باعث افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام شد. سرافینی^۲ و همکاران نشان دادند که استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها و پلی‌فنول‌ها نظیر چای سبز، سبب کاهش عوارض دیابت و بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن می‌شود. مطالعات نشان داده است که سماق به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی باعث حذف رادیکال‌های آزاد و کاهش پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود (۲۰). سلیمی و همکاران طی مطالعه‌ای با عنوان «اثر عصاره‌ی سماق بر پراکسیداسیون لیپیدی و نفروپاتی دیابتی در موش‌های صحرایی» بیان کردند که در اثر تجویز عصاره‌ی آبی سماق، پراکسیداسیون لیپیدی کاهش یافت؛ زیرا مالودی‌آلدئید که شاخص پراکسیداسیون لیپیدی است، در این مطالعه بر اثر تجویز عصاره‌ی آبی سماق کاهش

در هر دو گروه تمرین و تمرین و مکمل+تمرین ($P_{\text{مکمل+تمرین}}=0/004$) بعد از ۱۰ هفته مداخله کاهش معناداری داشت. نتایج تحلیل واریانس‌ها نشان داد برخلاف مقادیر انسولین سرم و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، بین میانگین‌های متغیرهای شاخص مقاومت انسولینی و قند خون ناشتا در گروه‌های چهارگانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($0/001=P_{\text{شاخص مقاومت انسولینی}}$ ، $0/001=P_{\text{قند خون ناشتا}}$). نتایج آزمون تعقیبی ال.اس.دی نشان داد این اختلاف بین ۳ گروه تمرین، تمرین و مکمل و مکمل با گروه دارونماست. بین مقادیر BMI، درصد چربی بدن، وزن، WHR و $VO_{2\text{max}}$ در گروه‌های چهارگانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($0/008=P_{\text{درصد چربی}}$ ، $0/02=P_{\text{BMI}}$ ، $0/01=P_{\text{وزن}}$ ، $0/03=P_{\text{WHR}}$ ، $0/035=P_{\text{VO}_{2\text{max}}}$). نتایج آزمون ال.اس.دی نشان داد این اختلاف بین گروه تمرین و مکمل تمرین با گروه دارونماست.

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد ۱۰ هفته تمرین هوازی همراه با مکمل یاری سماق باعث افزایش معنادار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام شده است. مطالعاتی که اثر سماق را بررسی کرده باشد انجام نشده اما تحقیقاتی وجود دارد که صرفاً اثر تمرین را بررسی کرده‌اند و نتایج برخی از آن‌ها با مطالعه‌ی حاضر ناهمسو (۱۴، ۱۵) و نتایج برخی از آن‌ها همسو است (۱۶، ۱۷، ۱۸).

برای مثال، عزیزیگی و همکاران پس از انجام «دو نوع فعالیت مقاومتی (متوسط و شدید) هشت هفته‌ای در ۲۰ مرد جوان» (۱۴) و افضل‌پور و همکاران با «مطالعه روی ۴۴ مرد سالم غیرفعال با ۳ نوع تمرین هوازی «سبک متوسط و شدید» تغییر معناداری را در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام مشاهده نکردند (۱۵)؛ اما جامارتاس^۱ و همکاران در بررسی «اثر برنامه‌ی تمرینی مختلف (مقاومتی، استقامتی و ترکیبی) روی مردان» (۱۶) و بابایی و همکاران در بررسی «اثر فعالیت هوازی در ۲۴ مرد سالم غیرورزش‌کار»، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام را گزارش کردند (۱۷).

2. Serafini

1. Jamartas

اسکلتی بهبود می‌بخشد (۲۶). برخی محققان سازوکارهای مؤثر بر هموستاز گلوکز و انسولین در پاسخ به فعالیت را بیان کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به افزایش فعالیت گلیکوژن سنتاز و هگزوکیناز، افزایش پیام‌رسانی پس‌گیرنده‌ای انسولین، افزایش پروتئین انتقال‌دهنده‌ی گلوکز، کاهش رهایی و افزایش پاک شدن اسیدهای چرب آزاد، افزایش رهایی گلوکز از خون به عضله به علت افزایش مویرگ‌های عضله و تغییرات در ترکیب عضله به منظور افزایش برداشت گلوکز اشاره کرد (۱۳). همچنین پژوهش حاضر نشان داد که ۱۰ هفته مصرف مکمل پودر سماق، باعث کاهش معنادار شاخص مقاومت انسولینی در زنان دیابتی شد. اخیراً در مورد آثار ضدگلیسمی، آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌دیس‌لیپیدی عصاره‌ی متانولیک سماق در موش‌ها پژوهشی انجام شده است (۲۷)؛ اما در مورد اثر سماق روی هاپیرانسولینمی، قابلیت تحمل گلوکز و حساسیت انسولینی، پژوهشی انجام نشده و این زمینه با کمبود ادبیات تحقیق مواجه است. باین حال مطالعه‌ای همسو با تحقیق حاضر به وسیله‌ی انور^۲ و همکاران با عنوان «بهبود مقاومت انسولینی در موش‌های دیابتی غیروابسته به انسولین»^۳ با سماق انجام شده است. این مطالعه نشان داد سماق باعث کاهش سطوح گلوکز خون، جلوگیری از هاپیرانسولینمی و بهبود تحمل گلوکز خون در موش‌های دیابتی غیروابسته به انسولین شد. این تحقیق پیشنهاد می‌کند سماق می‌تواند باعث بهبود حساسیت انسولینی شود. به عبارت دیگر، درمان با سماق، به صورت چشمگیری مانع بالا رفتن مقاومت انسولینی در موش‌های تحت درمان شد (۲۷). با توجه به اینکه هاپیرانسولینمی، مکانیسمی جبرانی در مقابل افزایش سطوح قند خون است و این مکانیسم باعث کاهش ترشح انسولین کبدی می‌شود و با افزایش ترشح انسولین از سلول‌های بتای پانکراس برای حفظ تعادل قند خون همراه است (۲۷) و این که در مطالعه‌ی حاضر قند خون و انسولین سرم کاهش یافت نتیجه می‌گیریم که سماق باعث کاهش مقاومت انسولینی شده است.

معنی‌داری را نشان داد؛ بنابراین می‌توان اظهار داشت که عصاره‌ی آبی سماق به دلیل دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی، قادر به مهار واکنش‌های پراکسیداسیون است. در این مطالعه‌ی تجربی، آسیب‌های وارده به بافت کلیه (هیالینه شدن عروق، تحلیل شبکه‌ی گلومرولی و اتساع فضای ادراری که در درازمدت زمینه‌ساز بروز نروپاتی دیابتی می‌شود) در گروه‌های دیابتی تحت تیمار با عصاره کاهش یافت. در مورد ایجاد نروپاتی دیابتی نظریات چندی ارائه شده است (۲۱). به نظر می‌رسد که پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش رادیکال‌های آزاد از طرق مختلف موجب نروپاتی می‌شود. یک مکانیسم احتمالی بیانگر این است که هاپیرگلیسمی علاوه بر تولید بیشتر رادیکال‌های آزاد اکسیژن، می‌تواند از طریق گلیکوزیلاسیون آنزیم‌ها باعث کاهش سیستم آنتی‌اکسیدانی شود؛ به گونه‌ای که می‌توان گفت بین استرس اکسیداتیو و نروپاتی دیابتی ارتباط سببی برقرار است (۲۱). با توجه به اینکه سماق از طریق مهار گلیکوزید هیدرولاز و اثر مثبت بر روی آنزیم آلفا‌آمیلاز باعث کاهش قند خون و در نتیجه کاهش گلیکوزیلاسیون آنزیم‌ها و پروتئین‌ها می‌شود (۲۲). طبق مطالعات می‌توان نتیجه گرفت که کاهش روند گلیکاسیون آنزیم‌ها باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در این مطالعه شده است.

یافته‌ی دیگر پژوهش حاضر، کاهش معنادار مقاومت انسولینی متعاقب ۱۰ هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل سماق در زنان دیابتی بود. این نتایج با یافته‌های مطالعه‌ی عصارزاده و همکاران (۲۳) و هنریکسون و همکاران (۲۴) که کاهش معنی‌دار در غلظت انسولین و شاخص مقاومت به انسولین را نشان دادند همسوست و با نتایج مطالعه‌ی پوی‌ریر^۱ و همکاران (۲۵) و سوری و همکاران^۲ ناهمسوست؛ احتمالاً تناقض در این نتایج به دلیل تفاوت در نوع تمرین، مدت‌زمان، شدت و نمونه‌های متفاوت باشد. بررسی‌ها نشان داده تمرین استقامتی حاد و طولانی‌مدت، مقاومت به انسولین را به دلیل انقباض موقتی عضله و افزایش جذب گلوکز و توده‌ی عضله‌ی

2. Anwer

3. non-insulin-dependent diabetes mellitus

1. Poirier

دلیل آن افزایش قابلیت اکسیداسیون چربی از طریق افزایش آنزیم‌های بتا‌اکسیداسیون و چرخه‌ی کربس به دنبال تمرینات ورزشی هوازی است؛ بنابراین، با افزایش سوخت‌وساز چربی در افراد چاق و مبتلا به دیابت نوع ۲، میزان درصد چربی این افراد کاهش یافته و شاخص‌های تن‌سنجی بهبود می‌یابد (۳۲).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات هوازی منظم مثل ایروبیک و پیاده‌روی به همراه مصرف پودر سماق می‌تواند باعث بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و شاخص مقاومت انسولینی و شاخص‌های تن‌سنجی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ شود؛ بنابراین، می‌تواند به‌عنوان یک درمان مکمل در کنار درمان‌های دارویی در کنترل بیماری دیابت و جلوگیری از عوارض ثانویه‌ی آن استفاده شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی فیزیولوژی فعالیت بدنی و تندرستی دانشجوی حکیمه محمدی به راهنمایی آقای بهلول قربانیان در دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان است. بدین‌وسیله از زحمات کلیه‌ی مشارکت‌کنندگان در پژوهش به‌ویژه از آزمودنی‌ها که با نهایت صبر و حوصله در اجرای برنامه‌ی تمرینی با محققان همکاری کردند کمال تشکر و قدردانی را اظهار می‌کنیم.

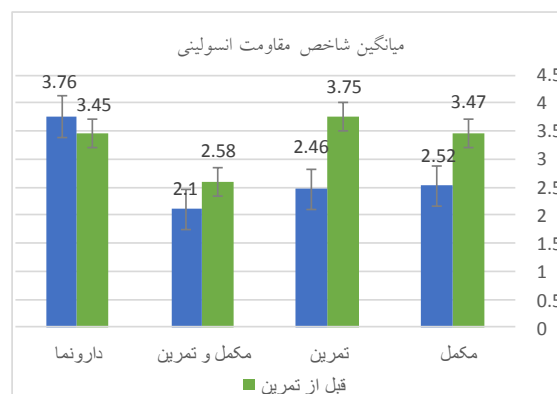
از نتایج دیگر پژوهش حاضر، کاهش معنادار شاخص‌های تن‌سنجی از جمله وزن، درصد چربی، شاخص توده‌ی بدن و نسبت دور کمر به دور لگن و افزایش معنادار حداکثر اکسیژن مصرفی، متعاقب ۱۰ هفته تمرین هوازی در زنان دیابتی است که با نتایج برخی مطالعات همسو (۲۸،۲۹) و با نتایج برخی مطالعات دیگر ناهمسو (۳۱،۳۰) است.

کاهش در وزن و درصد چربی می‌تواند نشان‌دهنده‌ی این باشد که توده‌ی عضلانی افزایش یافته و چربی بدن کاهش یافته است و همچنین کاهش در نسبت دور کمر به لگن، نشانه‌ی مثبتی از کاهش چربی دور شکم است؛ به‌خصوص این که زنان در این نواحی درصد چربی بالایی دارند و مستعد افزایش محیط کمر و لگن و سینه هستند. حداکثر اکسیژن مصرفی نیز در این برنامه، افزایش معنا دار داشت و این مسئله تأثیر مثبت تمرین را روی سیستم قلبی - تنفسی نشان می‌دهد. این پروتکل تمرینی ثابت می‌کند که می‌تواند تأثیر مثبت و مفیدی روی فاکتورهای تن‌سنجی داشته باشد. در این رابطه، تفاوت‌های نژادی و تغذیه‌ی آزمودنی‌ها کنترل نشد و میزان آمادگی بدنی قبل از شروع تمرین و نحوه‌ی سازگاری و پاسخ به تمرین آزمودنی‌ها بسیار مهم است؛ زیرا می‌تواند دلیلی بر ناهمسو بودن نتایج مطالعه‌ی حاضر با دو مطالعه‌ی فوق باشد. دلیل تأثیر تمرینات ورزشی هوازی بر ترکیب بدن در افراد چاق مبتلا به دیابت، در متون به‌خوبی تشریح شده است. مهم‌ترین

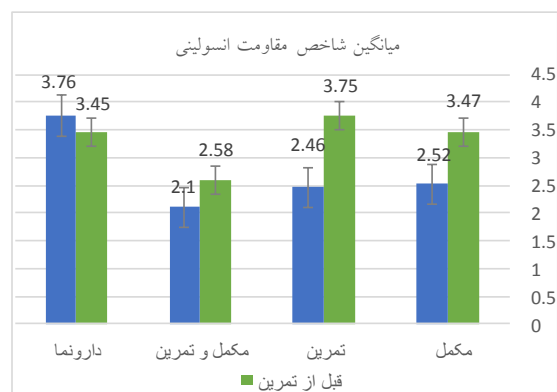
جدول شماره ۱) نتایج آماری متغیرهای مورد مطالعه در قبل و بعد از ۱۰ هفته مداخله

متغیر	گروه		مکمل		تمرین		مکمل + تمرین		دارونما
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون
سن (سال)	۵۵/۴±۵/۲۷	۵۵/۴±۵/۲۷	۵۵/۴±۵/۲۷	۵۵/۴±۵/۲۷	۵۱/۶±۷/۰۴	۵۱/۶±۷/۰۴	۵۱/۶±۷/۰۴	۵۱/۶±۷/۰۴	۵۷/۲±۵۵/۹۶
قد (cm)	۱۵۷/۵±۵/۳۲	۱۵۷/۵±۵/۳۲	۱۵۷/۵±۵/۳۲	۱۵۷/۵±۵/۳۲	۱۵۷/۷±۲/۸۶	۱۵۷/۷±۲/۸۶	۱۵۷/۷±۲/۸۶	۱۵۷/۷±۲/۸۶	۱۵۵/۲±۶۷/۸۷
وزن (kg)	۸۱/۶±۱/۹۵	۸۱/۶±۱/۹۵	۸۱/۶±۲/۹۲	۸۱/۶±۲/۹۲	۷۷/۷±۵/۴۶	۷۷/۷±۵/۴۶	۷۷/۷±۵/۴۶	۷۷/۷±۵/۴۶	۷۹/۳±۲/۹۹
درصد چربی	۳۶/۳±۵/۵۲	۳۶/۳±۵/۵۲	۳۶/۳±۷/۷۳	۳۶/۳±۷/۷۳	۳۵/۲±۴/۳۰	۳۵/۲±۴/۳۰	۳۵/۲±۴/۳۰	۳۵/۲±۴/۳۰	۳۷/۲±۰۹/۶۹
WHR	۰/۰±۹۳/۱	۰/۰±۹۳/۱	۰/۰±۹۴/۱	۰/۰±۹۴/۱	۰/۰±۹۰/۱۲	۰/۰±۹۰/۱۲	۰/۰±۹۰/۱۲	۰/۰±۹۰/۱۲	۰/۰±۹۹/۰۹
BMI (kg/m ²)	۳۲/۳±۷۴/۱۴	۳۲/۳±۷۴/۱۴	۳۲/۳±۸/۲۵	۳۲/۳±۸/۲۵	۳۱/۳±۴۳/۰۳	۳۱/۳±۴۳/۰۳	۳۱/۳±۴۳/۰۳	۳۱/۳±۴۳/۰۳	۳۲/۲±۷/۱۷
VO ₂ max (ml/kg/min)	۲۶/۴±۷/۴۳	۲۶/۴±۷/۴۳	۲۶/۴±۷۴/۳۷	۲۶/۴±۷۴/۳۷	۳۰/۲±۰۹/۶۷	۳۰/۲±۰۹/۶۷	۳۰/۲±۰۹/۶۷	۳۰/۲±۰۹/۶۷	۲۷/۳±۰/۶۰
(HOMA-R)	۳/۱±۴۷/۰۶	۳/۱±۴۷/۰۶	۲/۰±۵۲/۸۱	۲/۰±۵۲/۸۱	۳/۰±۷۵/۹۶	۳/۰±۷۵/۹۶	۳/۰±۷۵/۹۶	۳/۰±۷۵/۹۶	۳/۱±۷۶/۱۴
قند خون ناشتا (mg/dl)	۱۶۳/۳۳±۱۹/۶	۱۶۳/۳۳±۱۹/۶	۱۳۴/۹۰±۲۸/۲۱	۱۳۴/۹۰±۲۸/۲۱	۱۷۶/۲۷±۲/۷۴	۱۷۶/۲۷±۲/۷۴	۱۷۶/۲۷±۲/۷۴	۱۷۶/۲۷±۲/۷۴	۱۸۹/۴۰±۹/۵۸
انسولین سرم (μU/ml)	۸/۱±۵/۱۳	۸/۱±۵/۱۳	۷/۰±۴۷/۹۵	۷/۰±۴۷/۹۵	۸/۱±۵۶/۱۲	۸/۱±۵۶/۱۲	۸/۱±۵۶/۱۲	۸/۱±۵۶/۱۲	۷/۱±۹۴/۲۱
TAC (mmol/l)	۲/۰±۶/۹۷	۲/۰±۶/۹۷	۴/۱±۳/۲۵	۴/۱±۳/۲۵	۲/۱±۴/۰۷	۲/۱±۴/۰۷	۲/۱±۴/۰۷	۲/۱±۴/۰۷	۳/۱±۴۴/۱۳

† نشانه‌ی معناداری درون گروهی (آزمون تی همبسته)؛ ‡ نشانه‌ی معناداری نسبت به گروه دارونما (آزمون تحلیل واریانس)؛ (p<۰/۰۵)



نمودار شماره ۱) میانگین ظرفیت آنتی اکسیدانی (TAC) (ml/dl) در گروه چهارگانه قبل و بعد از ده هفته مداخله (آزمون تی همبسته)



نمودار شماره ۲) میانگین شاخص مقاومت انسولینی در گروه‌های چهارگانه، قبل و بعد از ۱۰ هفته مداخله (آزمون تی همبسته)

References:

1. Akbar S, Bellary S, Griffiths HR. Dietary antioxidant interventions in type 2 diabetes patients: a meta-analysis. *The British Journal of Diabetes & Vascular Disease*. 2011;11(2):62-8.
2. Soori R, Hasani Ranjbar Sh, Wahhabi K, Shabkhiz F. Effects of aerobic interval training on serum RBP4 and insulin resistance in type 2 diabetic patients. *Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders*, 2011; 10(4):388-97.[Persian]
3. Ames A, Smith B. Influence of antioxidant (Ascorbic acid) on tobutamide induced hyperglycemia/ ant hyperglycemia in normal and diabetic rats. *Journal of Nutrition*. 2003; 137(3): 125-132.
4. Azadbakht L, Surkan PJ, Esmailzadeh A, Willett WC. The Dietary Approaches to Stop Hypertension eating plan affects C-reactive protein, coagulation abnormalities, and hepatic function tests among type 2 diabetic patients. *The Journal of nutrition*. 2011;141(6):1083-8.
5. Alipour M, Salehi I. Effect of exercise on diabetes-induced oxidative stress in the rat hippocampus. *Iranian Red Crescent Medical Journal*. 2012;2012(4):222-8.
6. Lindström J, Absetz P, Hemiö K, Peltomäki P, Peltonen M. Reducing the risk of type 2 diabetes with nutrition and physical activity—efficacy and implementation of lifestyle interventions in Finland. *Public health nutrition*. 2010;13(6):993-9.
7. Skoumas J, Pitsavos C, Panagiotakos DB, Chrysohoou C, Zeimbekis A, Papaioannou I, et al. Physical activity, high density lipoprotein cholesterol and other lipids levels, in men and women from the ATTICA study. *Lipids in health and disease*. 2003;2(1):3-7.
8. Bors W, Heller W, Michael M. Flavonoids as antioxidants: determination of radical scavenging efficiencies. Edited by CA Rice, E Vans and L Packer. Marcel Dekker, New York; 1998.
9. Zargham H, Zargham R. Tannin extracted from Sumac inhibits vascular smooth muscle cell migration. *McGill Journal of Medicine*. 2008;11(2):119-23.
10. Ozcan, M. Antioxidant activities of rosemary, sage, and sumac extracts and their combinations on stability of natural peanut oil. *Journal of Medicinal Food*. 2003; 6(3): 267-270.
11. Özcan M, Haciseferogullari H. A condiment [sumac (*Rhus coriaria* L.) fruits]: some physicochemical properties. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. 2004;30(3-4):74-84.
12. Pourahmad J, Eskandari MR, Shakibaei R, Kamalinejad M. A search for hepatoprotective activity of aqueous extract of *Rhus coriaria* L. against oxidative stress cytotoxicity. *Food and Chemical Toxicology*. 2010;48(3):854-8.
13. Ghorbanian B, Saberi Y. The Effects of Eight Weeks of Progressive Resistance Training on Eotaxin Serum Levels in Overweight and Obese Men. *Armaghane-danesh*. 2016; 21 (4): 321-334.
14. Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Atashak S, Stannard SR. Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. *Research in sports medicine*. 2015;23(1):73-87.
15. Afzalpour M, Gharakhanlou R, GAEINI A, MOHEBI H, HEDAYATI S. The effects of vigorous and moderate aerobic exercise on the serum arylesterase activity and total antioxidant capacity in non-active healthy men. *Journal of Sports Science*. 2006; 3(9): 105-23. [Persian]
16. Jamartas AZ, Fatourous IG, Deliconstantinos G, Viliotou V, Fotinakis P, Magiria T, Tokmakidis S. Chronic endurance and resistance exercise effects on oxidative stress and antioxidant status of inactive older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003; 35 (5): 96.
17. Babaei P, Rahmaninia F, Nakhostin B, Bohlooli S. The effect of VC on immunoendocrine and oxidative stress responses to exercise. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2009; 3: 1627-32.
18. Pilch W, Szygula Z, Tyka AK, Palka T, Tyka A, Cison T, et al. Disturbances in pro-oxidant-antioxidant balance after passive body overheating and after exercise in elevated ambient temperatures in athletes and untrained men. *PloS one*. 2014;9(1): 85320.
19. Hamedinia, M.R, Haghghi, AH. Effects of resistance training on insulin

- resistance and adiponectin levels in moderately obese men. *Journal Science movement Iran*. 2005; 1 (6): 71-81 [Persian].
20. Serafini M, Ghiselli A, Ferro-Luzzi A, Melville C. Red wine, tea, and antioxidants. *The Lancet*. 1994;344(8922):626.
 21. Salimi Z, Heidari R, Nejati V, Eskandary A, Ghasemi Z. Effect of Sumac (*Rhus coriaria* L.) extract on lipid peroxidation and diabetic nephropathy in diabetic rats. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2012; 18(4): 275-284. [Persian]
 22. Hashem Dabaghian F, Kamalinejad M, Shojaii A, Abdollahi Fard M, Ghushagir S. Review of antidiabetic plants in Iranian traditional medicine and their efficacy. *Journal of Medicinal Plants*. 2012;1(41):1-11. [Persian].
 23. Assarzade Noushabadi M, Abedi B. Effects of combination training on insulin resistance index and some inflammatory markers in inactive men. *Quarterly of Ofoghe Danesh*. 2012; 18(3): 95-101 [Persian].
 24. Henriksen EJ. Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. *Journal of Applied Physiology*. 2002; 93(2): 788-96.
 25. Poirier P, Tremblay A, Broderick TL, Catellier C, Tancredi G, Nadeau A. Impact of moderate aerobic exercise training on insulin sensitivity in type 2 diabetic men treated with oral hypoglycemic agents: is insulin sensitivity enhanced only in nonobese subjects? *Medical Science Monitor*. 2002;8(2): 59-65.
 26. Wei D, Zhang XL, Wang YZ, Yang CX, Chen G. Lipid peroxidation levels, total oxidant status and superoxide dismutase in serum, saliva and gingival crevicular fluid in chronic periodontitis patients before and after periodontal therapy. *Australian Dental Journal*. 2010;55(1):70-8.
 27. Anwer T, Sharma M, Khan G, Iqbal M, Sajid Ali M, Sarfaraz Alam M, Safhi MM. *Rhus coriaria* ameliorates insulin resistance in non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM) rats. *Acta Poloniae Pharmaceutica*. 2013;70(5):861-7.
 28. Souri R, Ravasi AA, Salehi M. Effect of resistance training on ICAM-1 and VCAM-1 levels in obese women. *J Sports & Biological Sciences*. 2011; 8: 55-69. (Persian).
 29. Irandoost KH, RahmaniNia F, Mohebbi H, Mirzaee B, HasanNia S. Effect of aerobic training on ghrelin and leptin plasma in normal and obese women. *J Olympic*. 2010; 50: 87-99. (Persian).
 30. Green JS, Stanforth PR, Rankinen T, Leon AS, Rao D, Skinner JS, et al. The effects of exercise training on abdominal visceral fat, body composition, and indicators of the metabolic syndrome in postmenopausal women with and without estrogen replacement therapy: the HERITAGE family study. *Metabolism*. 2004;53(9):1192-6.
 31. Donnelly JE, Hill JO, Jacobsen DJ, Potteiger J, Sullivan DK, Johnson SL, et al. Effects of a 16-month randomized controlled exercise trial on body weight and composition in young, overweight men and women: the Midwest Exercise Trial. *Archives of internal medicine*. 2003;163(11):1343-50.
 32. Farrell PA, Joyner MJ, Caiozzo VJ. *ACSM'S advanced exercise physiology*, Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins 2011;: 392-407.

Effects of 10-weeks aerobic training with *Rhus coriaria*. L supplementation on TAC, insulin resistance and anthropometric indices in women with type 2 diabetes

Ghorbanian B*¹, Mohamadi² H, Azali K¹

1. Assistant Professor of Sport Science Department, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, IR Iran.

2. MSc Student of Sport Science Department, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, IR Iran.

Received: 30 January, 2017 : Accepted: 14 April, 2017

Abstract

Introduction: *Rhus coriaria*. L (Rc.L) as an herbal remedy used in traditional medicine. The purpose of this study was to investigate the effects of 10-weeks aerobic training with *Rhus coriaria*. L supplementation on total antioxidant capacity (TAC), insulin resistance and anthropometric indices in women with type 2 diabetes.

Methods: This quasi-experimental study was performed in 2016 on 40 type II diabetic women (40 to 60 yr) of Ajabshir city that volunteered and randomly assigned into 1-Rc.L supplement, 2- exercise, 3- Rc.L supplement+exercise and 4- control groups. Exercise protocol was aerobics and walking activity for 10 weeks (3d/wk, 40 to 60 min/d with 45-60% HRR_{max} intensity). Subjects in groups 1 and 3 received 3 grams of Rc.L powder daily. Fasting blood samples were collected in pre and post-test following 48 hours of inactivity and not consumption of Rc.L and 12 hours of fasting. Data were analyzed by t-test, ANOVA and LSD Statistical tests at significance level of $p < 0.05$.

Results: TAC increased significantly after 10 weeks in Rc.L supplement group and insulin resistance index significantly decreased in 1, 2 and 3 groups. Also anthropometric measures (weight, body mass index & etc) were significantly decreased in 1, 2 and 3 groups ($p < 0.05$).

Conclusion: Given that Rc.L supplementation along aerobics and walking activity, has favorable effects on total antioxidant capacity, insulin sensitivity, blood glucose and anthropometric indices in people with type 2 diabetes. So it can be used as a complementary therapy along with medications to control diabetes and prevent its complications.

Keywords: type 2 diabetes, TAC, insulin resistance index, Rc.L, aerobics and walking activity.

*Corresponding author: E.mail: b.ghorbanian@azaruniv.ac.ir