مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال پانزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، صفحات ۵۴-۴۵

مقایسه تأثیر۱۲ هفته تمرین تناوبی هوازی با و بدون مکمل‌سازی رازیانه بر شاخص‌های سندروم متابولیک و متابولیت‌های استروژن در زنان یائسه چاق

افسانه شاکرین[۱]، عباسعلی گایینی[۲]، سیروس چوبینه[۳]

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- نویسنده مسئول: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. پست الکترونیکی: aagaeini@ut.ac.ir

۳- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۴

چکیده

سابقه و هدف: کاهش استروژن و تغییر در متابولیسم آن در زنان یائسه و چاق خطر ابتلا به سندروم متابولیک و سرطان‌های زنانه را افزایش می‌دهد. پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی هوازی با و بدون مکمل رازیانه بر شاخص‌های سندروم متابولیک و متابولیت های استروژن در زنان یائسه چاق انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی ۲۶ زن یائسه چاق، ۵۰ تا ۶۰ ساله به صورت تصادفی به دو گروه تمرین- دارونما و تمرین- مکمل تقسیم شدند. برنامه تمرینی شامل دوره های متناوب دویدن و راه رفتن با شدت ۴۵ تا ۶۵ درصد تواتر قلبی هدف، سه جلسه در هفته و به مدت ۱۲هفته اجرا شد. گروه تمرین- مکمل، روزانه ۱۰۰ میلی‌گرم مکمل رازیانه دریافت کردند. نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت قبل و بعد از آخرین جلسه تمرین جمع‌آوری شد. متابولیت‌های استروژن به روش الایزا سنجیده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ و آزمون کواریانس انجام شد.

یافته‌ها: شاخص توده بدنی، وزن ومقاومت به انسولین در گروه تمرین- مکمل در مقایسه با گروه تمرین- دارونما کاهش معنی‌داری در زنان یائسه چاق داشت ($p<۰/۰۵$). درحالی‌که تفاوت معنی‌داری در فشار خون، WHR و HDL مشاهده نشد. به علاوه، درگروه تمرین- مکمل مقادیر پلاسمایی ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون کاهش یافت درحالی که نسبت متابولیت ۲هیدروکسی استرون به ۱۶– آلفا هیدروکسی استرون افزایش یافت و بین دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

نتیجه گیری: به نظر می‌رسد مصرف مکمل رازیانه همراه با تمرین تناوبی می‌تواند با کاهش وزن و شاخص توده بدنی به کاهش۱۶- آلفا هیدروکسی استرون و افزایش ۲- هیدروکسی استرون و نسبت متابولیت ۲ به ۱۶ منجر شود.

واژگان کلیدی: تمرین‌تناوبی‌هوازی، سندروم‌متابولیک، رازیانه، متابولیت ۲هیدروکسی استرون، متابولیت ۱۶ الفا هیدروکسی استرون

• مقدمه

یائسگی عمدتاً ۱۲ ماه پس از آخرین دوره قاعدگی اتفاق می‌افتد و پایان دوره‌ی باروری را نشان می‌دهد که می‌تواند به علت اتمام ذخایر فولیکولی در گونادها، به کاهش تولید استروژن منجر شود. علائم زیادی از جمله گرگرفتگی، اختلالات خلقی، اختلالات خواب و عفونت‌های مکرر دستگاه ادراری در دوران یائسگی وجود دارد (۱). یائسگی معمولا باعث نگرانی‌های زیادی در بین زنان می‌شود. چاقی یکی از مهم‌ترین این ترس‌ها است. با این حال، مشکلات متابولیکی مانند افزایش وزن، مقاومت به انسولین، اختلال درسوخت وساز گلوکز و چربی در این زمان پدیدار می‌شود که در نهایت خطر ابتلا به دیابت نوع ۲، پوکی استخوان، بیماری‌های قلبی عروقی و انکولوژیکی افزایش می‌یابد (۲). افزایش وزن و چاقی شکمی یکی از شایع‌ترین عوارض یائسگی است (۲،۳). اگرچه به دنبال یائسگی افزایش وزن مشاهده می‌شود اما سازوکار دقیق آن مشخص نیست. شواهد نشان می‌دهد افزایش وزن، چاقی و انباشت چربی احشایی به دنبال ضعیف شدن تخمدان‌ها وکاهش مقادیر استروژن تخمدانی در دوران پیش یائسگی به

وجود می‌آید (۴). با این حال عوامل ژنتیکی و محیطی (تغذیه نامناسب و کم تحرکی) نیز بسیار مؤثر است.

از سوی دیگر، اعتقاد بر این است که اندروژن‌ها باعث تجمع چربی شکمی می‌شوند. بافت چربی محل آروماتیزاسیون (Aromatization) آندروژن‌های فوق کلیوی به استروژن است. مقادیر استروژن گردش خون با پایه استرون در زنان یائسه چاق در مقایسه با زنان دارای وزن طبیعی بیشتر است (۵). استرادیول و استرون توسط آنزیم سیتوکروم P450 کبدی به دو متابولیت ۲- هیدروکسی استرون و ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون تبدیل می‌شود (۶). ۲- هیدروکسی استرون برخلاف ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون میل ترکیبی پایینی به گیرنده-های استروژن دارد. مقادیرنسبت ۲- هیدروکسی استرون به ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون در زنان مبتلا به سرطان پستان و دیواره رحم کاهش می‌یابد (۶). مقادیر این نسبت تحت تأثیر رژیم غذایی، تغییرات وزن، استعمال دخانیات، نوشیدنی‌های الکلی و فعالیت ورزشی قرار می‌گیرد (۶). گزارش شده است رابطه معکوسی بین شاخص توده بدنی و مقادیرنسبت ۲- هیدروکسی استرون به ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون وجود دارد (۷).

استروژن دو گیرنده ERα و ERβ دارد. توزیع متفاوت این گیرنده‌ها در بافت‌های گوناگون، باعث افزایش ذخایر چربی زیر پوستی و تجمع کمتر چربی دراطراف شکم می‌شود. در دوران یائسگی، کاهش تولید استروژن ارتباط مستقیمی با چاقی دارد (۶). هورمون درمانی یکی از راهکارهای مقابله با عوارض متابولیکی و پاتولوژیکی ناشی از کاهش مقادیر استروژن در زنان یائسه است که ممکن است آثار نامطلوبی نیز در بر داشته باشد (۶). در مطالعه‌ای نشان داده شد ترکیب رژیم غذایی، تمرین ورزشی و هورمون درمانی در زنان و حیوانات اوارکتومی (Ovariectomy) در کنترل شاخص‌های سندرم متابولیک مؤثر بوده است (۸). استفاده از ترکیبات هورمونی با منشا گیاهی (فیتواستروژن‌ها) در رژیم غذایی نیز مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. فیتواستروژن‌ها از نظر ساختار و عملکرد مشابه ۱۷- بتا استرادیول هستند و می‌توانند به گیرنده‌های درون‌سلولی استروژن متصل شده و آن‌ها را فعال کنند. فیتواستروژن‌ها با استروژن آندوژن بر سر پیوند به گیرنده‌های استروژنی رقابت می‌کنند. میل ترکیبی فیتواستروژن‌ها به گیرنده‌های استروژن بسیار کمتر از استروژن آندوژن است. در شرایطی که مقادیر استروژن سرمی پائین باشد، فیتواستروژن-ها قادر به بروز اعمال فیزیولوژیک خود می‌باشند (۹). به علاوه، فیتواستروژن‌ها از طریق تغییر در متابولیسم کبدی چربی و افزایش انتقال یا برداشت لیپوپروتئین‌های کم چگال و پرچگال به وسیله هپاتوسیت‌ها در کاهش لیپیدهای در گردش مؤثرند. متابولیسم فیتواستروژن‌ها در روده باریک صورت می‌گیرد و متابولیت‌های آن با متابولیت‌های استروژن آندوژن کاملاً فرق می‌کند (۹).

گیاه رازیانه بانام علمی فونیکولوم وولگار (Foeniculume vulgare) گیاهی علفی ازخانواده چتریان، حاوی مقادیر زیادی فیتواستروژن از نوع لیگنان است. قسمت‌های گوناگون این گیاه از جمله برگ، دانه و ریشه آن، حاوی فیتواستروژن است. میوه رازیانه که درلپه‌های آن ذخیره می‌شود، حاوی مقدار زیادی انتول (Anethole)، فنچون (Fenchone) ومقداری هم روغن است. این روغن حاوی اسیدپالمیتیک، اسیداولئیک، اسیدلینولئیک واسیدپتروسلینیک است. آنتول موجود دراسانس رازیانه که مسئول بروز آثار فارماکولوژیایی گیاه است، ازخصوصیات استروژن انسانی تقلید می‌کند (۱۰). گزارش شده است ارتباط مستقیمی بین مصرف رازیانه و هورمون‌های جنسی زنانه وجود دارد. در این راستا گلزاره و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند عصاره رازیانه باعث کاهش عوارض یائسگی مانند گرگرفتگی، تعریق شبانه، بدخوابی و افسردگی در زنان یائسه شده است (۱۱).

تمرین ورزشی نیز به عنوان یک راهکار غیر دارویی آسان و کم‌هزینه برای کاهش عوارض چاقی شناخته شده است. گزارش شده است تمرین هوازی استقامتی با شدت متوسط به کاهش وزن، بهبود متابولیسم گلوکز و کاهش بیماری‌های قلبی عروقی می‌انجامد (۱۲). Kim و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند تمرین ورزشی هوازی طولانی مدت به بهبود عوامل سندروم متابولیک و کاهش چربی احشایی زنان یائسه منجر می‌شود (۱۳). اگرچه نشان داده شده است تأثیر تمرین ورزشی و تغییر رژیم غذایی به کاهش توده چربی و نیم رخ لیپیدی می‌انجامد، بیش از ۳۰ درصد زنان یائسه میانسال در هیچ فعالیت ورزشی منظمی شرکت ندارند (۱۲) و با ضعف عضلات و استخوان‌ها و بیماری‌های مفصلی مثل آرتروز دست به گریبان هستند. از این رو، نمی‌توانند تمرین‌های ورزشی با شدت بالا و طولانی مدت را با هدف کاهش وزن اجرا کنند. تمرین تناوبی یکی از انواع مدل‌های تمرینی است و تأثیر مطلوبی برسوخت وسازگلوکز وچربی، کاهش وزن، توده چربی و تغییرات هورمونی دارد(۱۴). تمرین تناوبی نقش مهم و مؤثری در فعالیت هورمون‌های جنسی دارد. فعالیت ورزشی از راه تحریک سنتز گلوبولین متصل به هورمون جنسی و افزایش مقادیر سرمی گلوبولین متصل به استروژن‌های آزاد باعث

کاهش مقادیر استروژن اندوژن در سرم می‌شود. به‌این‌ترتیب، زمینه فعالیت فیتواستروژن ها فراهم می‌شود (۱۵). بنابراین، ممکن است مصرف گیاهان حاوی فیتواستروژن همراه با فعالیت ورزشی، روشی مؤثر با تأثیر فزاینده در درمان چاقی وکاهش عوارض سوخت وسازی، در زنان یائسه باشد. از این‌رو، در این پژوهش تأثیر تمرین تناوبی هوازی و عصاره رازیانه با هدف افزایش اثر بخشی این نوع تمرین در جامعه زنان یائسه با شرایط جسمانی ویژه(که قادر به اجرای تمرین ورزشی باشدت بالا نیستند) برشاخص‌های سندروم متابولیک و متابولیت‌های استروژن (۲- هیدروکسی استرون و ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون و نسبت آنها) بررسی شد.

• مواد و روش‌ها

در این مطالعه ۲۶ زن یائسه چاق از بین افراد داوطلب انتخاب شدند. آزمودنی‌ها دریک بازه زمانی ۳ماهه، از طریق نصب اطلاعیه در اماکن عمومی منطقه ۵ شهرداری تهران (محله فردوس غرب) جهت شرکت در پژوهش فراخوان شدند. ۶۲ نفر داوطلبانه برای حضور در پژوهش اعلام آمادگی کردند. پس از مصاحبه، تعداد ۲۶ نفر آن‌ها که برای شرکت در پژوهش واجد شرایط لازم بودند، انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل زنان یائسه با دامنه سنی ۵۰ تا ۶۰ سال، شاخص توده بدنی بیش‌تر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع، یائسگی طبیعی و قطع قاعدگی در ۱۲ ماه گذشته بود. معیار خروج از مطالعه شامل محدودیت عملکردی (مانند استئوآرتریت)، استفاده از رژیم غذایی خاص و داروهای گیاهی و شیمیایی، بیماری‌های قلبی عروقی بود. آزمودنی‌ها تصادفی به دو گروه تمرین - دارونما و تمرین - مکمل تقسیم شدند. همه شرکت کننده‌ها به صورت آگاهانه رضایت نامه شرکت در مطالعه را امضا کردند. مطالعه حاضر در کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کد IR.SSRI.REC.1397.246 ثبت شده است.

در این مطالعه نیمه تجربی، تأثیر همزمان مصرف مکمل رازیانه و تمرین تناوبی بر متابولیت‌های استروژن و شاخص‌های سندروم متابولیک (شامل چاقی احشایی، نیم رخ لیپیدی، مقاومت به انسولین و فشارخون) بررسی شد. قد، وزن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به لگن، نیم رخ لیپیدی، ۲- هیدروکسی استرون و ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون اندازه گیری شد. نمونه‌های خونی قبل از شروع مداخله و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی گرفته شد. تمام آزمودنی‌ها ۱۲ ساعت پیش از نمونه گیری خونی ناشتا بودند. نمونه‌های خونی بلافاصله سانتریفیوژ شدند (۵ دقیقه و ۳۰۰۰ هزار دور در دقیقه) و در دمای منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

برنامه تمرینی شامل دویدن به روش تناوبی در جلسات ۴۰ تا ۶۰ دقیقه‌ای به مدت ۱۲ هفته و با تکرار ۳ جلسه در هفته اجرا شد. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل حرکات کششی بود. برنامه تمرینی شامل تناوب‌هایی با شدت ۴۵ تا ۶۵ درصد تواترقلبی هدف و راه رفتن در زمان-های استراحتی اجرا شد، در انتها ۱۰ دقیقه سرد کردن اجرا شد. تواتر قلبی هدف به روش کارونن و طبق معادله زیر محاسبه شد (۱۶).

تواتر قلبی استراحتی + (شدت مورد نظر × تواتر قلبی ذخیره) = تواتر قلبی هدف

تواتر قلبی استراحتی – حداکثر تواتر قلبی= تواتر قلبی ذخیره

سن ازمودنی-۲۲۰= حداکثرتواترقلبی

آزمودنی ها تمرین دویدن را با نظارت پژوهشگر اجرا می‌کردند، تواتر قلبی با استفاده از ضربان سنج پلار ساخت کشور فنلاند کنترل شد. با در نظر گرفتن سن و اضافه وزن آزمودنی ها، تمرین با شدت کم تا متوسط (۴۵ تا ۶۵ درصد تواتر قلبی هدف) و طبق جدول ۱ طراحی و اجرا گردید (۱۷).

مکمل اسانس رازیانه به صورت کپسول‌های ۱۰۰ میلی گرمی توسط شرکت داروسازی باریج اسانس با مجوز وزارت بهداشت و درمان تهیه شد (۱۸). کپسول‌های حاوی دارونما نیز در رنگ و اندازه مشابه توسط همین شرکت تهیه و در قوطی هایی با رنگ درب متفاوت بسته بندی شد. میزان مصرف مکمل برای هر دو گروه (گروه اول کپسول های دارونما حاوی آب مقطر و گروه دوم کپسول‌های رازیانه) در دو نوبت صبح‌ها بعد از صبحانه و شب‌ها قبل از خواب همراه با یک لیوان معادل ۲۰۰ سی سی آب تعیین شد.

برای کنترل برنامه غذایی و میزان کالری دریافتی، آزمودنی‌ها مواد غذایی مصرفی روزانه خود را در برگه‌های گزارش غذای روزانه در ۷ روز متوالی ثبت کردند و سپس کالری مواد غذایی مورد استفاده در وعده‌های غذایی و میان وعده‌ها توسط نرم افزار N4 محاسبه شد. آنگاه به منظور کاهش تأثیر تفاوت موجود در میزان کالری دریافتی روزانه، برنامه غذایی آزمودنی‌ها در هر دوگروه آزمودنی، طبق برنامه ارائه شده توسط کارشناس تغذیه از نظر میزان کالری دریافتی همسان سازی شد.

جدول ۱. پروتکل ۱۲ هفته ای تمرین تناوبی

هفته و شدت کار	دوره ها	تکرار ها	مدت تکرارها(دقیقه)	استراحت بین تکرارها(دقیقه)	استراحت بین دوره ها (دقیقه)	زمان تمرین (دقیقه)
اول و دوم و سوم ۴۵ تا ۵۰ درصد تواتر قلبی هدف	۱	۳	۳	۳	۵	۲۰
چهارم و پنجم وششم ۵۰ تا ۵۵ درصد تواتر قلبی هدف	۱	۴	۳	۳	۵	۲۶
هفتم و هشتم و نهم ۵۵ تا ۶۰ درصد تواتر قلبی هدف	۲	۳	۳	۱/۵	۴	۳۲
دهم و یازدهم و دوازدهم ۶۰ تا ۶۵ درصد تواتر قلبی هدف	۲	۴	۳	۱/۵	۴	۴۱

وزن بدن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال سکا ساخت آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم با کمترین پوشش و بدون کفش سنجیده شد. قد آزمودنی‌ها توسط قدسنج دیواری سکا ساخت آلمان در وضعیت ایستاده در کنار دیوار و بدون کفش سنجیده شد. شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها از تقسیم وزن بدن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه شد. دور کمر در وضعیت انتهای بازدم طبیعی در خط میانی بین دنده انتهایی و تاج خاصره و دور لگن در ناحیه برجستگی بزرگ استخوان ران، با استفاده از متر نواری اندازه گیری شد. شاخص نسبت دور کمر به لگن (WHR) از تقسیم اندازه دور کمر به دور لگن بیان شد. فشارخون سیستولی ودیاستولی با استفاده از دستگاه فشارسنج جیوه‌ای ساخت ژاپن سنجیده شد. چربی زیر پوستی با استفاده از کالیپر مدل Harpenden ساخت انگلیس در سمت راست بدن شامل ناحیه فوق خاصره، شکم و سه سر بازو، سه مرتبه و با فاصله ۲۰ ثانیه سنجیده شد. میانگین سه مرتبه سنجش در فرمول جکسون پولاک قرار گرفت و درصد چربی بدن محاسبه شد (۱۹).

%BF=(۰/۴۱۵۶۳)(مجموع چربی زیرپوستی سه نقطه) –(۰/۰۰۱۲ مجذور) +(۰/۰۳۶۶۱ سن) +مجموع چربی زیرپوستی سه نقطه ۴/۰۳۶۵۳

حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها نیز با استفاده از آزمون یک مایل راه رفتن راکپورت و فرمول زیر محاسبه شد(۱۶).

VO2 max = ۱۳۲/۸۵–(۰/۰۷۶۹ وزن به پوند) -(۰/۳۸۷۷ سن به سال) (تواترقلبی – (زمان اجرای آزمون ۳/۲۶۴۹) - (اگرآزمودنی مردباشد) ۶/۳۱۵+(پایانی۰/۱۶۵)

تغییرات مقادیر سرمی TG به روش (Photometry) و مقادیر سرمی HDL-C به روش (Enzymatic)بااستفاده ازکیت AuDit ساخت ایتالیا، توسط دستگاه BS-200Auto (analyzer) ساخت آلمان سنجیده شد. سنجش LDL-C هم مستقیم به روش(Immuno turbidimetry) انجام شد. گلوکز ناشتا با روش کالری متری آنزیمی (Enzyme colorimetric assay) با فناوری (Glucose oxidase) و با استفاده از کیت AuDit ساخت ایتالیا سنجیده شد. برای سنجش مقادیر انسولین از روش(Elisa) و کیت Diametra ساخت ایتالیا استفاده شد. سنجش متابولیت‌های استروژن (۲- هیدروکسی استرون و ۱۶- الفا هیدروکسی استرون) نیز به روش (Elisa) و با استفاده از کیت 16-α OHE و 2-OHE شرکت Bioassay laboratory ساخت چین انجام شد.

روش‌های آماری: تمامی داده‌ها به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده‌اند. برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس از آزمون لون استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز کواریانس استفاده شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPss نسخه ۱۸ در سطح معنی داری ($p\leq ۰/۰۵$) انجام گرفت.

• یافته‌ها

مشخصات دموگرافی در دو گروه از جمله قد، وزن، شاخص توده بدنی، دور کمر، دور لگن، درصد چربی بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های دموگرافی وجود ندراد.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای آنتروپومتری و فیزیولوژیایی آزمودنی‌های دوگروه

متغیر	گروه تمرین-دارونما (n=۱۳)	گروه تمرین-مکمل (n=۱۳)	سطح معنی‌داری
قد (سانتی متر)	۱۵۵/۶۶ ± ۶/۱۵۴	۱۵۹/۸۱ ± ۵/۴۷۳	۰/۱۹۰
وزن (کیلوگرم)	۷۸/۲۵ ± ۱۰/۵۸۴	۸۲/۹۵ ± ۶/۰۲۲	۰/۳۹۸
شاخص توده بدنی(کیلوگرم برمترمربع)	۲/۵۷±۳۱/۶۹	۲/۴۹±۳۲/۶۹	۰/۲۱۵
دور کمر (سانتی متر)	۱۰۲/۵۸ ± ۶/۰۸۲	۱۰۶/۷۲ ± ۸/۵۰۹	۰/۳۲۱
دور لگن (سانتی متر)	۱۱۳/۱۶ ± ۸/۸۱۹	۱۱۶/۰۹ ± ۹/۰۹۳	۰/۳۴
چربی بدن (درصد)	۴۱/۳۲ ± ۲/۱۷۷	۴۰/۷۹ ± ۲/۶۷۲	۰/۸۷۰
VO2 max (میلی لیتر در دقیقه)	۱۷/۸۳ ± ۵/۰۳	۱۷/۴۶ ± ۴/۶۸	۰/۹۲۲

نتایج آزمون ANCOVA نشان داد ۱۲ هفته مداخله تمرینی و مکمل رازیانه به کاهش وزن (P=۰/۰۳۱) و شاخص توده بدنی (P=۰/۰۴۵) منجر شد. در هنگام بررسی بین گروهی مشخص شد وزن در گروه تمرین – مکمل در مقایسه با گروه تمرین- دارونما کاهش معنی‌داری داشت (P= ۰/۰۴۳) درحالی که تفاوت معنی‌داری درتغییرات شاخص توده بدنی بین دو گروه مشاهده نشد. تمرین ورزشی و مکمل رازیانه تأثیر معنی‌داری بر نسبت دور کمر به لگن، فشار خون سیستولی و دیاستولی نداشت. شاخص مقاومت به انسولین به دنبال تمرین تناوبی و مصرف مکمل رازیانه کاهش یافت (P=۰/۰۴۶). اگرچه اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد اما میزان تغییرات در گروه تمرین- مکمل بیشتر بود.

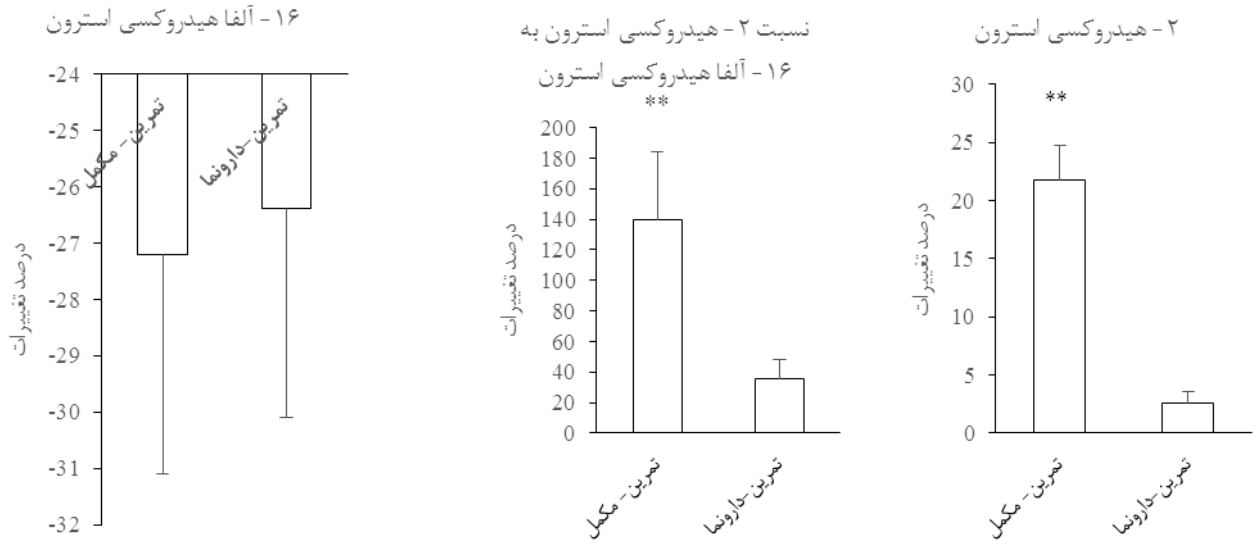
مقادیر پلاسمایی لیپوپروتئین کم چگال (P= ۰/۰۱۷) و تری گلیسرید (P= ۰/۰۲۱) پس از ۱۲ هفته مداخله تمرینی کاهش یافت. تغییرات بین گروهی نشان داد مقادیر پلاسمایی لیپوپروتئین کم چگال(P= ۰/۰۱۶) و تری گلیسرید (P= ۰/۰۰۹) در گروه تمرین- مکمل در مقایسه با گروه تمرین- دارونما کاهش معنی‌داری داشت. مداخله تأثیر معنی‌داری بر مقادیر پلاسمایی لیپوپروتئین پرچگال نداشت اما مقایسه بین گروهی نشان داد مقادیر لیپوپروتئین پرچگال در گروه تمرین- مکمل در مقایسه با گروه تمرین- دارونما افزایش معنی‌داری داشت (P= ۰/۰۴۷).

نتایج نشان داد مقادیر پلاسمایی ۲- هیدروکسی استرون افزایش معنی‌داری داشته است (P= ۰/۰۳۷). به علاوه، نشان داده شد که مقادیر پلاسمایی ۲- هیدروکسی استرون در گروه تمرین- مکمل در مقایسه با گروه تمرین- دارونما افزایش بیشتری داشته است (P= ۰/۰۴۱). از طرف دیگر، مقادیر پلاسمایی ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون تغییر معنی‌داری نداشت اما در گروه تمرین- مکمل در مقایسه با تمرین- دارو نما کاهش معنی‌داری داشت (P= ۰/۰۰۱). نتایج آزمون ANCOVA نشان داد نسبت ۲- هیدروکسی استرون به ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون افزایش معنی‌داری داشت (P= ۰/۰۱۰). به علاوه، مشخص شد این نسبت در گروه تمرین- مکمل در مقایسه با تمرین- دارونما افزایش معنی‌داری داشت (P= ۰/۰۰۸). همچنین میزان تغییرات نسبت ۲- هیدروکسی استرون به ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون در گروه تمرین- مکمل در مقایسه با گروه تمرین- دارونما افزایش معنی‌داری داشت (P< ۰/۰۱) (شکل ۱).

جدول ۳ . مقایسه شاخص‌های سندروم متابولیک و متابولیت‌های استروژن دوگروه

متغیر	تمرین- مکمل M±SD	تمرین- دارونما M±SD	سطح معنی‌داری ANCOVA	سطح معنی‌داری گروه
وزن (کیلوگرم)	۷۸/۰۹ ± ۶/۲۲ *	۷۶/۲۴ ± ۱۱/۰۷	۰/۰۳۱	۰/۰۴۳
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۰/۶۸ ± ۲/۵۹ *	۳۰/۸۲ ± ۲/۹۰	۰/۰۴۵	۰/۱۸۷
نسبت دور کمر به لگن (سانتی متر)	۰/۸۷ ± ۰/۵۰	۰/۸۹ ± ۰/۷۰	۰/۰۹۸	۰/۱۲۰
فشار خون سیستولی (میلی متر جیوه)	۱۲۸/۱ ± ۱۳/۴	۱۲۹/۱ ± ۱۳/۷	۰/۳۰۹	۰/۵۳۲
فشارخون دیاستولی (میلی متر جیوه)	۸۲/۷ ± ۶/۴	۸۲/۷۰ ± ۱۱/۰۰	۰/۲۵۴	۰/۳۵۹
شاخص مقاومت به انسولین	۲/۶۲ ± ۱/۷۳ *	۲/۸۷ ± ۱/۱۷ *	۰/۰۴۶	۰/۰۹۸
لیپوپروتئین کم چگال (میلی گرم/ دسی لیتر)	۱۰۷/۴۵ ± ۱۳/۶۰ *	۱۲۱/۶۳ ± ۱۶/۰۷ *	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶
لیپوپروتئین پرچگال (میلی گرم/ دسی لیتر)	۵۸/۶۳ ± ۱۷/۹۷ *	۵۴/۳۳ ± ۱۱/۴۱ *	۰/۰۵۱	۰/۰۴۷
تری گلیسرید (میلی گرم/ دسی لیتر)	۱۱۹/۳۶ ± ۳۹/۵۲ *	۱۵۷/۳۳ ± ۷۶/۱۶ *	۰/۰۲۱	۰/۰۰۹
۲- هیدروکسی استرون (نانوگرم/ لیتر)	۸/۵۶ ± ۱/۰۱ *	۸/۰۴ ±۰/۵۵ *	۰/۰۳۷	۰/۰۴۱
۱۶- آلفا هیدروکسی استرون (نانوگرم/ لیتر)	۱۰/۴۳ ± ۲/۷۴ *	۱۵/۹۹ ± ۴/۲۶	۰/۰۸۱	۰/۰۰۱
نسبت ۲- هیدروکسی استرون به ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون	۱/۱۵ ± ۱/۱۶*	۰/۸۷ ± ۰/۲۶	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸

*سطح معنی‌داری P≤ ۰/۰۵



** سطح معنی‌داری گروه تمرین- مکمل و تمرین- دارونما (P≤۰/۰۱)

شکل۱. درصد تغییرات در متابولیت‌های استروژن

• بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ۱۲ هفته تمرین تناوبی و مکمل رازیانه باعث افزایش مقادیر پلاسمایی ۲- هیدروکسی استرون و کاهش ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون شده است. از طرفی وضعیت نیم رخ لیپیدی نیز بعد از مداخله تمرینی و مکمل رازیانه بهبود یافته است. تمرین تناوبی و مکمل رازیانه توانست باعث کاهش وزن و شاخص توده بدنی شود.

پژوهش حاضر نشان داد مقادیر پلاسمایی ۲- هیدروکسی استرون به دنبال تمرین ورزشی افزایش یافت ولی مقادیر ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون تغییری نداشت. حقیقی و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان دادند تمرین ورزشی از راه کاهش وزن و درصد چربی بدن در بهترشدن نسبت متابولیت‌های استروژن مؤثر است (۶). از سوی دیگر Atkinson و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند ۱۲ماه تمرین با شدت متوسط نتوانست باعث تغییر معنی‌دار در مقادیر پلاسمایی ۲- هیدروکسی استرون، ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون و نسبت این دو شود (۲۰). در پژوهشی دیگر هم گزارش شده است که افزایش ۲- هیدروکسی استرون ارتباط مستقیمی با کاهش درصد چربی بدن دارد. به عبارتی، حجم و شدت تمرین ورزشی که نقش مهمی در تغییر ترکیب بدنی و وزن دارد درتغییرات این نسبت مؤثر است (۲۱). Matthews و همکاران (۲۰۱۲) نیز بیان کردند که تغییرات مقادیر متابولیت‌های استروژن به شدت و مدت تمرین ارتباط دارد (۲۱). تمرین با شدت بالا باعث افزایش ۷۰ درصدی آنزیم سیتوکروم P450 و بیان ژن cyp_{1A2} کبدی می‌شود که باعث افزایش مقادیر پلاسمایی ۲- هیدروکسی استرون می‌شود **(۶)**. تمرین (هوازی و مقاومتی) از راه تحریک سنتز گلوبولین پیوندی به هورمون جنسی و پیوند ان به استروژن اندوژن باعث کاهش مقادیر استروژن آزاد سرمی می‌شود (۱۳). با این‌حال، تمرین ورزشی درترکیب با مکمل رازیانه آثار بهتری داشته‌است. تولید استروژن در زنان یائسه چاق توسط بافت چربی و از راه تبدیل آندروژن‌ها به استرون افزایش می‌یابد. این امر دسترسی به استروژن را بدون افزایش غلظت گلوبولین پیوندی به هورمون جنسی (Sex hormone-binding globulin) فراهم می‌کند. به علاوه مسیرترجیحی متابولیسم استروژن در زنان چاق مسیر۱۶- هیدروکسیلاسیون است‌که باعث افزایش متابولیت ۱۶- الفا هیدروکسی استرون می‌شود(۶). به‌نظر می‌رسد فیتواستروژن موجود در رازیانه در هدایت استروژن به مسیرایمن۲- هیدروکسیلاسیون مؤثر بوده است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرین ورزشی و ترکیب تمرین با مکمل رازیانه باعث کاهش وزن و BMI در زنان یائسه چاق شد. کاهش وزن و BMI در گروه تمرین - مکمل رازیانه بیشتر از گروه تمرین ورزشی به تنهایی بوده است. مطالعات نشان داده‌اند تمرین به تنهایی اگرطولانی مدت (بیش از ۱۶ هفته) و یا با شدت زیاد (بیش از ۷۵ درصدحداکثر اکسیژن مصرفی)باشد، باعث کاهش مطلوب چربی بدن (بیش از ۲درصد کاهش) و تغییرات هورمونی می-

شود (۲۳، ۲۲)). ثقفی و همکاران (۲۰۱۷) هم بیان کردند مصرف یک ماه مکمل رازیانه به تنهایی تأثیری بر وزن بدن، شاخص توده بدنی و WHR زنان یائسه ندارد (۲۴). به نظر می‌رسد مصرف فیتواستروژن ها همراه با تمرین ورزشی از راه تأثیر بر سوخت وساز اسیدهای چرب و سایر تغییرات هورمونی- ملکولی وابسته به چاقی، تأثیر تمرین ورزشی را افزایش می‌دهند. فیتواستروژن‌ها همراه با فعالیت ورزشی از راه تنظیم PPARδ و افزایش در بیان LPL به تسهیل اکسایش چربی در عضله کمک می‌کند و از لیپوژنز در کبد و عضله جلوگیری می‌کند (۲۵).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد ترکیب تمرین و رازیانه تأثیری بر تغییرات فشار خون سیستولی و دیاستولی زنان یائسه چاق نداشت. اگرچه برخی پژوهشگران گزارش کرده اند مصرف استروژن خوراکی با افزایش فشار خون زنان یائسه همراه بوده است (۲۶). با این‌حال پژوهش‌های دیگر نشان داده‌اند، مصرف فیتواستروژن ایزوفلاون تأثیری برفشارخون زنان یائسه ندارد (۲۷). تمرین هوازی از راه افزایش نیتریک اکساید و CGMP (Cyclic guanosine monophosphate) به کاهش فشار خون زنان یائسه منجر شده است(۲۲). به نظر می‌رسد شدت تمرین یکی از عوامل مهم در کنترل فشار خون باشد. به گونه‌ای که نشان داده شده است تمرین تناوبی با شدت بالا از راه افزایش تنش برشی به افزایش تولید و فعالیت زیستی نیتریک اکساید منجر شود (۲۸).

پژوهش حاضر نشان داد ترکیب تمرین و رازیانه اثر هم افزایی بر کاهش تری گلیسیرید (TG) و لیپوپروتئین کم چگال (LDL) زنان یائسه دارد. میزان کاهش TG و LDL در گروه تمرین- مکمل بیشتر از گروه تمرین بود.پژوهشگران گزارش کرده‌اند مقادیر پلاسمایی TG و LDL به دنبال مصرف مواد حاوی فیتواستروژن تغییری در زنان یائسه نداشته است (۳۰، ۲۹، ۲۵). اگرچه در پژوهش حاضر نشان داده شد مصرف رازیانه همراه با تمرین ورزشی باعث بهبود نیم رخ لیپیدی شده است اما به نظر می‌رسد نقش تمرین ورزشی بسیار مهم تر است. مقادیر پلاسمایی HDL نیز در افراد فعال در مقایسه با افراد غیرفعال بالاتر است. به نظر می‌رسد شدت و مدت فعالیت ورزشی نقش مهمی در تغییرات HDL دارد (۳۱).

نتایج پژوهش نشان داد تمرین و مکمل رازیانه باعث کاهش شاخص مقاومت به انسولین شده است. از آن جایی که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد، به نظر می‌رسد، تغییرات کاهشی شاخص مقاومت به انسولین در دو گروه، ریشه در تمرین ورزشی داشته باشد. تمرین ورزشی از راه تغییر جایگاه درون سلولی ناقل‌های گلوکز به غشای سلول و افزایش برداشت گلوکر توسط بافت‌های محیطی و تغییرات مثبت در مقادیر تری گلیسیرید انباشته در اطراف سلول‌ها می‌تواند حساسیت انسولینی را بهتر کند (۳۲). افزایش ذخیره چربی بافت‌ها و اسیدهای چرب آزاد خون عوامل مهمی‌اند که در تشدید مقاومت به انسولین وابسته به چاقی دخالت دارند. به طور کلی انباشت چربی اضافی از دو مسیر اصلی ۱) دگرگون شدن سیگنالینگ انسولین توسط سایتوکین‌های ترشح شده از بافت چربی و ۲) آسیب یا مرگ سلول های بتای پانکراس در اثر انباشت اسیدهای چرب آزاد موجب تشدید مقاومت به انسولین می‌شود. تمرین ورزشی هوازی با کاهش انباشت چربی و اسیدهای چرب، حساسیت انسولینی را بهتر می‌کند (۳۳).

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد مصرف مکمل رازیانه درترکیب با تمرین تناوبی می‌تواند تأثیراین نوع تمرین - اگرچه کم شدت باشد - برشاخص‌های سندروم متابولیک از جمله وزن وشاخص توده بدنی را در زنان یائسه چاق افزایش دهد. درحالی که بر سایر شاخص‌های سندروم متابولیک مثل فشار خون، مقاومت به انسولین ونسبت دورکمربه لگن تأثیر هم‌افزایی نداشت. به علاوه، مصرف این مکمل درترکیب با تمرین تناوبی، باعث افزایش نسبت متابولیت‌های استروژن می‌شود. قابل ذکراست که تعداد افراد نمونه پژوهش حاضر کم و مدت آن کوتاه بوده است و برای اطمینان از اثرگذاری این مکمل بر برخی متغیرها به ویژه شاخص مقاومت به انسولین ونسبت دورکمربه لگن، احتمالا مصرف مکمل مورد نظر به مدت طولانی‌تر (بیش از ۱۲ هفته) و مطالعات بیش‌تر لازم است.

مکمل سازی رازیانه با تمرین تناوبی هوازی می‌تواند از راه کاهش وزن و شاخص توده بدنی، اثربخشی این نوع تمرین را در جهت کاهش چاقی و ابتلا به سندروم متابولیک افزایش دهد. کاهش چاقی به نوبه خود با هدایت استروژن به - مسیرمتابولیسم ۲- هیدروکسیلاسیون، باعث افزایش نسبت متابولیت ۲- هیدروکسی‌استرون به ۱۶- آلفا هیدروکسی استرون می‌شود و احتمالا خطر ابتلا به سرطان در زنان یائسه چاق را کاهش می‌دهد.

سپاسگزاری: از همه عزیزانی که به عنوان آزمودنی در پژوهش حاضر شرکت کردند، صمیمانه تشکر می‌کنیم

References

1.Kwasniewska M, Pikala M, Kaczmarczyk-Chalas K. Smoking status, the menopausal transition, and metabolic syndrome in women. Menopause. 2012;19(2):194-201.

2.Lizcano F, Guzmán G. Estrogen deficiency and the origin of obesity during menopause. BioMed research international. 2014;10(5):10-21.

3.Gill R, Jackson R, Duane M, Miner A, Khan SA. Comparison of Metabolic Syndrome Indicators in Two Samples of Central and South Americans Living in the Washington, DC Area in 1993–1994 and 2008–2009: Secular Changes in Metabolic Syndrome in Hispanics. International journal of environmental research and public health. 2017;14(8):881.

4.Matsui S, Yasui T, Tani A, Kunimi K. Associations of estrogen and testosterone with insulin resistance in pre- and postmenopausal women with and without hormone therapy. International journal of endocrinology and metabolism. 2013;11(2):65-70.

5.Cui J, Shen Y, Li R. Estrogen synthesis and signaling pathways during aging: from periphery to brain. Trends in molecular medicine. 2013;19(3):197-209.

6.Haghighi A, Askari R, Hedayati M, Pakdaman A. The comparison of estrogen metabolites between active and inactive postmenopausal women. Journal of Jahrom University of Medical Sciences. 2013;11(2):29-35.[in Persian]

7.Im A, Vogel VG, Ahrendt G, Stacy L. Urinary estrogen metabolites in women at high risk for breast cancer. Carcinogenesis. 2009;30(9):1532-5.

8.Rasht I. The Effect of 8-week Aerobic-Resistance Training Accompany with Estrogen Replacement Therapy on Visceral Fat and Cardiovascular Risk Factors in Ovariectomized Rats. Journal of Ardabil University of Medical Sciences. 2015;15(3):265-76. [in Persian]

9.Gaya P, Medina M, Sánchez-Jiménez A, Landete J. Phytoestrogen metabolism by adult human gut microbiota. Molecules. 2016;21(8):1034.

10.Badgujar SB, Patel VV, Bandivdekar AH. Foeniculum vulgare Mill: a review of its botany, phytochemistry, pharmacology, contemporary application, and toxicology. BioMed research international. 2014;2014.

11.Golzareh P, Rahimi R, Rahimikian F, Bekhradi R, Mehran A. The effect of fennel oral capsules on physical symptoms caused by menopause in women.The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility. 2017;20(9):41-8. [in Persian]

12.Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa c,White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. Diabetes care. 2006;29(6):1433-8.

13.Kim J-W, Kim D-Y. Effects of aerobic exercise training on serum sex hormone binding globulin, body fat index, and metabolic syndrome factors in obese postmenopausal women. Metabolic syndrome and related disorders. 2012;10(6):452-7.

14.Wisløff U, Ellingsen Ø, Kemi OJ. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training? Exercise and Sport Sciences Reviews. 2009;37(3):139-46.

15.Hoffmann S, Skinner T, van Rosendal S . Sex differences in adaptations to high intensity interval training. Journal of Science and Medicine in Sport. 2017;20:e18.

16.Rajabi H, Gaeini AA. Physical Fitness. 2th ed. Tehran: Samt. 2004; P.68-107.

17.Ebrahim K, Rezaei Sahraei A. Effect of eight weeks of aerobic and progressive exercises on changes of estrogen hormone and effective factors on bone mass in menopaused sedentary women. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2010;12(4):401-8. [in Persian]

18.Kian FR, Bekhradi R, Rahimi R, Golzareh P, Mehran A. Evaluating the effect of fennel soft capsules on the quality of life and its different aspects in menopausal women: a randomized clinical trial. Nursing Practice Today. 2017;4(2):87-95.[in Persian]

19.Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equuations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exerc.1980;12(3):175-180.

20.Atkinson C, Lampe JW, Tworoger S. Effects of a moderate intensity exercise intervention on estrogen metabolism in postmenopausal women. Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers. 2004;13(5):868-74.

21.Matthews CE, Fortner RT, Xu X. Association between physical activity and urinary estrogens and estrogen metabolites in premenopausal women. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2012;97(10):3724-33.

22.Jarrete AP, Novais IP, Nunes HA, Puga GM, Delbin MA, Zanesco A. Influence of aerobic exercise training on cardiovascular and endocrine-inflammatory biomarkers in hypertensive postmenopausal women. Journal of clinical & translational endocrinology. 2014;1(3):108-14.

23.Rossi FE, Buonani C, Viezel J,Silva EP, Diniz TA,Santos VR. Effect of combined aerobic and resistance training in body composition of obese postmenopausal women. Motriz: Revista de Educação Física. 2015;21(1):61-7.

24.Saghafi N, Ghazanfarpour M, Khadivzadeh T, Babakhanian M, Afiat M.The effect of Foeniculum vulgare (fennel) on body composition in postmenopausal women with excess weight: a double-blind randomized placebo-controlled trial. Journal of menopausal medicine. 2017;23(3):166-71.

25.Hallund J, Ravn-Haren G, Bügel S, Tholstrup T, Tatens I. A lignan complex isolated from flaxseed does not affect plasma lipid concentrations or antioxidant capacity in healthy postmenopausal women. The Journal of nutrition. 2006;136(1):112-6.

26.Smith P. editor A comprehensive look at hormones and the effects of hormone replacement. 14th International Congress on Anti-aging Medicine; 2005.

27.Keshavarz Z, Golezar S, Hajifoghaha M, Alizadeh SH. The effect of phytoestrogens on menopause symptoms: a

systematic review. J Isfahan Med Sch. 2018;36(477):446-59.[in Persian]

28.Izadi MR, Afousi AG, Fard MA. High-intensity interval training lowers blood pressure and improves apelin and NOx plasma levels in older treated hypertensive individuals. Journal of physiology and biochemistry. 2018;74(1):47-55.

29.Chilibeck PD, Vatanparast H, Pierson R, Case A. Effect of exercise training combined with isoflavone supplementation on bone and lipids in postmenopausal women: a randomized clinical trial. Journal of Bone and Mineral Research. 2013;28(4):780-93.

30.Mawi M. Effect of aerobic exercise on blood lipid levels in postmenopausal women. Universa Medicina. 2016;28(1):17-24.

31.Haghighi A, Valeh F, Hamedinia M, Askari R. Effect of aerobic exercise training and cardiovascular risk factors among postmenopausal women. Olampic Summer. 2010;18(2):61-71. [in Persian]

32.Cheng K-C, Asakawa A, Li Y-X, Liu IM, Amitani H, Cheng JT,et al. Opioid μ-receptors as new target for insulin resistance. Pharmacology & therapeutics. 2013;139(3):334-40.

33.Misra A, Alappan NK, Vikram NK, Goel K, Gupta N, Mittal K, et al. Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in Asian Indians with type 2 diabetes. Diabetes care. 2008;31(7):1282-7.

Comparing Effects of a 12-Week Aerobic Interval Training with and without Fennel on Metabolic Syndrome Indices and Estrogen Metabolites in Obese and Menopausal Women

Shakerin A[1], Gaeini A[2], Choobineh S[3]

1-Ph.D Student, Faculty of Physical Education ,Tehran University, Tehran, Iran

*2-*Corresponding author: Professor, Faculty of Physical Education ,Tehran University, Tehran, Iran. Email: aagaeini@ut.ac.ir*

3- Associate Professor, Faculty of Physical Education ,Tehran University, Tehran, Iran

Received 11 Nov, 2019 **Accepted 9 Feb, 2020**

Background and Objectives: Decreases in metabolism of estrogen and plasma levels of estrogen are associated with increased metabolic syndrome and cancer risk factors in postmenopausal women. The objective of this study was to investigate effects of a 12-week aerobic interval training with and without fennel consumption on metabolic syndrome indices and estrogen metabolites in obese and menopausal women.

Materials & Methods: In this semi-experimental study, 26 obese and menopausal females aged 50–60 years were randomly assigned to two major groups of training-placebo and training-supplement. Training was carried out at 45–65% heart rate reserve, three days per week for 12 weeks. Training-supplement group included 100 mg of the fennel supplementation. Samples were collected 48 h before and after the last sessions of exercise training. Metabolites of estrogen, including 2-hydroxyestrone and 16-α-hydroxyestrone, were assessed using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Data were analyzed using ANCOVA and SPSS Software v.18.

Results: Body weight and body mass index (BMI) decreased in training-supplementation group in obese menopausal women, compared to training-placebo group ($p < 0.05$). No significant differences were seen in blood pressure, HDL and WHR. Furthermore, plasma levels of 16-α-hydroxyestrone significantly decreased while the ratio of 2-hydroxyestrone to 16-α-hydroxyestrone significantly increased with significant differences between the two groups ($p < 0.05$).

Conclusion: Combination of aerobic interval training with fennel consumption may decrease body weight, BMI and 16-α-hydroxyestrone and increase 2-hydroxyestrone in obese menopausal women.

Keywords: Aerobic interval training, Metabolic syndrome, Fennel, 2-Hydroxyestrone, 16-α-hydroxyestrone