

تغییرات نشانگرهای مقاومت به انسولین و برخی آنزیم‌های کبدی و قلبی - عروقی به تمرین هوازی و مصرف مکمل چای سبز

مهرداد فتحی^{۱*}، سمیه خیرآبادی^۲، کیوان حجازی^۲

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۱۵

چکیده

مقدمه: چای سبز به عنوان یک منبع غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان، ضد التهاب و ضد سرطان، امروزه مورد توجه زیادی قرار گرفته است. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر هشت هفته مصرف مکمل چای سبز، تمرین هوازی و ترکیب آن‌ها با هم، بر نشانگرهای مقاومت به انسولین، آنزیم‌های کبدی و عامل‌های قلبی-عروقی زنان دارای اضافه‌وزن بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه، یک کارآزمایی بالینی بود، تعداد ۴۰ نفر به عنوان آزمودنی شرکت داشتند. آزمودنی‌ها بر اساس شرایط تحقیق به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و فرم رضایت‌نامه را امضا کردند. نمونه‌ها به چهار گروه مساوی ۱۰ نفری (گروه چای سبز (T)، تمرین هوازی (A)، ترکیبی (T+A) و کنترل (C)) تقسیم شدند. گروه T روزانه ۳ نوبت، بعد از گذشت ۲ ساعت از هر وعده‌ی غذایی به میزان ۲ گرم چای خشک را در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دم و مصرف کردند. گروه A به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه، به فعالیت پرداختند. گروه T+A هر دو عمل را باهم انجام می‌دادند. برای مقایسه‌ی میانگین‌های درون و بین گروهی، به ترتیب، از روش تی همبسته و آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد.

یافته‌ها: در مقایسه‌ی قبل و بعد از دوره‌ی تمرینی، آپولیپوپروتئین A و B فقط در گروه A به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌دار داشت. تغییر مقادیر آلانین آمینوترانسفراز ($p=0/001$) در گروه A و T+A، و مقادیر آسپاراتات آمینوترانسفراز ($p=0/001$) در گروه T و A معنی‌دار بود. مقادیر انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در هر دو گروه A و T+A نسبت به گروه C به لحاظ آماری کاهش معنی‌دار یافت ($p=0/001$). **نتیجه‌گیری:** ترکیب هشت هفته تمرین هوازی و مصرف چای سبز با یکدیگر منجر به کاهش معنی‌دار نشانگرهای مقاومت به انسولین و آنزیم‌های کبدی شد که می‌تواند در کاهش التهاب در بهبود سلامت قلب و عروق مؤثر باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرین هوازی، اضافه‌وزن، چای سبز، آپولیپوپروتئین B، آپولیپوپروتئین A.

*نویسنده مسئول: E.mail: mfathei@um.ac.ir

مقدمه

در حال حاضر ۳۰-۱۰٪ تمام افراد در کشورهای در حال توسعه چاق هستند؛ به علاوه، تا دوسوم آنان، مبتلا به اضافه وزن هستند. ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه، شاهد تجربه‌ی اپیدمی چاقی و عوارض ناشی از آن است؛ به گونه‌ای که شیوع چاقی در ایران در گروه سنی ۱۵ سال به بالا، ۲۴/۹٪ در مردان و ۲۶/۵۳٪ در زنان برآورد شده است (۱). بر اساس مطالعات انجام شده، افزایش چربی در بدن که معمولاً با چاقی شکمی در افراد کم‌تحرک همراه است (۲)، می‌تواند زمینه‌ساز بیماری‌هایی همچون بیماری‌های هیپرتانسیون، قلبی - عروقی و کبد چرب شود (۳-۴). در افراد مبتلا به مقاومت به انسولین، سلول‌ها به صورت نرمال به انسولین پاسخ نمی‌دهند و گلوکز به آسانی نمی‌تواند وارد سلول‌ها شود. در این حالت، واکنش بدن ترشح بیشتر انسولین برای کمک به ورود گلوکز به درون سلول‌هاست؛ در نتیجه، مقادیر انسولین در خون بسیار بالا خواهد بود (۵). انسولین افزایش یافته، سطوح تری-گلیسرید و دیگر چربی‌های خون را نیز افزایش می‌دهد. همچنین این شرایط با چگونگی عملکرد کلیه‌ها نیز تداخل ایجاد می‌کند و منتهی به فشارخون بالا می‌شود (۶).

بر اساس مطالعات انجام شده، شرکت در فعالیت‌های بدنی منظم می‌تواند به عنوان شیوه‌ی درمانی کم‌هزینه و راهی مناسب برای پیشگیری از چاقی و درمان آن و همچنین درمان سایر بیماری‌های مزمن مرتبط با کم‌تحرکی مطرح شود. چنان‌که کاهش عوارض و مرگ‌ومیر در بین افراد فعال (پرتحرک) در مقایسه با افراد غیر فعال (کم‌تحرک) به اثبات رسیده است (۷). گزارش شده است که کاهش در چاقی افراد دارای اضافه وزن با انجام فعالیت‌های بدنی، می‌تواند به دلیل تغییرات مثبت ایجاد شده در اختلالات متابولیکی به دنبال رعایت رژیم غذایی مناسب و فعالیت بدنی منظم صورت پذیرد (۸). با این حال، به تازگی، مطالعه درباره‌ی تأثیر افزایش سهم مصرف چای سبز بر وزن و ترکیب بدن و عامل‌های قلبی - عروقی و آنزیم‌های کبدی در کانون توجه بسیاری از متخصصان قرار گرفته

است (۹-۱۰). نوشیدن چای سبز یا استفاده از عصاره‌ی این گیاه دارویی تأثیر زیادی در پیشگیری از تجمع و رسوب چربی‌ها در اطراف کبد دارد، ضمن آنکه می‌تواند به تسریع روند درمانی کبد چرب نیز کمک کند. افرادی که احتمال و استعداد ابتلا به این بیماری در آنان زیاد است می‌توانند مانند افراد چاق و کم‌تحرک با گنجاندن چای سبز در رژیم غذایی روزانه‌ی خود از ابتلا به این بیماری پیشگیری کنند (۱۱). چای به عنوان منبعی با فعالیت‌های بیولوژیک و فارماکولوژیک مفید برای سلامتی انسان مورد توجه قرار گرفته است. خواص درمانی عصاره‌ی چای و پلی‌فنل‌های کاتچین آن، منجر به انجام بررسی‌های علمی در جهت پیشگیری و درمان بیماری‌های متعددی به وسیله‌ی این عصاره شده است (۱۲-۱۳). در این راستا، برخی بررسی‌ها نشان می‌دهند که اجرای تمرین هوازی منجر به کاهش سطوح آنزیم‌های کبدی از جمله ALT و AST می‌شود (۱۴). لیود و همکاران، با بررسی اثر حاد تمرین هوازی (با شدت ۶۰ الی ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) روی ۱۱ مرد بالغ چاق به این نتیجه رسیدند که سطوح چربی دو ساعت بعد از تمرین به میزان ۱۲٪ کاهش یافت و در دوره‌ی زمان بندی استراحت به میزان ۲/۵٪ افزایش یافت و مقاومت به انسولین در پایان دوره‌ی مداخله کاهش معنی‌دار یافت (۱۵). بارانی و همکاران، با بررسی اثر هشت هفته تمرین مقاومتی (با شدت ۶۰ الی ۷۵٪ یک تکرار بیشینه) و تمرین ترکیبی (مقاومتی و هوازی با شدت ۶۰ الی ۷۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) روی آنزیم‌های کبدی به این نتیجه رسیدند که تمرین، منجر به عدم تغییر معنی‌دار در مقادیر آنزیم‌های ALT و AST شد (۱۴). در مقابل، بهاری و همکاران، با بررسی هشت هفته و هر هفته سه جلسه‌ی ۴۵ دقیقه‌ای تمرین مقاومتی روی ۲۰ زن به این نتیجه رسیدند که تمرین موجب کاهش معنی‌دار آنزیم‌های کبدی آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز، گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین در پایان دوره شد (۱۶). به طور کلی پژوهش‌های زیادی در زمینه‌ی اجرای تمرین هوازی و مصرف توأم چای سبز وجود ندارد و

و یا کنترل قرار گرفت. جهت تعیین حجم نمونه در این تحقیق از معادله‌ی برآورد حجم نمونه‌ی فلیس استفاده شد؛ به نحوی که توان آزمون $0/8$ و آلفای معادل $0/05$ و تغییرات میانگین ۵ واحد در نظر گرفته شد که بر اساس برآورد صورت پذیرفته اندازه‌ی نمونه $8/81$ نفر به دست آمد که با احتیاط بیشتر، از میان زنان دارای اضافه‌وزن داوطلب، تعداد ۱۰ زن به‌عنوان گروه تجربی گزینش شدند.

ترکیب بدن

در این تحقیق برای ارزیابی ترکیبات بدن، به‌ترتیب، طول قد آزمودنی‌ها با قدسنج سکا (ساخت کشور آلمان) با حساسیت ۵ میلی‌متر، محیط باسن و کمر آنان با متر نواری (مایس-ژاپن) با دقت ۵ میلی‌متر، وزن آنان با حساسیت ۱۰۰ گرم و درصد چربی بدن آنان با دستگاه بیوالکتریکال ایمپدنس (مدل In body-720 کره‌ی جنوبی) اندازه‌گیری شد. از تقسیم وزن بدن بر مجذور قد به متر، نمایه‌ی توده‌ی بدن نمونه‌ها برحسب کیلوگرم بر متر مربع به دست آمد. محقق جهت اندازه‌گیری محیط باسن و کمر، دور کمر آزمودنی‌ها را برحسب سانتی‌متر با یک متر نواری در کمترین نقطه (بین انتهای پایینی قفسه‌ی سینه و ناف) و دور باسن آنان را برحسب سانتی‌متر (در عریض‌ترین محل، روی کفل) اندازه‌گیری کرد و از تقسیم آن دو بر هم، نسبت دور کمر به دور باسن هر یک از آزمودنی‌ها تعیین شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در حالی انجام شد که آزمودنی‌ها از چهار ساعت قبل از آزمون از خوردن و آشامیدن خودداری کرده بودند و حتی‌الامکان مثانه، معده و روده‌ی آن‌ها تخلیه شده بود.

نمونه‌ی خونی

در این تحقیق، در دو وهله نمونه‌های خونی از سیاهرگ دست چپ هر یک از آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته و در حالت استراحت در ۴۸ ساعت پیش از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی تمرین جمع‌آوری شد. تمام نمونه‌گیری‌ها بین ساعات ۶ تا ۷ صبح در آزمایشگاه انجام شد. در این تحقیق مقدار سرمی آنزیم‌های کبدی به روش فتومتریک با کیت‌های شرکت پارس‌آزمون اندازه‌گیری شد.

بررسی بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. در نتیجه، بیشتر مطالعات انجام‌شده در مورد اثر تمرینات هوازی یا مصرف عصاره‌ی چای سبز به‌تنهایی روی شاخص‌های التهابی کبدی و قلبی عروقی پرداخته‌اند و با توجه به بررسی‌های انجام‌شده مطالعات اندکی اثر ترکیب این دو روش را بر سطح این شاخص‌ها بررسی کرده‌اند؛ بنابراین، هدف محقق از اجرای این پژوهش، بررسی اثر هم‌زمان تمرین هوازی همراه با مصرف چای سبز بر این شاخص‌ها بود.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها

این تحقیق به روش کارآزمایی بالینی (Clinical trial) است که با طرح دو گروه تجربی و کنترل با پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. نمونه‌های آماری این تحقیق شامل ۴۰ نفر زن دارای اضافه‌وزن با دامنه‌ی سن ۳۵ تا ۵۰ سال و نمایه‌ی توده‌ی بدنی ۲۵ تا ۲۷ کیلوگرم بر متر مربع بودند. همه‌ی آنان ساکن شهرستان مشهد بودند و در سال ۱۳۹۴ به روش نمونه‌گیری انتخابی در دسترس و هدف‌دار انتخاب شدند. نمونه‌ها ابتدا با ماهیت و نحوه‌ی همکاری با اجرای پژوهش آشنا شدند.

سالم بودن بر اساس پرسش‌نامه‌ی تندرستی، عدم مصرف دارو، عدم استعمال دخانیات و عدم شرکت در هیچ برنامه‌ی تمرینی حداقل به مدت دو ماه پیش از شرکت در برنامه‌ی تمرینات، از معیارهای این تحقیق بود. آزمودنی‌ها بر اساس شرایط تحقیق به‌صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و فرم رضایت‌نامه را امضا کردند. سپس، به‌طور تصادفی به چهار گروه چای سبز (۱۰ نفر)، تمرین هوازی (۱۰ نفر)، ترکیب چای سبز و تمرین هوازی (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. در روش اتفاقی یا تصادفی که در این پژوهش استفاده شد، انتخاب و گزینش آزمودنی‌ها، کاملاً به‌صورت تصادفی بود؛ به این نحو که شانس انتخاب برای هر مورد یا آزمودنی مساوی بود. در این روش از مدل تصادفی‌سازی ساده مثل قرعه‌کشی استفاده شد. در این حالت، هر آزمودنی بر اساس نتیجه‌ی قرعه در گروه مداخله

نحوه‌ی استفاده از چای سعی بر این شد که از لیوان بلور یا چینی و قوری‌های کروی استفاده شود تا فضای کافی برای شناور شدن برگ‌ها وجود داشته باشد. همچنین برای جلوگیری از تیرگی و عوض شدن طعم چای از آب بطری یا آب تصفیه‌شده استفاده شد و به آزمودنی‌های گروه مصرف مکمل چای سبز تأکید شد تا از گذاشتن قوری بر روی کتری و یا سماور خودداری کنند تا از تلخ شدن چای جلوگیری شود. چای مصرفی محصول شرکت چای سبز لاهیجان (Natural Green Tea) با پروانه‌ی ساخت وزارت بهداشت با کد ثبت ۴۷/۱۱۴۳۹ و کد ISO9001 بود. برای گروه ترکیب تمرین و مکمل چای سبز، هر دو مداخله صورت گرفت.

روش آماری

در پایان، داده‌های جمع‌آوری شده با کمک نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۶ تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون آماری شاپیروویلک جهت تأیید نرمال بودن توزیع نظری داده‌ها، از آزمون لون جهت همگنی واریانس‌ها، از آزمون تی همبسته جهت تغییرات درون گروهی و از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) برای مقایسه‌ی تغییرات واریانس بین گروهی استفاده شد. برای بررسی نتایج، سطح معنی‌داری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این تحقیق در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. نتایج جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که میانگین‌های درون گروهی در متغیرهای آپولیپوپروتئین A به اندازه‌ی $p = 0.002$ و آپولیپوپروتئین B به میزان $p = 0.004$ در گروه تمرین هوازی به لحاظ آماری معنی‌دار است. همچنین در شاخص‌های آنزیم‌های کبدی همچون مقادیر ALT در گروه تمرین هوازی به میزان $p = 0.02$ و در گروه تمرین هوازی به همراه چای سبز به اندازه‌ی $p = 0.013$ ، در متغیر AST در گروه چای سبز به میزان $P = 0.001$ و در گروه تمرین هوازی به اندازه‌ی $p = 0.000$ به لحاظ آماری معنی‌دار است. بر اساس نتایج جدول شماره ۳، مقادیر

برای اندازه‌گیری مقادیر آپولیپوپروتئین A و B از روش ایمونوتوروبیدومتری و کیت‌های شرکت ROC SH آلمان استفاده شد. غلظت سرمی گلوکز ناشتا به روش گلوکز اکسیداز و با استفاده از آنالیزور گلوکز Beckman (Beckman Instruments, Irvine, CA) و مقدار انسولین نیز با روش RIA و به وسیله‌ی کیت تجاری Immuno Nucleo (Stillwater, MN) اندازه‌گیری شد. گرفت. شاخص مقاومت انسولین نیز با استفاده از معادله‌ی HOMA-IR به دست آمد (۱۷).

$$\times (\text{میکروواحد در میلی‌لیتر}) \text{ انسولین ناشتا} = \text{HOMA-IR}$$

$$22/5 / (\text{میلی‌مول در لیتر}) \text{ گلوکز ناشتا}$$

برنامه‌ی تمرینی و مصرف مکمل

فعالیت ورزشی منظم در این تحقیق، شامل برنامه‌ی تمرینی به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه) بود که شامل گرم کردن عمومی به مدت ۱۰ دقیقه (راه رفتن، دویدن نرم، حرکات کششی و جنبش‌پذیری)، انجام ۳۰ الی ۴۰ دقیقه فعالیت اصلی تمرین هوازی با شدت ۷۵-۶۵٪ حداکثر ضربان قلب و در پایان هر جلسه، تمرین ورزشی به مدت ۱۰ دقیقه برای بازگشت بدن به حالت اولیه و سرد کردن آن بود که به صورت دویدن آهسته، راه رفتن و حرکات کششی انجام شد. ضربان قلب بیشینه از فرمول ۲۲۰ منهای سن محاسبه شد. شدت تمرین با استفاده از ضربان سنج پولار کنترل شد. در این مدت آزمودنی‌های گروه کنترل در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نداشتند و فعالیت‌های طبیعی روزمره‌ی خود را انجام می‌دادند. در گروه مصرف چای سبز (چای ممتاز) از آزمودنی‌ها خواسته شد به مدت هشت هفته روزانه ۳ نوبت و بعد از گذشت ۲ ساعت از هر وعده‌ی غذایی، ۲ گرم چای خشک را در ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد دم کنند و مصرف کنند. هر وعده شامل یک عدد چای سبز کیسه‌ای در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب جوش بود که بدون حرارت در مدت ۶ الی ۸ دقیقه دم شده و بعد از آن میل می‌گردید (۱۸). تمام آزمودنی‌ها از یک نوع چای سبز استفاده کردند. در مورد

از جمله مکانیسم‌هایی که می‌تواند باعث افزایش عمل انسولین بعد از تمرین‌های هوازی شود، شامل افزایش پیام‌رسانی پس‌گیرنده‌ای انسولین، افزایش بیان پروتئین انتقال‌دهنده‌ی گلوکز GLUT4 و افزایش فعالیت گلیکوژن سنتتازو هگزوکیناز است (۲۳). جذب گلوکز در سلول‌های هدف هورمون انسولین، به وسیله‌ی ناقل قندی GLUT4 انجام می‌شود. در سلول تحریک نشده با هورمون، مولکول‌های GLUT4 درون ویزیکول‌های خاصی در محیط سیتوپلاسم محصور هستند و به‌طور دائمی به‌صورت اندوزومی میان سطح ترانس‌گلژی و عوامل توبولو ویزیکولار در رفت‌وآمدند (۲۴). به دنبال ترشح انسولین، ویزیکول‌های حاوی GLUT4 به‌صورت فیزیکی به سطح غشاء پلاسمایی سلول منتقل و متصل می‌شوند تا به جذب بیشتر گلوکز به‌وسیله‌ی سلول کمک کنند. انسولین با فعال کردن فسفواپنوزیتید-۳ کیناز کلاس I (PI3K)، PIP2 را به PIP3 تبدیل می‌کند و واسطه‌های سیتوزولی دیگری نظیر PDK1، AKT، AS160 و پروتئین کینازهای C اپتی‌کال را فعال می‌کند (۲۴). بروز تغییر در میزان بیان یا ترکیب شیمیایی هر کدام از مولکول‌های شرکت‌کننده در این مسیر می‌تواند در بروز بیماری دخیل باشد. فسفوریل شده‌ی AS160 باعث افزایش انتقال GLUT4 به سطح سلولی می‌شود (۲۵). در حالت طبیعی در بسیاری از سلول‌ها نظیر سلول‌های عضلات اسکلتی، فعالیت PI3K به فعال شدن عامل تعویض نوکلئوتید گوانین GEF برای Rac1 می‌انجامد که در متحرک کردن اکتین اسکلت سلولی و تسهیل حمل‌ونقل GLUT4 دخالت دارد. از سوی دیگر ویزیکول‌های حاوی GLUT4 با PI3K و پروتئین ۲ غشایی همراه ویزیکول یا VAMP2 هستند تا فرایند انتقال و اتصال به سطح سلول را انجام دهند (۲۶-۲۷). چای سبز یکی از غنی‌ترین منابع فلاونوئیدهاست و در بسیاری از کشورهای آسیایی و اروپایی به‌عنوان گیاه دارویی استفاده می‌شود (۲۸). این ماده، غنی از پلی‌فنول‌های کاتکین، اپی‌کاتکین، اپی‌گالوکاتکین، اپی‌گالوکاتکین گالات است. این فلاونوئیدها و دیگر اجزای

انسولین در گروه تمرین هوازی ($p=0/00$) و تمرین هوازی به همراه چای سبز ($p=0/00$) بود. متغیر مقاومت به انسولین در گروه تمرین هوازی ($p=0/00$) بود و در گروه تمرین هوازی به همراه چای سبز ($p=0/00$) بود که به لحاظ آماری معنی‌دار است. مقادیر گلوکز در هیچ‌کدام از گروه‌ها در پایان دوره معنی‌دار نبود. تفاوت میانگین‌ها در متغیر AST ($F=7/43$ و $p=0/001$) بود، در متغیر آپولیوپروتئین B ($F=10/65$ و $p=0/001$) و در متغیر انسولین ($F=7/24$ و $p=0/001$) بود که به لحاظ آماری معنی‌دار است.

بحث

هدف از مطالعه‌ی حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین هوازی و مکمل چای سبز بر برخی آنزیم‌های کبدی و عوامل خطر قلبی - عروقی زنان دارای اضافه‌وزن بود. نتایج این پژوهش نشان داد که مقادیر انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرین هوازی و تمرین هوازی به همراه چای سبز نسبت به گروه کنترل به لحاظ آماری کاهش معنی‌دار یافت. این نتایج با یافته‌های عطار زاده و همکاران و هجی دن و همکاران همخوانی دارد (۱۹-۲۰)؛ اما با یافته‌های پوی زیر و همکاران همخوانی ندارد (۲۱). عطار زاده و همکاران، با بررسی اثر هشت هفته تمرین ترکیبی (تمرین هوازی شامل ۲۰ دقیقه با شدت ۶۰ الی ۷۰٪ ضربان قلب ذخیره و برنامه‌ی تمرین مقاومتی با شدت ۷۰٪ یک تکرار بیشینه) که روی ۲۴ مرد میان‌سال انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تمرین منجر به کاهش معنی‌دار انسولین و مقاومت به انسولین شد (۲۰). هجی دن و همکاران، گزارش کردند که ۱۲ هفته تمرین هوازی (۴ جلسه‌ی ۳۰ دقیقه‌ای در هر هفته با شدتی معادل ۷۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) منجر به کاهش معنی‌دار در شاخص مقاومت به انسولین و متعاقب آن کاهش در سطوح انسولین ناشتا شد (۲۲). پوی زیر و همکاران، با بررسی اثر تمرین هوازی با شدت ۶۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی به این نتیجه رسیدند که در پایان دوره تغییر معنی‌داری در مقادیر انسولین و مقاومت به انسولین به وجود نیامد (۲۱).

هفته) باعث افزایش معنی‌داری در سطوح آنزیم‌های آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز نسبت به پیش از آزمون شد؛ اما سطوح این متغیرها پس از ۱۲ هفته تمرین تناوبی به‌طور معنی‌داری کمتر از تمرین تداومی بود (۱۶). اندازه‌ی محیط کمر، نسبت دور کمر به باسن و نسبت دور کمر به قد که نشان‌دهنده‌ی میزان تجمع چربی احشایی است (۳۲) رابطه‌ی همبستگی معنی‌داری با سطوح آمینوترانسفرازهای سرم به‌ویژه ALT و تجمع چربی در کبد دارد (۳۲) و نیز با عوامل دیگر پاتوژن بیماری نظیر مقاومت به انسولین، هایپرلیپیدمی، هایپرگلیسمی، دیابت نوع دوم و سندرم متابولیک مرتبط است (۳۳). بافت چربی احشایی به انسولین مقاوم‌تر است؛ بر این اساس، توانایی تحریک بیشتر لیپولیز و نیز فراخوانی بیشتر اسیدهای چرب آزاد را در جریان خون دارد که خود عاملی برای تجمع بیشتر تری‌گلیسرید در کبد است (۳۳). فعالیت ورزشی منظم باعث افزایش میزان مصرف انرژی روزانه، بهبود و افزایش اکسیداسیون چربی‌ها در عضلات اسکلتی و میتوکندری هپاتوسیت‌ها، سوخت‌وساز بیشتر ذخایر چربی ناحیه‌ی احشایی و درنهایت، با توزیع مجدد ذخایر چربی در بدن، باعث کاهش چاقی احشایی و تشدید پاسخ‌دهی به انسولین در بافت چربی می‌شود که نتیجه‌ی آن، کاهش تراوش اسیدهای چرب آزاد به داخل کبد، کاهش رسوب‌گیری چربی در کبد و نیز افزایش اکسیداسیون چربی در کبد است (۳۴).

نتایج این پژوهش نشان داد که مقادیر APOA افزایش یافت و در متغیر APOB در گروه تمرین هوازی کاهش معنی‌دار داشت. این نتایج با یافته‌های آلبرگا و همکاران و کولارید و همکاران، همخوانی دارد (۳۶-۳۵)؛ اما با یافته‌های گیادا و همکاران، همخوانی ندارد (۳۷). آلبرگا و همکاران، با بررسی اثر چهار هفته تمرین هوازی و مقاومتی روی ۳۰۴ بالغ دارای اضافه‌وزن به این نتیجه رسیدند که در گروه تمرین هوازی و مقاومتی منجر به کاهش چربی احشایی و چربی زیرپوستی شد و همچنین تمرین ترکیبی منجر به کاهش سطوح APOB و نسبت APOB به

تشکیل‌دهنده‌ی چای سبز از جمله کافئین، تئانین، ویتامین‌ها و ساپونین‌ها به‌عنوان مواد ضد التهاب و آنتی‌اکسیدان شناخته شده‌اند و در بهبود مقاومت به انسولین و کاهش چاقی نیز نقش دارند (۲۸-۲۹). بنابراین فلاونوئیدها از نظر نقش در سلامتی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. با توجه به نقش مصرف عصاره‌ی چای سبز در کاهش مقاومت به انسولین و ناشناخته بودن بسیاری از مکانیسم‌های مولکولی و سلولی آن‌ها، این امکان وجود دارد که برخی از این مکانیسم‌ها به‌طور غیرمستقیم و در نتیجه‌ی افزایش ترشح و سطح سرمی آدیپونکتین باشد (۳۰).

نتایج این پژوهش نشان داد که مقادیر آلانین آمینوترانسفراز در گروه تمرین هوازی و گروه چای سبز و تمرین هوازی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌دار یافت و همچنین مقادیر آسپاراتات آمینوترانسفراز سرمی در گروه مصرف عصاره‌ی چای سبز و گروه تمرین هوازی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌دار یافت. این نتایج با یافته‌های ایزدی قهفرخی و همکاران، همخوانی دارد (۳۱)؛ اما با یافته‌هایبرزگرزاده زرنندی و همکاران همخوانی ندارد (۱۶). ایزدی قهفرخی و همکاران با بررسی اثر ۱۰ هفته تمرینات هوازی موزون با شدتی معادل ۶۰ تا ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه و مصرف عصاره‌ی چای سبز بر مقاومت به انسولین و آنزیم‌های کبدی ۴۶ زن چاق دیابتی با دامنه‌ی سنی ۴۵-۶۰ سال که روزانه ۱۵۰۰ میلی‌گرم کپسول عصاره‌ی چای سبز را دریافت می‌کردند به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل چای سبز و تمرین هوازی موجب افزایش معنی‌دار لیپوپروتئین پرچگال شد. لیپوپروتئین کم-چگال، HOMA، انسولین و وزن نیز کاهش معنی‌دار نشان دادند. تمرین و مصرف مکمل موجب کاهش معنی‌دار، سطح سرمی آنزیم‌های کبدی آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در گروه‌های تجربی گردید (۳۱). در مقابل،برزگرزاده زرنندی و همکاران، گزارش کردند که تمرینات منظم تداومی (دویدن روی نوارگردان بدون شیب به مدت ۶ و ۱۲ هفته) و تناوبی هوازی (دویدن روی نوارگردان بدون شیب به مدت ۶ و ۱۲

آنزیم هپاتیک لیپاز را که تا حدودی علت کاهش بیشتر آپوپروتئین B در زنان است بدانیم (۴۱).

نتیجه گیری

به طور کلی می توان گفت که هشت هفته تمرین هوازی، مصرف چای سبز و ترکیب این دو با یکدیگر می تواند تأثیرات مثبتی روی کاهش آنزیم های کبدی و عوامل خطر قلبی - عروقی شامل APOA و APOB و نشانگرهای مقاومت به انسولین همچون گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین در زنان دارای اضافه وزن دارد. همچنین توصیه می شود در مطالعات بعدی، شاخص هایی همچون ایزوآنزیم ها و دیگر فاکتورهای قلبی - عروقی مورد بررسی قرار گرفته و پژوهش روی تعداد بیشتری از نمونه ها انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی ثبت شده با کد ۲/۳۰۸۸۴ است که با حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در پایان از تمامی کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری دادند تشکر و قدردانی می کنیم.

APOA شد (۳۵). کولارید و همکاران، با بررسی اثر ۲۰ هفته تمرین هوازی روی ۲۰۰ مرد سالم، گزارش کردند که در پایان دوره سطوح تری گلیسرید و APOB کاهش معنی دار یافت (۳۶). گیادا و همکاران گزارش کردند که یک دوره تمرین هوازی منجر به عدم تغییر معنی دار در سطوح آپولیپوپروتئین A و B شد (۳۷). گزارش شده است که افزایش آپولیپوپروتئین A ناشی از افزایش HDL، فعال شدن آنزیم های LPL و کلسترول اسیل ترانسفراز و کاهش فعالیت آنزیم لیپاز کبدی است (۳۸-۳۹). با انجام فعالیت ورزشی، میزان ترشح کاتکولامین ها و فعالیت اعصاب سمپاتیکی افزایش می یابد و میزان ترشح انسولین کم می شود و بر میزان ترشح هورمون های استرسی (هورمون رشد، کورتیزول، اپی نفرین و گلوکاکون) افزوده می شود. به این ترتیب، زمینه ی مناسبی برای بسیج چربی ها و رها شدن اسیدهای چرب آزاد از بافت چربی فراهم می شود (۴۰). فعالیت لیپوپروتئین لیپاز در پاسخ به ورزش های هوازی افزایش می یابد. فعالیت این آنزیم ها ممکن است بتواند زیاد شدن تری گلیسیریدها و سایر لیپیدهای سرمی آزمودنی ها به دنبال فعالیت بدنی را توجیه کند. با توجه به این نکته که هورمون های زنانه باعث افزایش فعالیت آنزیم هپاتیک لیپاز می شود، انتظار می رود که اثر فعالیت ورزشی بر ترشح این هورمون ها و اثر آن ها بر

جدول شماره ۱) ویژگی‌های آزمودنی‌های شرکت‌کننده در مطالعه

گروه‌ها	متغیرها (انحراف معیار ± میانگین)		
	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
چای سبز	۳۶/۵۰ ± ۱/۴۳	۱۵۴/۱۰ ± ۴/۵۰	۶۶/۵۳ ± ۵/۱۵
تمرین هوازی	۴۲/۲۰ ± ۳/۱۹	۱۵۵/۸۰ ± ۴/۷۷	۶۷/۳۶ ± ۳/۰۴
چای سبز و تمرین هوازی	۴۰/۱۰ ± ۳/۴۷	۱۵۴/۰۰ ± ۶/۵۶	۵۹/۷۰ ± ۵/۲۲
کنترل	۴۱/۴۰ ± ۲/۴۱	۱۵۲/۲۰ ± ۷/۲۲	۶۷/۲۰ ± ۴/۶۶

جدول شماره ۲) آپولیپوپروتئین‌های سرمی و آنزیم‌های کبدی زنان دارای اضافه‌وزن به تفکیک در گروه‌های مطالعه

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون (انحراف معیار ± میانگین)		پس‌آزمون (انحراف معیار ± میانگین)		تغییرات	
		P-Value	F	P-Value	T	بین گروه***	درون گروه**
آپولیپوپروتئین A (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	چای سبز	۱۲۳/۵۰ ± ۲۵/۸۸		۱۲۵/۹۰ ± ۲۸/۷۵		۰/۱۸۴	-۱/۴۳
	تمرین هوازی	۱۳۲/۴۰ ± ۲۸/۳۰		۱۳۷/۱۰ ± ۳۰/۵۳		۰/۰۰۲†	۴/۲۸
	چای سبز و تمرین هوازی	۱۲۵/۵۰ ± ۲۷/۲۸		۱۲۹/۸۰ ± ۲۴/۸۸		۰/۳۶۳	۰/۹۵۸
	کنترل	۱۴۸/۲۰ ± ۳۰/۵۳		۱۴۷/۴۰ ± ۲۳/۹۸		۰/۱۸۶	۰/۱۷۱
آپولیپوپروتئین B (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	چای سبز	۱۳۳/۸۰ ± ۱/۷۵		۱۳۲/۴۰ ± ۲/۲۷§		۰/۱۱۶	۱/۷۳
	تمرین هوازی	۱۳۳/۳۰ ± ۱/۹۴		۱۳۰/۷۰ ± ۱/۱۵§		۰/۰۰۴†	۳/۸۸
	چای سبز و تمرین هوازی	۱۳۲/۵۰ ± ۵/۱۰		۱۳۲/۳۰ ± ۱/۷۶		۰/۹۲۰	۰/۱۰۴
	کنترل	۱۳۵/۹۰ ± ۱/۸۵		۱۳۵/۲۰ ± ۱/۸۷§		۰/۲۷۱	۱/۱۷
آلاتین آمینوترانسفراز (واحد بر میلی‌لیتر)	چای سبز	۱۵/۵۰ ± ۴/۶۲		۱۵/۱۰ ± ۴/۲۸		۰/۷۳۱	۰/۳۵۵
	تمرین هوازی	۱۷/۸۰ ± ۴/۶۶		۱۵/۹۰ ± ۴/۰۱		۰/۰۲†	۲/۸۱
	چای سبز و تمرین هوازی	۱۹/۰۰ ± ۴/۱۳		۱۶/۸۰ ± ۴/۱۳		۰/۰۱۳†	۳/۰۹
	کنترل	۱۸/۴۰ ± ۵/۱۲		۱۸/۵۰ ± ۵/۴۲		۰/۹۲۰	۰/۱۰۳
چای سبز و تمرین هوازی	تمرین هوازی	۱۴/۵۰ ± ۲/۱۷		۱۱/۷۰ ± ۱/۳۳§		۰/۰۰†	۵/۷۱
	چای سبز و تمرین هوازی	۱۳/۹۰ ± ۳/۲۴		۱۲/۸۰ ± ۳/۰۴		۰/۱۱۱	۱/۷۶
	کنترل	۱۶/۵۰ ± ۲/۴۱		۱۶/۵۰ ± ۲/۵۴§		۱/۰۰	۰/۰۰

* - سطح معنی‌داری پذیرفته شده $P < 0.05$ معنی‌دار بودن درون گروهی § معنی‌دار بودن بین گروهی

** آزمون تی همبسته *** آزمون تحلیل واریانس یکطرفه

جدول شماره‌ی (۳) میانگین، انحراف استاندارد و بررسی نشانگرهای مقاومت به انسولین زنان غیر فعال به تفکیک در گروه‌های متفاوت

تغییرات				پس‌آزمون (انحراف معیار ± میانگین)	پیش‌آزمون (انحراف معیار ± میانگین)	گروه‌ها	متغیرها
بین گروه ***		درون گروه **					
P-Value	F	P-Value	T				
.۰/۵۷	.۰/۶۷	.۰/۵۲	.۰/۶۵	۸۶/۳۰±۱/۴۱	۸۶/۸۰±۲/۰۴	چای سبز	گلوکز (میلی‌گرم/دسی لیتر)
		.۰/۱۷	۱/۴۸	۸۷/۲۰±۱/۶۱	۸۸/۱۰±۲/۲۳	تمرین هوازی	
		.۰/۰۸	۱/۹۶	۸۶/۷۰±۰/۹۴	۸۷/۶۰±۲/۰۱	چای سبز و تمرین هوازی	
		.۰/۶۶	-۰/۴۵	۸۶/۶۰±۱/۶۴	۸۶/۴۰±۱/۳۴	کنترل	
		.۰/۱۹	۱/۴۰	۹/۷۰±۰/۱۴§	۹/۷۶±۰/۱۰	چای سبز	
.۰/۰۰§	۷/۲۴	.۰/۰۰†	۵/۷۴	۹/۶۲±۰/۰۹§	۹/۷۹±۰/۱۳	تمرین هوازی	انسولین (واحد بر میلی لیتر)
		.۰/۰۰†	۷/۷۲	۹/۷۰±۰/۱۲	۹/۸۸±۰/۱۲	چای سبز و تمرین هوازی	
		.۰/۸۶	.۰/۱۷	۹/۹۰±۰/۱۸§	۹/۹۱±۰/۱۱	کنترل	
		.۰/۲۵	۱/۲۲	۳۷/۲۰±۰/۶۹§	۳۷/۶۵±۱/۰۵	چای سبز	
		.۰/۰۰†	۳/۶۲	۳۷/۲۹±۰/۹۴	۳۸/۳۳±۱/۱۲	تمرین هوازی	
.۰/۰۵	۲/۸۱	.۰/۰۰†	۳/۸۲	۳۷/۳۹±۰/۶۰§	۳۸/۴۶±۱/۰۸	چای سبز و تمرین هوازی	مقاومت به انسولین
		.۰/۸۴	-۰/۲۰	۳۸/۰۹±۰/۷۹§	۳۸/۰۵±۰/۹۰	کنترل	

*- سطح معنی‌داری پذیرفته شده $P < ۰/۰۵$ معنی‌دار بودن درون گروهی § معنی‌دار بودن بین گروهی
 ** آزمون تی همبسته *** آزمون تحلیل واریانس یکطرفه

References:

1. Mohammadi M, Jafarnezhad F, Afzal Aghayi M, Kazemeini H. Investigating the Relationship between Sexual Function and Obesity in Women. *Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology And Infertility*. 2012;15(24):26-33[Persian].
2. Sadegh Eghbali F, Bijeh N, Attarzadeh Hoseini S. Effect of eight weeks of combined training exercise with and without pomegranate concentrate consumption on metabolic syndrome indexes in obese and overweight middle-aged women. *Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology And Infertility*. 2016;19(1&2):16-24 .[Persian]
3. Poirier P, Giles TD, Bray GA, Hong Y, Stern JS, Pi-Sunyer FX, et al. Obesity and cardiovascular disease pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 2006;26(5): 968-76.
4. Shamsoddini A, Sobhani V, Chehreh MEG, Alavian SM, Zaree A. Effect of Aerobic and Resistance Exercise Training on Liver Enzymes and Hepatic Fat in Iranian Men With Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Hepatitis Monthly*. 2015;15(10).
5. Gill H, Mugo M, Whaley-Connell A, Stump C, Sowers JR. The key role of insulin resistance in the cardiometabolic syndrome. *The American journal of the medical sciences*. 2005;330(6): 290-4.
6. Malhotra A, Kang BP, Cheung S, Opawumi D, Meggs LG. Angiotensin II promotes glucose-induced activation of cardiac protein kinase C isozymes and phosphorylation of troponin I. *Diabetes*. 2001; 1; 50(8): 1918-26.
7. Kojda G, Hambrecht R. Molecular mechanisms of vascular adaptations to exercise. Physical activity as an effective antioxidant therapy? *Cardiovascular research*. 2005; 67(2):187-97.
8. Thompson PD, Buchner D, Piña IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation*. 2003;107(24):3109-16.
9. Sone T, Kuriyama S, Nakaya N, Hozawa A, Shimazu T, Nomura K, et al. Randomized controlled trial for an effect of catechin-enriched green tea consumption on adiponectin and cardiovascular disease risk factors. *Food & nutrition research*. 2011;55(1):1-10.
10. Zhao Man S, Takahashi Y, Christine disabilities Y. Effect of tea (*Camellia sinensis* L.) on lipid peroxidation in rat liver and kidney :a comparison of green and black tea feeding. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 1995;18(7):1006-8.
11. Hsu S. Modified green tea polyphenols and methods thereof for treating liver disease. *Google Patents*; 2014.
12. Mandel S, Weinreb O, Reznichenko L, Kalfon L, Amit T. Green tea catechins as brain-

- permeable, non toxic iron chelators to “iron out iron” from the brain. *Oxidative Stress and Neuroprotection*: Springer.2006:249-57.
13. Ostrowska J, Skrzydlewska E. The comparison of effect of catechins and green tea extract on oxidative modification of LDL in vitro. *Advances in medical sciences*. 2005;51:298-303.
 14. Barani F, Afzalpour ME, Ilbiegi S, Kazemi T, Mohammadi Fard M. The effect of resistance and combined exercise on serum levels of liver enzymes and fitness indicators in women with nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2014;21(2):188-202. [Persian]
 15. Lloyd JW, Evans KA, Zerfass KM, Holmstrup ME, Kanaley JA, Keslacy S. Effect of an acute bout of aerobic exercise on chemerin levels in obese adults. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2015.
 16. Barzegarzadeh-Zarandi H, Dabidy-Roshan V. Changes in some liver enzymes and blood lipid level following interval and continuous regular aerobic training in old rats. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*. 2012;14(5):13-23. [Persian]
 17. Sâmpolean D, Hanescu B, Han A, Adam M, Casoinic F. The Prognosis of Glycoregulation Disturbances and Insulin Secretion in Alcoholic and C Virus Liver Cirrhosis. *Romanian Journal of Internal Medicine*. 2009;47(4): 387-92.
 18. Haghghi A, Eslaminik E, Hamedinia M. The effect of green tea and aerobic exercise on serum adiponectin and ghrelin. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences*. 2015;57(8):904-12[Persian].
 19. Barzegarzadeh H, Dabidi Roshan V. Effects of a 12-Week aerobic Training Course Followed by a 4-Week Detraining Period on Alanine Aminotransferase, Aspartate Aminotransferase, Alkaline Phosphatase and Blood Lipids Level Changes in Menopausal Rats. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2012;11(3):207-18. [Persian]
 20. Attarzadeh Hosseini S, Mir E, Hejazi K, Mir Sayeedi M. The Effect of eight weeks combined training on some insulin resistance markers in middle-aged men. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences*. 2015;58(3):129-36. [Persian]
 21. Poirier P, Tremblay A, Broderick TL, Catellier C, Tancrède 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): CR59-CR65.
 22. Heijden G, Zhiyue J, Zili D, Pieter J, Morey W, Luisa M, et al. A 12-Week Aerobic Exercise Program Reduces Hepatic Fat Accumulation and Insulin Resistance in Obese, Hispanic Adolescents. *Obesity*. 2010; 18:384–90.
 23. Church T, Barlow C, Earnest C. Associations between cardio respiratory fitness and C-reactive protein in men. *Arteriosclerosis*,

- Thrombosis, and Vascular Biology. 2002;22(1):1869-76.
24. Balamatsias D, Kong AM, Waters JE, Sriratana A, Gurung R, Bailey CG, et al. Identification of P-Rex1 as a novel Rac1-guanine nucleotide exchange factor (GEF) that promotes actin remodeling and GLUT4 protein trafficking in adipocytes. *Journal of Biological Chemistry*. 2011;286(50):43229-40.
 25. Samuel VT, Shulman GI. Mechanisms for insulin resistance: common threads and missing links. *Cell*. 2012;148(5):852-71.
 26. Schwenk RW, Angin Y, Steinbusch LK, Dirx E, Hoebbers N, Coumans WA, et al. Overexpression of vesicle-associated membrane protein (VAMP) 3, but not VAMP2, protects glucose transporter (GLUT) 4 protein translocation in an in vitro model of cardiac insulin resistance. *Journal of Biological Chemistry*. 2012;287(44):37530-9.
 27. Chiu T, Patel N, Shaw AE, Bamburg JR, Klip A. Arp2/3-and cofilin-coordinated actin dynamics is required for insulin-mediated GLUT4 translocation to the surface of muscle cells. *Molecular biology of the cell*. 2010;21(20):3529-39.
 28. Kim M-J, Yoo K-H, Park H-S, Chung S-M, Jin C-J, Lee Y, et al. Plasma adiponectin and insulin resistance in Korean type 2 diabetes mellitus. *Yonsei medical journal*. 2005;46(1):42-50.
 29. Bhathena SJ, Velasquez MT. Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. *The American journal of clinical nutrition*. 2002;76(6):1191-201.
 30. Mohammadi S, Hasseinzadeh Attar M, Karimi M, Hossainezhad A, Eshraghian M, Hosseini SH, et al. The effects of green tea extract on serum adiponectin concentration and insulin resistance in patients with type 2 diabetes mellitus. *Zanjan University of Medical Sciences Journal*. 2010;18(70):44-57. [Persian]
 31. Izadi Ghahfarokhi M, Mogharnasi M, Faramarzi M. The Impact of 10 weeks of Aerobic Exercise and Supplementation of Green Tea on Lipid Profile, Insulin Resistance and Liver Enzymes (GGT, ALT, AST) in Obese Diabetic Women (type 2). *Armaghane danesh*. 2015;20(2):161-71. [Persian]
 32. Church TS, Kuk JL, Ross R, Priest EL, Biltoff E, Blair SN. Association of cardiorespiratory fitness, body mass index, and waist circumference to nonalcoholic fatty liver disease. *Gastroenterology*. 2006;130(7):2023-30.
 33. Chen Z-w, Chen L-y, Dai H-l, Chen J-h, Fang L-z. Relationship between alanine aminotransferase levels and metabolic syndrome in nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Zhejiang University Science B*. 2008;9(8):616-22.
 34. Baba CS, Alexander G, Kalyani B, Pandey R, Rastogi S, Pandey A, et al. Effect of exercise and dietary modification on serum aminotransferase levels in patients with nonalcoholic steatohepatitis. *Journal of gastroenterology and hepatology*. 2006;21(1):19;1-8.
 35. Alberga A, Prud'homme D, Kenny G, Goldfield G, Hadjiyannakis S, Gougeon R, et al. Effects of aerobic and

- resistance training on abdominal fat, apolipoproteins and high-sensitivity C-reactive protein in adolescents with obesity: the HEARTY randomized clinical trial. *International Journal of Obesity*. 2015;39(10):1494-500.
36. Couillard C, Després J-P, Lamarche B, Bergeron J, Gagnon J, Leon AS, et al. Effects of endurance exercise training on plasma HDL cholesterol levels depend on levels of triglycerides evidence from men of the Health, Risk Factors, Exercise Training and Genetics (HERITAGE) Family Study. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 2001;21(7):1226-32.
37. Giada F, Zuliani G, Baldo-Enzi G, Palmieri E, Volpato S, Vitale E, et al. Lipoprotein profile, diet and body composition in athletes practicing mixed an anaerobic activities. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1996;36(3):211-6.
38. Thompson PD, Yurgalevitch SM, Flynn MM, Zmuda JM, Spannaus-Martin D, Saritelli A, et al. Effect of prolonged exercise training without weight loss on high-density lipoprotein metabolism in overweight men. *Metabolism*. 1997;46(2):217-23.
39. Tikkanen HO, Hämmäläinen E, Härkönen M. Significance of skeletal muscle properties on fitness, long-term physical training and serum lipids. *Atherosclerosis*. 1999;142(2):367-78.
40. Rahimi N, Marandi SM, Kargarfard M. The effect of eight weeks aquatic training on lipid profile of patients who suffer from type ii diabetes. *Journal Of Isfahan Medical School (Iums)*. 2011;29(148):988-96. [Persian]
41. Ketabipoor S, Koushkie jahromi M. Effect of aquatic aerobic training on serum A and B Apoproteins and lipoproteins in obese and normal weight menopause women. *Arak Medical University Journal (AMUJ)*. 2014;17(89): 44-52. [Persian]

Changes in insulin resistance markers and some liver enzymes and cardiovascular risk factors to aerobic training and green tea supplement consumption

Fathei M^{1*}, Khairabadi S², Hejazi K²

1. Associated prof., Sport physiology, Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. PhD student, Physical Education and Sport Sciences, Department of Physical Education and Sport Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 13 June, 2016 :Accepted: 05 December, 2016

Abstract

Introduction: Green tea as a rich source of antioxidant compounds, anti-inflammatory and anti-cancer one, has been under so much attention nowadays. The aim of this study is to investigate the effects of an eight-week aerobic exercises and the consumption of green tea as a supplement, and the effects of the compound of them on insulin resistance markers, liver enzymes and cardiovascular risk factors in overweight women.

Methods: In this clinical trial study, 40 volunteer subjects took part in the following research based on the agreement after signing a consent form. They were divided into four equal groups: green tea (T), aerobic training (A), aerobic training+green tea (A+T) and control groups (C). T group (3 times per day and after 2 hours of each meals, brewed 2 g green tea in 100 mil liter water and consumption). A group, participate in aerobic training included eight weeks (3 sessions per week, 45-60 minutes). Moreover, T+A group both actions were done with each other. To make intra and between groups comparison, paired sample t-test and one-way analysis of variance was used.

Results: The levels of APOA and APOB had a significant increase and decrease only in A group respectively compared with the period before and after training. Alanine aminotransferase (ALT) ($p=0.001$) had a significant variation in A and A+T group, and aspartate aminotransferase (AST) ($p=0.001$) levels in T and A group. Insulin and insulin resistance had statistically a significant decrease ($p=0.001$) in A and A+T group.

Conclusion: The combination of the eight-week aerobic exercises with the consumption of green tea has lead to reduce the insulin resistance markers, liver enzymes, and these factors can affect the reduction of the inflammation and improvement of heart and vessels.

Keywords: Aerobic exercise, Overweight, Green tea, Apolipoprotein A, Apolipoprotein B

*Corresponding author: E.mail: mfathei@um.ac.ir