

تأثیر توأمان تمرین هوازی و مکمل چای سبز بر سطوح سرمی TNF- α و IL-6 زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲

نویسندگان: ابراهیم بنی طالبی^{۱*}، طاهره رضوی^۲، مریم نوریان^۱، لاله باقری^۳

۱. استادیار، دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران
۳. دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

E-mail: babitalebi.e@gmail.com

* نویسنده مسئول: ابراهیم بنی طالبی

چکیده

مقدمه و هدف: استفاده از مکمل‌ها و عصاره‌های گیاهی و تمرینات ورزشی برای درمان بیماری‌ها و اختلالات متابولیک در بین مردم رواج یافته است؛ لذا هدف این پژوهش بررسی تأثیر توأمان تمرین هوازی و مصرف مکمل چای سبز بر سطوح سرمی TNF- α و IL-6 زنان چاق دیابتی نوع ۲ بود.

مواد و روش‌ها: تعداد ۴۶ زن چاق دیابتی ($BMI \geq 30$) و قند خون ناشتای ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) با دامنه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال، انتخاب و به‌طور تصادفی، به چهار گروه چای سبز (دوازده نفر)، تمرینات هوازی + چای سبز (دوازده نفر)، تمرینات هوازی (دوازده نفر) و دارونما (ده نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه‌های مکمل به مدت ده هفته، روزانه ۱۵۰۰ میلی‌گرم کپسول عصاره چای سبز دریافت نمودند. برنامه تمرین هوازی شامل ده هفته تمرین، هر هفته، سه جلسه و هر جلسه شصت دقیقه بود که با ۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته اول شروع و به تدریج با پیشرفت برنامه تمرینی به ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. هر جلسه تمرین شامل گرم کردن (ده دقیقه)، بخش اصلی تمرین شامل اجرای حرکات ایروبیکی در حالت ایستاده (چهل دقیقه) و برگشت به حالت اولیه به صورت نشسته (ده دقیقه) بود.

نتایج: داده‌ها نشان داد که در هیچ گروهی تفاوت معنی‌داری در سطوح TNF- α سرم مشاهده نشد ($P > 0/05$)؛ اما فقط در گروه تمرین + چای سبز تفاوت معنی‌داری در میزان IL-6 سرم مشاهده گردید ($p = 0/009$). نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه نشان می‌دهد بین تأثیر مداخلات مختلف اختلاف معنی‌داری در میزان TNF- α وجود ندارد ($F = 2/33, P = 0/089$)، اما بین تأثیر مداخلات مختلف اختلاف معنی‌داری در میزان IL-6 وجود دارد ($F = 8/01, P = 0/000$). نتایج آزمون تعقیبی توکی در مورد IL-6 نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین گروه کنترل و گروه تمرین + چای سبز ($p = 0/021$)، بین گروه چای سبز و گروه تمرین ($p = 0/001$) و بین گروه تمرین و تمرین + چای سبز ($p = 0/001$) وجود دارد؛ به علاوه، در مورد تغییرات انسولین به دنبال مداخلات مختلف، مقدار انسولین سرم در گروه تمرین افزایش معنی‌داری داشته است ($p = 0/013$).

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های پژوهش حاضر به نظر می‌رسد مصرف توأمان مکمل چای سبز و انجام تمرینات هوازی می‌تواند نتایج بهتری بر سطوح سرمی عوامل التهابی زنان چاق دیابتی نوع ۲ داشته باشد.

واژگان کلیدی: تمرینات هوازی، دیابت نوع ۲، TNF- α ، IL-6، چای سبز

مقدمه

یک برنامه پیاده روی پنجاه روزه با میانگین 84 ± 208 کیلومتر در روز را بر پارامترهای متابولیکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد مقدار BMI، تری گلیسرید و TNF- α پس از این برنامه، به طور معنی داری کاهش یافت (۸). تمرین ورزشی در کاهش TNF- α ، گیرنده های محلول آن و ملکول های چسبنده در افراد بیمار، نظیر افراد مبتلا به اختلال در تحمل گلوکز یا نارسایی مزمن قلب مؤثر است و کاهش ها با بهبود آمادگی هوازی مرتبط است (۹). تمرین کوتاه مدت (دوازده هفته ای)، با شدت کم تا متوسط، سطوح IL-6، TNF- α و CRP را در دختران (۱۰) یا زنان چاق (۱۱) تغییر نداد. با این حال تمرین بلندمدت (هفت ماه) در شدت و تکرار بالاتر، وزن بدن، چربی بدن، CRP و TNF- α را کاهش داد (۱۲).

از طرف دیگر، در حال حاضر استفاده از مکمل ها و عصاره های گیاهی برای درمان بیماری ها و اختلالات متابولیک در بین مردم رواج یافته است. استفاده از مواد غذایی دارای فلاونوئیدها^۲ سبب کاهش میزان مرگ و میر ناشی از بیماری های قلبی عروقی و متابولیکی می شود. مواد غذایی که فلاونوئید بالایی دارند، حاوی کاتچین هایی از قبیل اپی گالو کتچین گالات^۳ (EGCG)، اپی گالو کتچین،^۴ اپی کاتچین گالات^۵ و اپی کاتچین^۶ می باشند (۱۳). مواد مؤثر در گیاهان دارویی از طریق مکانیزم های متفاوتی قادر هستند قند خون را کاهش دهند. این مکانیزم ها عبارت اند از فعال کردن مسیر کاتابولیس گلوکز، افزایش ترشح انسولین، مهار یا غیرفعال کردن مسیر گلوکونوژنز، جذب گلوکز آزاد و جلوگیری از متصل شدن آن به پروتئین ها، هدایت گلوکز به سلول، بالابردن ظرفیت آنتی اکسیدانی و جلوگیری از آسیب زایی اکسیدان های تولید شده در مسیرهای مختلف

دیابت ناهنجاری متابولیکی است که با کاهش ترشح انسولین مشخص می شود و در سطح سلولی منجر به بالارفتن گلوکز پلاسما می شود (۱). در آسیب شناسی دیابت، التهاب سیستمی نیز دخیل می باشد. از بافت چربی و عضلانی، سایتوکاین هایی مترشح می شوند که در بروز مقاومت انسولین نقش دارند. بافت چربی شکمی و اسیدهای چرب غیراستریفه، سایتوکاین های پیش التهابی را رها می سازند (۲). یافته های پژوهشی نشان می دهد نشانگرهای التهابی مانند IL-6، IL-18، TNF- α و CRP در افراد چاق و نیز افراد مبتلا به دیابت و سندرم متابولیکی به مقدار زیادی تولید می شوند. پیشنهاد شده است تولید مقادیر زیاد سایتوکاین های التهابی به وسیله بافت چربی در توسعه مقاومت انسولینی نقش دارد (۳).

در افراد چاق و آزمودنی های با مقاومت انسولینی و دیابت نوع ۲ سطوح TNF- α افزایش می یابد و با سطوح بالای انسولین و کاهش حساسیت انسولینی همبستگی دارد (۴). TNF- α می تواند مقاومت انسولینی را با راه های بسیاری نظیر کاهش فعالیت تیروزین کیناز گیرنده انسولین (۵) و تحریک لیپولیز آدیپوسیت القا کند؛ به گونه ای که سطح اسید چرب در گردش افزایش یابد که به نوبه خود موجب تغییر عملکرد انسولین می شود (۶). IL-6 به مقدار زیادی به وسیله بافت چربی شکمی می تواند تولید شود و یک سایتوکاین پیش التهابی مشهور است. به علاوه سطوح پلاسمایی بالای IL-6 با مقاومت انسولینی و افزایش خطر دیابت، مستقل از وزن بدن همراه است (۷).

برای چندین دهه، ورزش به عنوان اساس مدیریت دیابت همراه با دارو و رژیم غذایی در نظر گرفته شده است. مطالعات طولی نشان دادند که تمرین منظم موجب کاهش در سطوح TNF- α ، CRP و IL-6 می گردد و فعالیت منظم ممکن است التهاب با درجه پایین را سرکوب نماید (۷). کوبایاشی و همکاران^۱ (۲۰۰۶) اثر

² Flavonoids

³ Epigallocatechin-3-gallate (EGCG)

⁴ Epigallocatechin

⁵ Epicatechingallate

⁶ Epicatechin

¹ Kobayashi

توآمان چای سبز و انجام فعالیت بدنی تحقیقات نشان دادند که مصرف چای سبز توآمان با یک دوره هفت‌روزه تمرین مقاومتی، سبب کاهش فشار اکسایشی در مردان تمرین‌کرده مقاومتی گردید (۲۱). در همین راستا، در مطالعه‌ای بر روی موش‌ها دریافتند، مصرف چای سبز به‌همراه تمرین ورزشی، در مقایسه با مداخلات تنهایی (ورزش و مصرف چای سبز) توده چربی بدن موش‌ها را بیشتر کاهش داد (۲۲). در تحقیقی موراس^۳ و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند که مصرف عصاره چای سبز همراه با تمرین شنا به مدت ده هفته، سبب افزایش ظرفیت هوازی ناشی از افزایش متابولیسم چربی گردید (۲۳). اخیراً در تحقیقی هاگینی^۴ و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که مصرف عصاره چای سبز به‌همراه تمرین هوازی ده‌هفته‌ای، کاهش معنی‌داری در درصد چربی و شاخص توده بدن و افزایش توان قلبی‌تنفسی در مردان چاق به‌دنبال دارد (۲۴).

باتوجه به نقش افزایش التهاب در ایجاد دیابت از یک طرف و همین‌طور اثرات ضدالتهابی فعالیت‌های بدنی منظم و گیاه چای سبز در کاهش عوارض دیابت نوع ۲ و باتوجه به اینکه بیشتر مطالعات انجام‌شده، تأثیر چای سبز را به‌صورت مستقل ارزیابی کرده‌اند و مطالعه‌ای که به‌صورت همزمان آثار مصرف مکمل چای سبز و تمرین هوازی را بر عوامل التهابی در زنان چاق دیابتی نوع ۲ مورد بررسی قرار دهد، وجود ندارد؛ لذا هدف از تحقیق حاضر ارزیابی تأثیر توآمان تمرین هوازی و مصرف مکمل چای سبز بر سطوح TNF- α و IL-6 سرمی زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌باشد.

که ممکن است ناشی از زیادشدن گلوکز و تولید محصولات گلیکولیز باشد (۱۴). نتایج تحقیقات مختلف باعث شد تا دیدگاه‌های جدیدی نسبت به اثرات چای سبز بر متابولیسم بدن و فواید آن در پیشگیری یا درمان سندرم متابولیک و مکانیسم‌های مربوطه ارائه گردد (۱۵).

در مطالعه‌ای، محمدی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی تأثیر عصاره چای سبز بر سطح سرمی آدیپونکتین و وضعیت مقاومت به انسولین در بیماران دیابتی نوع ۲ پرداختند. یافته‌ها نشان داد که مصرف عصاره چای سبز می‌تواند از راه افزایش سطوح سرمی آدیپونکتین، کنترل وزن، BMI و کنترل سطح HbA1C در کنترل عوارض دیابت نوع ۲ تأثیر داشته باشد (۱۶). یافته‌های ونس^۱ و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثر عصاره چای سبز بر کاهش وزن در زمان انجام دادن تمرینات بدنی نشان داد مصرف عصاره چای سبز پیش از تمرینات بدنی باعث ازدست‌دادن ۱۷ درصد چربی بیشتر از گروه کنترل گردید و حساسیت به انسولین و تحمل گلوکز در گروهی که عصاره چای سبز مصرف می‌کنند افزایش یافت (۱۷)؛ همچنین مهدی‌زاده و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند عصاره هیدروالکلی چای سبز^۵ میانگین قند خون ناشتا را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (۱۸). در پژوهشی هاو^۱ و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند عصاره چای سبز بر مقاومت به انسولین در افراد چاق دیابتی نوع ۲ تأثیر معنی‌داری نداشت (۱۹). کنها^۲ و همکاران (۲۰۱۳) اثر مصرف هشت هفته، عصاره چای سبز را بر کاهش چاقی و مسیرهای لیپولیزی در موش‌های با رژیم پرچرب مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مصرف روزانه ۴۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن عصاره چای سبز، سبب بهبود مسیرهای لیپولیزی و کاهش وزن بدن و کاهش بافت چربی می‌شود (۲۰). در ارتباط با مصرف

3. Murase

4. Haghghi

1. Hau

2. Cunha

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق کلیه زنان دیابتی نوع ۲ چاق ($BMI \geq 30$) شهرستان شهرکرد بودند. نمونه آماری پژوهش ۴۸ نفر از زنان چاق دیابتی با دامنه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال بودند که به صورت هدفمند گزینش شدند و به طور تصادفی در چهار گروه، عصاره چای سبزی (۱۲ نفر)، تمرین هوازی + عصاره چای سبزی (۱۲ نفر) تمرین هوازی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند. روش گزینش آن‌ها به این صورت بود که از افراد دیابتی علاقمند به شرکت در تحقیق، اندازه‌گیری‌های قند خون ناشتا به عمل آمد و از بین آن‌ها افرادی که دارای قند خون ناشتای ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بودند انتخاب شدند. در این تحقیق افراد انتخاب‌شده با شرایط بالای سابقه بیماری خاص (سکته قلبی، آریتمی کنترل‌نشده، عوارض مربوط به دیابت مانند زخم پای دیابتی و نفروپاتی) یا فعالیت بدنی منظم نداشتند، سیگار نمی‌کشیدند و از رژیم غذایی خاصی استفاده نمی‌کردند و برای شروع فعالیت بدنی آمادگی لازم را داشتند. این موارد با پرسش‌نامه سابقه پزشکی و پرسش‌نامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمودنی‌ها ۲۴ ساعت قبل از آزمایش متغیرهای بیوشیمیایی، جهت اندازه‌گیری ترکیب بدنی و عوامل آمادگی جسمانی مورد ارزیابی قرار گرفتند که وزن بدن با استفاده از ترازوی دیجیتالی^۱ مدل ساروس ساخت کشور آمریکا با دقت ۰/۱ کیلوگرم، بدون کفش با حداقل لباس، قد با استفاده از قدسنج مدل ساروس با دقت ۰/۱ سانتی‌متر در وضعیت ایستاده کنار دیوار بدون کفش و درحالی‌که کتف‌ها در شرایط عادی بودند اندازه‌گیری شد. دور کمر در باریک‌ترین قسمت کمر در وضعیتی اندازه‌گیری شد که فرد در انتهای بازدم طبیعی خود قرار داشت. برای اندازه‌گیری دور لگن افراد، برجسته‌ترین قسمت آن مشخص شد. اندازه‌گیری دور کمر و دور لگن با استفاده

از متر نواری غیرقابل ارتجاع و بدون تحمل هیچ‌گونه فشاری بر بدن فرد صورت گرفت. نسبت دور کمر به دور باسن (WHR)، مقایسه محیط کمر به دور باسن است.

برای محاسبه درصد چربی از روش اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرپوستی در سه نقطه شکم و فوق خاصره و سه سر بازو و با استفاده از کالیپر ضخامت چربی زیرپوستی استفاده شد. ضخامت چربی هر نقطه سه مرتبه به صورت چرخشی اندازه‌گیری شد و میانگین آن در فرمول استفاده شد و در نهایت درصد چربی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\text{سن (X)} = \frac{0.0000979 - (X)^2}{0.0000025} + (X)$$

$$0.0009245 - 1/0.89733 = \text{چگالی بدن}$$

$$\text{چگالی بدن} = \frac{495}{450} - \text{چربی درصد}$$

برای اندازه‌گیری آمادگی قلبی تنفسی از آزمون پیاده‌روی یک مایل راکپورت^۲ استفاده گردید. این آزمون برای افرادی سودمند است که به دلیل سطح پایین آمادگی و یا آسیب قادر به دویدن نیستند. برای انجام این آزمون فرد باید قادر باشد مسافت یک مایل را تند پیاده‌روی کند (ضربان قلب را بالای ۱۲۰ ضربه در دقیقه برساند). در هر گروه، یک پیش‌آزمون گرفته شد. به این صورت که خون‌گیری از افراد انجام و پلاسمای خون آن‌ها نگهداری شد و پس از ده هفته مداخلات، مجدداً از افراد خون‌گیری انجام گرفت. سطوح TNF- α سرمی از طریق کیت الایزا ساخت کشور آمریکا کمپانی Boster (cat number: EK0525, Human TNF alpha PicoKine ELISA Kit) و سطوح IL-6 سرمی از طریق کیت الایزا ساخت کشور آمریکا کمپانی Boster (cat number: EK0410, Human IL-6 PicoKine ELISA Kit) ارزیابی شد. در گروه‌هایی که مصرف مکمل چای سبزی در نظر گرفته شد، از آزمودنی‌ها خواسته شد به مدت ده هفته با

² Rokport

¹ Digital scale

فاکتورها در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد فریز شد. پس از جمع‌آوری داده‌های اولیه، برنامه تمرین از روز بعد به مدت ده هفته آغاز گردید. بعد از اتمام دوره تمرین، ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، مجدداً اندازه‌گیری آنروپومتریک و آزمایشگاهی در شرایط و زمان مشابه آزمون‌های اولیه و با همان ابزار توسط محقق و متخصص آزمایشگاه انجام شد.

در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS، نسخه شانزده، از روش‌های آمار توصیفی و آمار استنباطی جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد. برای توصیف داده‌های تحقیق از شاخص‌های آماری میانگین و انحراف استاندارد استفاده گردید. برای آزمون فرضیه‌های تحقیق، ابتدا پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، با کمک آزمون کولموگروف اسمیرووف، جهت تعیین تفاوت‌های میان گروه‌ها از روش آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-Way Anova) و در صورت معنی‌داری از آزمون توکی، برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده گردید. فرضیه‌های تحقیق در سطح آلفای ۵ درصد آزموده شد.

نتایج

در جدول شماره ۱ تغییرات وزن، BM، درصد چربی بدن، محیط دور کمر، محیط دور باسن، نسبت محیط کمر به باسن، VO_{2max} ، IL-6 و TNF- α به دنبال مداخلات مختلف آمده است.

همان‌طور که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود، اختلاف معنی‌داری بین تغییرات وزن ($p=0/000$)، BMI ($p=0/000$)، درصد چربی بدن ($p=0/000$) و VO_{2max} ($p=0/000$) بین گروه‌ها مشاهده شد؛ همچنین در گروه‌های تجربی، تفاوت معنی‌داری در وزن، BMI، درصد چربی بدن، محیط دور کمر، محیط دور باسن و VO_{2max} مشاهده شد ($p \leq 0/05$).

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان می‌دهد بین تأثیر مداخلات مختلف، اختلاف معنی‌داری در میزان

حفظ رژیم غذایی ثابت، روزانه سه کپسول عصاره چای سبز ۵۰۰ میلی‌گرمی را پس از هر وعده غذایی اصلی مصرف نمایند. قرص‌های چای سبز^۱ از شرکت داروسازی گیاه اسانس گرگان با مجوز بهداشتی (IRC) ۱۲۲۸۱۸۰۷۵۰ از اداره کل نظارت بر مواد غذایی وزارت بهداشت تهیه گردید. همچنین طرز تهیه این کپسول‌ها به این صورت بود که ابتدا قرص‌های چای سبز حاوی پلیفنل‌های اصلی چای سبز کاملاً پودر شده و سپس روکش‌های کپسول توسط این پودر پر شد (۲۵)؛ همچنین برای گروه کنترل، کپسول‌های حاوی آرد بوداده گندم که شکل ظاهری آن شبیه کپسول‌های عصاره چای سبز بود تهیه شد.

برنامه تمرین هوازی شامل ده هفته تمرین، هر هفته سه جلسه و هر جلسه شصت دقیقه بود که با ۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته اول شروع و به تدریج با پیشرفت برنامه تمرینی به ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. هر جلسه تمرین شامل گرم کردن (ده دقیقه)، بخش اصلی تمرین شامل اجرای حرکات ایروبیک در حالت ایستاده (چهل دقیقه) و برگشت به حالت اولیه، به صورت نشسته (ده دقیقه) بود. شدت تمرین از طریق محاسبه ضربان قلب بیشینه و به وسیله ضربان سنج پولار^۲ این‌گونه بود که از فرمول سن-۲۲۰ ضربان قلب بیشینه و درصد ضربان قلب هدف در هر جلسه از فرمول کاروونن به دست آمد.

پس از ده تا دوازده ساعت ناشتایی شبانه، آزمودنی‌ها رأس ساعت هشت صبح، در محل خون‌گیری حاضر شدند و نمونه خون اولیه به میزان ۱۰ سی‌سی از ورید قدامی بازویی، توسط متخصصین خون‌گیری آزمایشگاه از آن‌ها گرفته شد. پس از آن که نمونه خون سانتیفریوژ شد، نمونه سرمی آن را جدا کرده و اندازه‌گیری سطح گلوکز ناشتا و انسولین در همان روز، نمونه‌گیری انجام شد و بقیه سرم جهت اندازه‌گیری IL-6، TNF- α و سایر

^۱ Cam Green

^۲ Polar

TNF- α وجود ندارد (P=0/089). بین تأثیر مداخلات مختلف اختلاف معنی داری در میزان IL-6 وجود دارد (P=0/000). که نتایج آزمون توکی نشان دهندهٔ اختلاف معنی دار بین گروه تمرین + چای سبز و کنترل و همچنین گروه تمرین + چای سبز و گروه تمرین بود.

جدول ۱. تغییرات ویژگی های متغیرهای تحقیق در درون گروه ها و بین گروه ها

متغیرها	گروه	چای سبز	چای سبز+تمرین	تمرین	کنترل	P بین گروهی
وزن (kg)	پیش آزمون	80/12±6/78	83/83±13/01	84/75±8/10	87/30±11/33	0/000**
	پس آزمون	77/58±6/44	80/25±13/10	82/83±8/14	85/40±11/47	
	P درون گروهی	0/000**	0/000**	0/000**	0/223	
شاخص توده بدن (BMI) (kg/m ²)	پیش آزمون	32/60±1/84	33/96±4/32	31/50±2/04	34/61±4/86	0/000**
	پس آزمون	31/69±1/81	32/49±4/60	30/76±2/05	34/44±4/91	
	P درون گروهی	0/000**	0/000**	0/000**	0/200	
چربی بدن (درصد)	پیش آزمون	27/43±2/82	32/28±3/26	31/32±4/63	33/18±3/01	0/000**
	پس آزمون	23/58±2/77	27/94±2/73	27/99±2/37	31/01±2/96	
	P درون گروهی	0/000**	0/000**	0/016**	0/065	
محیط دور کمر (cm)	پیش آزمون	91/08±29/45	99/08±7/48	97/41±11/22	100/50±8/43	0/333
	پس آزمون	87/33±28/60	93/50±9/08	92/33±9/89	100/60±8/47	
	P درون گروهی	0/013*	0/002**	0/004**	0/34	
محیط دور باسن (cm)	پیش آزمون	104/75±35/91	113±13/81	113±14/65	117/10±9/51	0/365
	پس آزمون	100/66±34/30	107/91±13/04	107/91±14/67	117/10±9/51	
	P درون گروهی	0/000**	0/000**	0/026**	0/111	
نسبت محیط کمر به باسن	پیش آزمون	0/80±0/26	0/87±0/07	0/85±0/09	0/86±0/048	0/602
	پس آزمون	0/79±0/26	0/86±0/07	0/85±0/07	0/87±0/048	
	P درون گروهی	0/536	0/101	0/88	0/34	
Vo ₂ max (ml/kg/min)	پیش آزمون	15/13±1/48	14/64±1/42	14/83±1/59	13/54±1/39	0/000**
	پس آزمون	16/88±1/61	16/28±1/67	15/84±1/53	13/33±1/41	
	P درون گروهی	0/000**	0/000**	0/000**	0/138	
IL-6 (pg/mL)	پیش آزمون	10/66±1/43	22/61±5/75	14/11±4/97	22/54±9/96	0/000**
	پس آزمون	10/60±2/73	12/58±4/66	14/33±4/69	22/30±9/93	
	P درون گروهی	0/909	0/009**	0/616	0/608	
TNF- α	پیش آزمون	38/22±26/99	40/90±26/63	48/50±20/13	34/80±14/42	0/089
	پس آزمون	33/73±23/25	51/89±17/04	57/59±27/70	34/20±15/29	
	P درون گروهی	0/124	0/056	0/244	0/719	

* معنی داری در سطح $\alpha \leq 0/05$

بحث

در تحقیق حاضر، پس از ده هفته تمرین هوازی موزون (ایروبیک) و مصرف مکمل چای سبز در ۳ گروه (چای سبز، تمرین و ترکیبی چای سبز + تمرین) وزن، BMI و درصد چربی (Δ BF) کاهش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشتند، درحالی‌که کاهش معنی‌داری در نسبت دور کمر به باسن (WHR) در بین گروه‌های تمرین، چای سبز و گروه ترکیبی مشاهده نشد. همچنین VO_{2max} در هر سه گروه، در مقایسه با گروه کنترل، با افزایش معنی‌دار همراه بود؛ همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد پس از ده هفته تمرین + مصرف مکمل چای سبز میزان IL-6 سرم در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون و در مقایسه با گروه کنترل و تمرین به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در تحقیقی که توسط جانکرد^۱ و همکاران (۲۰۰۴) انجام شد، تأثیر فعالیت بدنی بر غلظت IL-6 و IL-10 در مردان مسن سالم ارزیابی شد. نتایج نشان داد افراد گروه با فعالیت سنگین در مقایسه با گروه با فعالیت سبک کاهش سطح IL-6 و افزایش سطح IL-10 را نشان دادند؛ در نتیجه ورزش نقش حیاتی در کنترل شاخص‌های التهابی بازی می‌کند (۲۶). رایو^۲ و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر چای سبز بر عوامل التهابی در بیماران دیابتی نوع ۲ را بررسی کردند و عدم تغییر عوامل التهابی (IL-6 و CRP) را پس از مصرف مکمل چای سبز نشان دادند (۲۷). باسو و همکاران (۲۰۱۱) با تحقیق روی آزمودنی‌های چاق میان‌سال، بین مقادیر عوامل التهابی سه گروه مصرف چهار فنجان چای سبز، مصرف عصاره چای سبز به‌صورت کپسول و مصرف آب بعد از هشت هفته، تفاوت معنی‌داری را گزارش نکردند (۲۸).

در تحقیق حاضر، مقدار IL-6 تنها در گروه مصرف مکمل چای سبز همراه با

تمرین هوازی معنی‌دار بود. به‌نظر می‌رسد که مصرف مکمل چای سبز نقش کمکی برای تمرین هوازی داشته است و با افزایش اکسیداسیون چربی‌ها کاهش التهاب را در پی داشته باشد. در تحقیق حاضر، بیشترین کاهش درصد چربی، در گروه ترکیبی مصرف چای سبز و تمرین هوازی گزارش شده است و یافته‌های پژوهشی نشان داده‌اند که رابطه معکوس بین درصد چربی بدن و اینترلوکین-۶ وجود دارد. منبع اصلی ترشح اینترلوکین-۶، بافت چربی (حدود ۳۰ درصد) است (۲۹). لذا کاهش سطح چربی بدن در گروه‌های تجربی، به‌ویژه در گروه ترکیب چای سبز و تمرین هوازی میزان اینترلوکین-۶ را کاهش می‌دهد. همسو با تحقیق حاضر، باسو و همکاران (۲۰۱۰) کاهش معنی‌دار وزن شاخص توده بدنی را در اثر مصرف هشت هفته چای سبز در زنان و مردان چاق نشان دادند (۲۹)؛ همچنین تحقیقات قبلی (۱۳) کاهش چربی احشایی را در اثر مصرف چای سبز و ورزش در مردان دارای اضافه وزن و چاق مشاهده کردند که همسو با تحقیق حاضر بود (۳۰). مکانیسم‌های کلی بهبود ترکیب بدن می‌تواند ناشی از علل مختلف باشد. احتمالاً کاتچین با مهار فسفولیپاز A₂ باعث کاهش جذب چربی‌ها می‌گردد و نیز با مهار نسخه‌برداری ژن اسید چرب سنتاز و مهار استیل کوا کربوکسیلاز، لیپوزنز را سرکوب می‌نماید (۱۷)؛ همچنین کاتچین چای سبز منجر به افزایش اکسیداسیون چربی حتی در حالت استراحت شده و هنگامی که با فعالیت بدنی منظم با شدت همراه شود، این افزایش اکسیداسیون چربی بیشتر می‌گردد. به‌علاوه، کافئین موجود در چای سبز با مهار فسفودی استراز سبب کاهش تجزیه آدنیلات سیکلاز شده و از طرف دیگر

¹ Jankord

² Ryu

استقامتی و مقاومتی، سطح TNF- α و IL-6 را تغییر نمی‌دهد (۳۴). نتایج حاضر کاهش معنی‌دار TNF- α را پس از تمرین و مصرف مکمل نشان نمی‌دهد که به نظر می‌رسد با جلوگیری از افزایش سطح این سایتوکین، نقش مثبتی در جلوگیری از التهاب سیستمیک در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد.

به‌طورکلی مطالعه حاضر نشان داد ده هفته تمرین هوازی توأمان با مصرف مکمل چای سبز منجر به بهبود عوامل التهابی در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌گردد؛ لذا ترکیب تمرین هوازی و مصرف چای سبز مؤثرتر قلمداد می‌شود. از آنجاکه علی‌رغم توصیه‌های لازم در مورد رژیم غذایی و تکمیل پرسش‌نامه یادآمد غذایی، اطمینان کامل از رعایت رژیم غذایی توسط شرکت‌کنندگان وجود ندارد و تعداد شرکت‌کنندگان در مطالعه نیز کم بود، تحقیق بیشتر با کنترل موارد فوق، نتایج روشن‌تری را ایجاد خواهد کرد. درکل، تحقیقات اندکی در زمینه تأثیر تمرین هوازی و مصرف چای سبز بر عوامل التهابی، به‌ویژه در افراد دیابتی انجام شده است و مطالعه بیشتری لازم است تا نتایج روشن‌تری به‌دست آید.

فعالیت اعصاب سمپاتیک را افزایش می‌دهد. همچنین فعالیت بدنی با افزایش بهبود سیستم عصبی سمپاتیک سبب افزایش اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات می‌گردد (۱۷).

به‌علاوه، چای سبز، به‌خصوص اپی‌گالو کاتچین گالت که مهم‌ترین کاتچین آن است، خاصیت آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی دارد و آنتی‌اکسیدان‌ها خود دارای اثر ضدالتهابی هستند (۳۱). عصاره چای سبز یا EGCG می‌تواند با افزایش اثرات ضدالتهابی بر روی التهاب سیستمیک باعث کاهش سطح CRP، TNF- α و IL-6 شود (۳۱).

نتایج تحقیق حاضر منجر به تغییر معنی‌داری در میزان TNF- α در هیچ‌کدام از گروه‌ها نگردید. دی‌مت و همکاران (۲۰۰۰) پس از چهار هفته مصرف مکمل چای سبز تغییر معنی‌داری در عوامل التهابی (TNF- α و IL-6) مردان سیگاری مشاهده نکردند (۳۲) که با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشند. در بیماران دیابتی نشان داده شده است که بیان ژن TNF- α و مقدار پروتئین آن در عضله اسکلتی و نیز غلظت سرمی آن افزایش پیدا می‌کند که به‌نظر می‌رسد منشأ اصلی افزایش سطح سرمی این سایتوکین بافت چربی باشد (۷). درمورد تأثیر ورزش بر سطح سرمی TNF- α نشان داده شده است که تمرینات ورزشی موجب کاهش سطوح در گردش این سایتوکین در بیماران دیابتی و افراد سالم و بیماران قلبی‌عروقی می‌شود؛ هرچند تحقیقات مختلفی کاهش TNF- α پس از تمرین ورزشی را گزارش نکردند. ادمپولوس^۱ و همکاران، در مدت شانزده هفته تمرین ترکیبی در افراد میان‌سال نشان دادند تفاوتی در TNF- α و IL-6 در گروه تمرین ترکیبی با گروه تمرین قدرتی بعد از تمرین وجود ندارد، آن‌ها نشان دادند که تمرین نمی‌تواند مارکرهای التهابی را کاهش دهد (۳۳). کونرادس^۲ و همکاران نیز نشان دادند که چهار ماه تمرین ترکیبی

¹ Adamopoulos

² Conraads

منابع

- Ozougwu J, Obimba K, Belonwu C, Unakalamba C. The pathogenesis and pathophysiology of type 1 and type 2 diabetes mellitus. *Journal of Physiology and Pathophysiology*. 2013;4(4):46-57.
- Guilherme A, Virbasius JV, Puri V, Czech MP. Adipocyte dysfunctions linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature Reviews Molecular Cell biology*. 2008;9(5):367-77.
- Guilder GP, Hoetzer GL, Greiner JJ, Stauffer BL, DeSouza CA. Influence of metabolic syndrome on biomarkers of oxidative stress and inflammation in obese adults. *Obesity*. 2006;14(12):2127-31.
- Kern PA, Di Gregorio GB, Lu T, Rassouli N, Ranganathan G. Adiponectin expression from human adipose tissue relation to obesity, insulin resistance, and tumor necrosis factor- α expression. *Diabetes*. 2003;52(7):1779-85.
- Kern PA, Ranganathan S, Li C, Wood L, Ranganathan G. Adipose tissue tumor necrosis factor and interleukin-6 expression in human obesity and insulin resistance. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*. 2001;280(5):E745-E51.
- Arner P. Insulin resistance in type 2 diabetes-role of the adipokines. *Current Molecular Medicine*. 2005;5(3):333-9.
- Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2005;98(4):1154-62.
- Kobayashi J, Murase Y, Asano A, Nohara A, Kawashiri M-a, Inazu A, et al. Effect of walking with a pedometer on serum lipid and adiponectin levels in Japanese middle-aged men. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. 2006;13(4):197-201.
- Stephens JM, Lee J, Pilch PF. Tumor necrosis factor- α -induced insulin resistance in 3T3-L1 adipocytes is accompanied by a loss of insulin receptor substrate-1 and GLUT4 expression without a loss of insulin receptor-mediated signal transduction. *Journal of Biological Chemistry*. 1997;272(2):971-6.
- Fasshauer M, Klein J, Neumann S, Eszlinger M, Paschke R. Hormonal regulation of adiponectin gene expression in 3T3-L1 adipocytes. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2002;290(3):1084-9.
- Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *Journal of the American College of Cardiology*. 2005;45(10):1563-9.
- Straczkowski M, Kowalska I, Dzienis-Straczkowska S, Stepien A, Skibinska E, Szelachowska M, et al. Changes in tumor necrosis factor-alpha system and insulin sensitivity during an exercise training program in obese women with normal and impaired glucose tolerance. *European Journal of Endocrinology*. 2001;145(3):273-80.
- Hill AM, Coates AM, Buckley JD, Ross R, Thielecke F, Howe PR. Can EGCG reduce abdominal fat in obese subjects? *Journal of the American College of Nutrition*. 2007;26(4):396S-402S.
- Bose M, Lambert JD, Ju J, Reuhl KR, Shapses SA, Yang CS. The major green tea polyphenol,(-)-epigallocatechin-3-gallate, inhibits obesity, metabolic syndrome, and fatty liver disease in high-fat-fed mice. *The Journal of Nutrition*. 2008;138(9):1677-83.
- Rains TM, Agarwal S, Maki KC. Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2011;22(1):1-7.
- Mohammadi S, Haseinzadeh 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. *Journal of Zanjan University of Medical Sciences*. 2010;18(70):44-57.
- Venables MC, Hulston CJ, Cox HR, Jeukendrup AE. Green tea extract ingestion, fat oxidation, and glucose tolerance in healthy humans. *The American Journal of clinical nutrition*. 2008;87(3):778-84.
- Ebrahiminia F, Elahi A, Sadeghzade M, Ghahfarrokhi SF, Masoudi H. Effect of green tea (*Camellia sineis L*) extract on blood glucose and body weight in male induced diabetic Rats. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2009;11(1):8-12.
- Hua C, Liao Y, Lin S, Tsai T, Huang C, Chou P. Does supplementation with green tea extract improve insulin resistance in obese type 2 diabetics? A randomized, double-blind, and placebocontrolled clinical trial. *Alternative Medicine Review*. 2011 Jun;16(2):157-63.
- Cunha CA, Lira FS, Rosa Neto JC, Pimentel GD, Souza GI, da Silva CMG, et al. Green tea extract supplementation induces the lipolytic pathway, attenuates obesity, and reduces low-grade inflammation in mice fed a high-fat diet. *Mediators of Inflammation*. 2013;2013.
- Panza VSP, Wazlawik E, Schütz GR, Comin L, Hecht KC, da Silva EL. Consumption of green tea favorably affects oxidative stress markers in weight-trained men. *Nutrition*. 2008;24(5):433-42.
- Shimotoyodome A, Haramizu S, Inaba M, Murase T, Tokimitsu I. Exercise and green tea extract stimulate fat oxidation and prevent obesity in mice. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005;37(11):1884-92.
- Murase T, Haramizu S, Shimotoyodome A, Nagasawa A, Tokimitsu I. Green tea extract improves endurance capacity and increases muscle lipid oxidation in mice. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2005;288(3):R708-R15.

24. Haghghi AH, Yaghoubi M, Hosseini KSAR. The effect of eight weeks aerobic training and green tea supplementation on body fat percentage and serum lipid profiles in obese and overweight women. 2013.
25. Zolfaghary M, Taghian F, Hedayati M. Comparing the effect of green tea extract consumption, aerobic exercise and combination of these two methods on CRP Level in obese women. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2013;20(110):8-21.
26. Jankord R, Jemiolo B. Influence of physical activity on serum IL-6 and IL-10 levels in healthy older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2004;36(6):960-4.
27. Ryu O, Lee J, Lee K, Kim H, Seo J, Kim S, et al. Effects of green tea consumption on inflammation, insulin resistance and pulse wave velocity in type 2 diabetes patients. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2006;71(3):356-8.
28. Basu A, Du M, Sanchez K, Leyva MJ, Betts NM, Blevins S, et al. Green tea minimally affects biomarkers of inflammation in obese subjects with metabolic syndrome. *Nutrition*. 2011;27(2):206-13.
29. Basu A, Sanchez K, Leyva MJ, Wu M, Betts NM, Aston CE, et al. Green tea supplementation affects body weight, lipids, and lipid peroxidation in obese subjects with metabolic syndrome. *Journal of the American College of Nutrition*. 2010;29(1):31-40.
30. Wolfram S, Wang Y, Thielecke F. Anti-obesity effects of green tea: From bedside to bench. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2006;50(2):176-87.
31. Namita P, Mukesh R, Vijay KJ. *Camellia sinensis* (Green tea): A review. *Global Journal of Pharmacology*. 2012;6(2):52-9.
32. De Maat M, Pijl H, Klufft C, Princen H. Consumption of black and green tea had no effect on inflammation, haemostasis and endothelial markers in smoking healthy individuals. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2000;54(10):757-63.
33. Adamopoulos S, Parisis J, Kroupis C, Georgiadis M, Karatzas D, Karavolias G, et al. Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure. *European Heart Journal*. 2001;22(9):791-7.
34. Conraads V, Beckers P, Bosmans J, De Clerck L, Stevens W, Vrints C, et al. Combined endurance/resistance training reduces plasma TNF-alpha receptor levels in patients with chronic heart failure and coronary artery disease. *European Heart Journal*. 2002;23(23):1854-60.

The effect of combined aerobic exercise training and green tea extract on serum TNF- α and IL-6 levels in obese women with type 2 diabetes

Ebrahim Banitalebi^{1*}, Tahereh Razavi², Maryam Norian², Laleh Bagheri¹

1. Department of Physical Education, Faculty of Literature and Humanities, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2. Yasouj Islamic Azad University, Yasouj, Iran.

* Corresponding author e-mail: babitalebi.e@gmail.com

Abstract

Background and Objective: The use of supplements, herbal extracts, and exercise training for the treatment of diseases and metabolic disorders has increased among people. Thus, the aim of this study was the study of combined aerobic exercise training and consumption of green tea extract on serum levels of tumor necrosis factor α (TNF- α) and interleukin 6 (IL-6) in obese women with type 2 diabetes.

Materials and Methods: In this research study, 46 obese diabetic women (BMI > 30, blood fasting sugar more than 150-250 mg/dL, 45-60 years old) were selected and randomly assigned into four groups, green tea (n=12), aerobic exercise training + green tea (n=12), aerobic exercise training (n=12) and control (n=10). Participants in supplementary groups received 1500 mg green tea extract daily for 10 weeks. Aerobic training program included 10 weeks of training, 3 sessions per week and each session was 60 minutes at 55% maximum heart rate during the first week and gradually increased with the progress of the training program to 75 percent of maximum heart rate. Each session consists of warm up (10 minutes), the main part of the training involves performing aerobic exercises in a standing position (40 minutes) and recovery in sitting (10 minutes).

Results: The data showed that no significant difference was observed in serum TNF- α level ($p>0.05$). But, in training + Green Tea group, a significant difference was observed in the serum IL-6 ($p=0.009$). The results of analysis of variance showed that a significant difference between the effects of different interventions do not exist for TNF- α ($F=2.33$, $P=0.089$). However, for the impact of various interventions, there was a significant difference in the amount of IL-6 ($F=8.01$, $P=0.000$). Post-hoc test for IL-6 showed that significant differences exist between the control group and exercise + green tea ($P=0.021$), between green tea and exercise group ($P=0.021$) and training + green tea group ($P=0.021$). In addition, after different interventions, serum insulin levels in the exercise group had a significant increase ($P=0.013$).

Conclusion: According to obtained results, it appears that aerobic training plus green tea extract consumption have better effect on serum inflammatory factors in obese women with diabetes type 2.

Keywords: Aerobic training, Diabetes type 2, TNF- α , IL-6, Green tea