

تأثیر هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل چای سبز بر درصد چربی بدن و نیمرخ لیپیدی سرم زنان چاق و دارای اضافه وزن

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۶

خلاصه

مقدمه

هدف مطالعه، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل چای سبز بر درصد چربی بدن و نیمرخ لیپیدی سرم زنان چاق و دارای اضافه وزن بود.

روش کار

این مطالعه مورد شاهدهی و نیمه تجربی در سالن ورزشی بعثت رباط کریم در تابستان سال ۱۳۸۹ انجام شد. ۲۰ زن چاق و دارای اضافه وزن داوطلب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه تجربی (۱۱ نفر با میانگین های سن $38/54 \pm 9/44$ سال، وزن $70/68 \pm 7/30$ کیلوگرم) و کنترل (۹ نفر با میانگین های سن $40 \pm 7/51$ سال، وزن $76/22 \pm 5/78$ کیلوگرم) قرار گرفتند. گروه تجربی در یک دوره هشت هفته ای به اجرای تمرینات هوازی و مصرف مکمل چای سبز پرداختند. تمرینات هوازی شامل سه جلسه در هفته، هر جلسه به مدت ۴۵ دقیقه با شدت ۶۵٪-۸۰٪ ضربان قلب بیشینه بود. مکمل چای سبز به مقدار ۹ گرم در روز و در سه وعده مساوی مصرف می گردید. در ابتدا و انتهای دوره، پرسشنامه فعالیت بدنی و رژیم غذایی پر شد و خون گیری انجام گردید. داده ها با استفاده از آزمون های کلموگراف اسمیرنوف، تی همبسته و تی مستقل تحلیل شدند.

نتایج

ترکیب مکمل چای سبز و تمرین هوازی باعث کاهش معنادار وزن بدن و درصد چربی بدن شد ولی بر کلسترول تام سرمی، تری گلیسرید، HDL-C و LDL-C سرم تأثیر معناداری نداشت.

نتیجه گیری

زنان چاق و دارای اضافه وزن می توانند جهت کاهش وزن و درصد چربی بدن از اثرات مفید تمرینات هوازی به همراه مصرف مکمل چای سبز بهره مند شوند ضمن اینکه برای تشخیص اثر تمرین هوازی و مکمل چای سبز بر نیمرخ لیپیدی سرم به تحقیقات بیشتری نیاز است.

کلمات کلیدی: تمرین هوازی، چای سبز، زنان چاق و دارای اضافه وزن، نیمرخ لیپیدی سرم

۱-امیرحسین حقیقی*

۲-مرضیه یعقوبی

۳-سید علیرضا حسینی کاخک

۱-۳- دانشیار فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم

سبزواری، سبزواری، ایران

۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم

سبزواری، سبزواری، ایران

*سبزواری- توحید شهر، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده تربیت بدنی، سبزواری، ایران

تلفن: ۰۵۷۱-۴۰۴۴۰۸-۹۸+

email:ah.haghighi292@yahoo.com

مقدمه

شیوع چاقی باعث شده تحقیقات درباره ی راهکارهای مقابله با چاقی و بیماریهای قلبی عروقی و خطرات متابولیک همراه با آن افزایش یابد. در زنان به دنبال یائسگی، حرکت به سمت افزایش چاقی و مخصوصاً چاقی شکمی باعث افزایش خطر سندرم متابولیک و بیماریهای قلبی عروقی می شود. از عوامل خطر زای اصلی برای بیماری های کرونری قلب در زنان شامل افزایش میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL-C) و کلسترول تام (CT) و کاهش سطوح لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C) است. افراد چاق، دارای چربی های مضر مثل LDL، TC و تری گلیسرید (TG) به مقداری بیش از حد طبیعی هستند. این چربی ها در رگ ها رسوب می کنند و موجب انسداد شرایین و به تبع آن تنگ شدن دیواره رگ ها و در نتیجه پرفشار خونی می شوند (۱).

تغییرات در روش زندگی مثل افزایش فعالیت بدنی و استفاده از رژیم کم کالری به عنوان اولین مداخلات جهت کاهش چربی بدنی اضافه و پیشگیری از توسعه بیماریهای قلبی عروقی و عارضه های متابولیکی توصیه شده اند (۲). در واقع، بی تحرکی ممکن است عامل موثرتری در توسعه چاقی نسبت به پر خوری باشد. برای کاهش وزن، توازن منفی انرژی مورد نیاز است که با کاهش کالری دریافتی و افزایش کالری مصرفی به دست می آید (۳). در این ارتباط، برخی محققین بی تحرکی را مهم تر از کالری دریافتی دانسته و سستی و بی توجهی به فعالیت های جسمانی را ویژگی اولیه افراد چاق می دانند. هر چه شخص فعالیت بیشتری انجام دهد، مصرف روزانه انرژی بیشتر خواهد بود و چاقی سریع تر از بین خواهد رفت. بنابراین، فعالیت عضلانی اجباری غالباً یک قسمت ضروری در درمان چاقی به حساب می آید و به دلیل پر خطر بودن چاقی، مداخله هایی که به کاهش یا حفظ وزن کمک نمایند، از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند (۴).

از طرف دیگر، امروزه استفاده از مکمل ها و غذاهای گیاهی در درمان بیماری ها و اختلالات متابولیکی در بین عموم مردم گسترش یافته است. مصرف مواد غذایی حاوی فلاونوئیدها^۱ باعث کاهش میزان مرگ و میر ناشی از بیماریهای قلبی عروقی شده است. مواد غذایی که فلاونوئید بیشتری دارند شامل: چای، مشروب، کواک، توت ها، سیب ها و پیازها هستند. این مواد به طور عمده حاوی کتچین هایی از قبیل اپی گالو کتچین گالات (EGCG)^۲، اپی گالو کتچین^۳، اپی کتچین گالات و اپی کتچین هستند. چای و بویژه چای سبز که فراوان ترین کتچین آن EGCG است، بیشتر در رابطه با اثرات پیشگیری کننده از سرطان و بیماریهای قلبی عروقی مطالعه شده است. اگر چه شواهدی وجود دارد که نشان می دهد EGCG نقش متابولیک هم داشته و می تواند در کاهش چربی بدن

موثر باشد (۲). همچنین EGCG موجب کاهش دریافت غذا می شود و سطوح تری گلیسرید، کلسترول و لپتین خون را پایین می آورد و از طرفی سوخت و ساز انرژی را تحریک کرده و میزان HDL خون را افزایش می دهد (۵). شیماتویودام^۴ و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه بر موش ها دریافتند که وقتی مصرف چای سبز با ورزش همراه باشد نسبت به زمانی که مصرف چای سبز یا ورزش به تنهایی صورت گیرد، چربی بدنی موش ها کاهش بیشتری دارد (۶). در همین راستا، کاردوسو^۵ و همکاران (۲۰۱۳)، اثر مصرف چای سبز و تمرین مقاومتی را بر ترکیب بدن و میزان سوخت و ساز استراحت در زنان دارای اضافه وزن و چاق بررسی کردند. ۳۶ آزمودنی بعد از یک دوره ۴ هفته ای رژیم غذایی، به چهار گروه چای سبز، دارونما، چای سبز و تمرین مقاومتی، دارونما و تمرین مقاومتی، تقسیم شدند. افراد در یک برنامه تمرین مقاومتی و یک دوره رژیم غذایی به مدت ۸ هفته شرکت کردند. نتایج نشان داد که در مقایسه با گروه های دیگر، مصرف چای سبز به همراه تمرین مقاومتی باعث افزایش میزان متابولیسم استراحت، افزایش وزن خالص بدن، افزایش قدرت و کاهش درصد چربی بدن، محیط کمر و ذخایر تری گلیسرید می گردد (۷). این نتایج باعث شد تا دیدگاه های جدیدی نسبت به اثر چای سبز بر وزن بدن و برجسته کردن فواید بالقوه آن در پیشگیری یا درمان چاقی و سندرم متابولیک و مکانیسم های مرتبط با آن پیشنهاد شود (۸). همچنین، مطالعه بر متابولیسم چربی در حیوانات، بافتها و سلول ها نشان داد که مصرف چای و کتچین، تری آسیل گلیسرول و غلظت کلسترول تام را کاهش می دهد و از تجمع چربی بدنی و کبدی جلوگیری کرده و ترموزتر را تحریک می کند (۹). در مجموع، بعضی مطالعات، اثر کتچین چای سبز را بر درصد چربی و ترکیب بدن تایید کرده اند (۹-۱۴). در حالی که این اثر در بعضی مطالعات تایید نشده است (۲، ۳، ۱۵، ۱۶). با توجه به نتایج متفاوتی که در این تحقیقات وجود دارد و اینکه بیشتر تحقیقات، اثر چای سبز را به تنهایی و بدون فعالیت بدنی مطالعه کرده اند یا از عصاره چای سبز و یا ترکیب چای سبز با ماده ی دیگری به صورت نوشیدنی یا کپسول و یا رژیم غذایی استفاده شده است و تا میزانی که بررسی شد در رابطه با اثر چای سبز و فعالیت بدنی- هر دو- تحقیقات اندکی صورت گرفته که بعضی از آنها بر موش انجام شده است، لذا تحقیق حاضر سعی دارد تاثیر هشت هفته تمرین هوازی و مکمل چای سبز را بر درصد چربی بدن و نیمرخ لیپیدی سرم در زنان چاق و دارای اضافه وزن بررسی کند.

⁴Shimatoyodome⁵Cardoso¹Flavonoids²Epi gallo catechin gallate³Epi gallo catechin

روش کار

این مطالعه مورد شاهدهی و نیمه تجربی در تابستان ۱۳۸۹ در سالن ورزشی بعثت شهرستان رباط کریم اجرا شد. روش تحقیق کاربردی با طرح پیش آزمون - پس آزمون می باشد. با نصب اطلاعیه در این سالن از بین افرادی که مایل به شرکت در کلاس ایروبیک بودند حدود ۵۰ نفر داوطلب گردآوری شدند. با گرفتن BMI و معاینه پزشکی حدود ۲۲ نفر انتخاب شدند. از افراد واجد شرایط برای شرکت در پژوهش حاضر رضایت نامه کتبی و گواهی نامه سلامت پزشکی گرفته شد. آزمودنی های هر یک از گروه ها نباید دارای سابقه ی ورزشی، بیماری اثرگذار بر تحقیق و مصرف سیگار بوده و حداقل شش ماه پیش از شرکت در برنامه تمرینات تحقیق حاضر در هیچ برنامه ی تمرینی منظم شرکت کرده باشند (این موارد توسط پرسشنامه مشخص شد).

یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینات و تقسیم تصادفی آزمودنی ها، از آنها خواسته شد تا به پزشک معتمد مراجعه و بابت تایید سلامت عمومی، سلامت قلبی تنفسی، کنترل عدم مصرف دارو، نداشتن بیماریهای خاص و عدم مشکل حرکتی معاینه شوند. سپس از آنها دعوت به عمل آمد تا به سالن ورزشی بیایند. در آنجا اطلاعات مربوط به سن، قد، وزن، دور کمر، دور لگن، درصد چربی بدن و حداکثر توان هوازی تمام افراد ثبت گردید. سپس افراد واجد شرایط به صورت تصادفی در گروه های مورد نظر قرار گرفتند. فعالیت خارج از برنامه ی آزمودنی ها در ابتدا و انتهای دوره تمرین، توسط پرسشنامه محاسبه گردید. جهت کنترل رژیم غذایی آزمودنی ها، سه روز پیش از شروع دوره و سه روز انتهای دوره، پرسشنامه ۲۴ ساعته رژیم غذایی گرفته شد.

جامعه آماری، زنان چاق و دارای اضافه وزن شهرستان رباط کریم بودند که در دامنه سنی ۲۲-۵۳ سال قرار داشتند. این زنان کسانی بودند که شاخص توده بدن (BMI) آنها بالاتر یا مساوی ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع بود (۱۷). از این میان، تعداد ۲۲ نفر به صورت داوطلبانه انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه زیر قرار گرفتند. همچنین، یک نفر از گروه تجربی به علت مهاجرت و یک نفر از گروه کنترل به علت فوت بستگان، تحقیق را ترک کردند و بقیه نمونه تحقیق حاضر را تشکیل دادند. تمرین هوازی + چای سبز (۱۱ نفر)، کنترل (۹ نفر). تمرین هوازی به تعداد سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته بود. برنامه یک جلسه، شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۳۰ دقیقه نرمشهای هوازی (ایروبیک)، دویدن و حرکات موضعی و ۵ دقیقه سرد کردن بود که با شدت ۶۵٪ حداکثر ضربان قلب شروع و هر دو هفته، ۵٪ به ضربان قلب آنها افزوده می شد تا در هفته آخر به ۸۰٪ ضربان قلب پیشینه رسید. چای سبز فله چینی سه وعده در روز مصرف می شد. هر وعده شامل یک پیمانه (سه گرم) چای سبز خشک در ۲۰۰ میلی لیتر آب جوش بود که بدون حرارت به مدت ۶-۸ دقیقه دم می شد. میزان کتچین تام چای سبز این تحقیق

با این روش دم کردن بین ۳۴۰-۴۸۸ میلی گرم در ۲۰۰ میلی لیتر بود (طبق آزمایشات انجام شده در موسسه مطالعاتی تاریخ پزشکی، طب اسلامی و مکمل ها).

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، عمل خونگیری با توجه به دوره ماهیانه، بعد از ۱۲-۱۴ ساعت ناشتایی در دو مرحله یعنی قبل از شروع تمرینات و بعد از هشت هفته تمرین صورت گرفت. در مرحله اول، برای انجام خونگیری، از همه آزمودنی ها خواسته شد تا دو روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت جسمی سختی را انجام ندهند. سپس آزمودنی ها در آزمایشگاه حاضر شدند. در ساعت ۸-۱۰ صبح عمل خونگیری انجام شد و از سیاهرگ دست راست هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت ۵ میلی لیتر خون گرفته شد. پس از این مرحله آزمودنی ها به مدت هشت هفته تحت تاثیر متغیر مستقل قرار گرفتند و بعد از سپری شدن این مدت و گذشت ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین مجددا همه آزمودنی ها به آزمایشگاه دعوت شدند و مانند مرحله اول از آنها خونگیری به عمل آمد. اندازه گیری LDL-C ، HDL-C و تری گلیسرید با استفاده از کیت تشخیص کمی شرکت پارس آزمون ایران و روش فتومتریک انجام شد. کلسترول تام با روش آنزیماتیک و کیت شرکت پارس آزمون اندازه گیری شد. چربی زیر پوستی آزمودنی ها با استفاده از کالیپر در سه ناحیه سه سر بازو، یک سوم بالای ران و فوق خاصره و استفاده از جداول موجود اندازه گیری شد (۴). حداکثر توان هوازی با استفاده از آزمون راکپورت به دست آمد (۱۸). برای ارزیابی رژیم غذایی، از پرسشنامه یادآور غذایی ۲۴ ساعته و برای ارزیابی میزان فعالیت بدنی از پرسشنامه بین المللی فعالیت بدنی استفاده شد.

آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده ها و آزمون تی مستقل برای مقایسه تفاوت های میان گروهی آزمودنی ها استفاده گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و سطح معناداری داده های آماری $p < 0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

استفاده از آزمون تی مستقل بر شاخص سن و قد در گروه تجربی ($9/44 \pm 38/54$ سال، $3/72 \pm 155$ سانتی متر) و کنترل ($7/51 \pm 40$ سال، $5/10 \pm 156$ سانتی متر)، تفاوت معنی داری را بین دو گروه نشان نداد (به ترتیب $p=0/56$ و $p=0/71$). همچنین، شاخص های وزن بدن (تجربی در مقابل کنترل، $70/68 \pm 7/30$ در مقابل $3/17$)، شاخص توده بدن ($29/11 \pm 29/62$ در مقابل $31/02 \pm 29/62$ کیلوگرم بر متر مربع، $p=0/16$)، نسبت محیط کمر به لگن ($0/81 \pm 0/07$ در مقابل $0/87 \pm 0/05$)، و توان هوازی ($28/18 \pm 4/10$ در مقابل $25/81 \pm 4/10$) میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه، ($p=0/29$)، بین دو گروه در

زمان پیش آزمون تفاوت معنی داری با همدیگر نداشت. در مرحله پس آزمون، شاخص وزن بدن ($68/72 \pm 7/06$) در مقابل $6/20 \pm 75/55$ ، $p=0/03$ ، و نسبت محیط کمر به لگن ($0/80 \pm 0/05$) در مقابل $0/07 \pm 0/84$ ، $p=0/04$ ، در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافت اما تفاوت معنی داری در شاخص توده بدن ($28/31 \pm 3/06$) در مقابل $28/89 \pm 30/76$ ، $p=0/67$ و توان هوازی ($27/31 \pm 4/47$) در مقابل $26/27 \pm 6/17$ ، $p=0/12$ ، بین دو گروه تجربی و کنترل مشاهده نشد. همچنین، انجام عملیات آماری بر مقادیر پیش آزمون شاخص های در صد چربی بدن ($p=0/15$)، تری گلیسرید ($p=0/27$)، کلسترول تام ($p=0/57$)، HDL ($p=0/93$) و LDL ($p=0/2$)، نشان داد که بین دو گروه تجربی و کنترل تفاوت معنی داری وجود ندارد. در رابطه با مقادیر پس آزمون، مشخص گردید که شاخص در صد چربی بدن در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری یافت اما تفاوت معنی داری در شاخص های تری گلیسرید ($p=0/23$)، کلسترول تام ($p=0/22$)، HDL ($p=0/23$) و LDL ($p=0/2$)، بین دو گروه مشاهده نشد (جدول ۱). همچنین با اندازه گیری میزان فعالیت بدنی در گروه های تجربی و کنترل در طول اجرای

تحقیق مشخص شد که در مرحله پیش آزمون، هیچیک از گروه ها فعالیت بدنی شدید نداشتند و تفاوت معنی داری نیز در فعالیت بدنی متوسط ($p=0/1$)، سبک ($p=0/31$) و نشستن ($p=0/58$)، بین دو گروه مشاهده نشد. در مرحله پس آزمون نیز مشخص گردید که میزان فعالیت بدنی سبک در گروه کنترل نسبت به گروه تجربی افزایش معناداری پیدا کرده بود ($p=0/04$) و تفاوت معنی داری در فعالیت بدنی شدید ($p=0/2$) و متوسط ($p=0/67$) بین دو گروه مشاهده نشد. مقدار نشستن در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بیشتر شده بود اما این تغییر از نظر آماری معنی دار نبود ($p=0/05$) (جدول ۲). در اندازه گیری مقدار کالری دریافتی و میزان چربی تام غذایی آزمودنی ها نیز مشاهده شد که در مرحله پیش آزمون، تفاوت معنی داری بین کالری دریافتی ($1245/45 \pm 271/26$) در مقابل $1480 \pm 487/24$ کالری، ($p=0/18$) و چربی تام غذایی ($44/23 \pm 14/53$) در مقابل $56/46 \pm 20/08$ گرم، ($p=0/13$) گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل وجود نداشت. در مرحله پس آزمون نیز تفاوت معنی داری بین دو گروه در شاخص های کالری دریافتی ($1217/81 \pm 186/29$) در مقابل $503/56 \pm 1507/88$ کالری، ($p=0/64$) و چربی تام غذایی ($13/19 \pm 53$) در مقابل $61/48 \pm 25/08$ گرم، ($p=0/63$)، مشاهده نشد.

جدول ۱- اثر تمرین هوازی و مصرف چای سبز بر درصد چربی بدن و نیمرخ لیپیدی سرم در گروه های تجربی و کنترل

| P مستقل | تفاوت نمرات | زمان اندازه گیری | | گروه ها | متغیرها |
|---------|----------------|------------------|----------------|-----------------------|------------------------------------|
| | | پس آزمون | پیش آزمون | | |
| 0/23 | -27/18 ± 46/85 | 104/81 ± 51/92 | 132 ± 97/88 | تمرین هوازی + چای سبز | تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر) |
| | | 89 ± 41/21 | 93/55 ± 34/92 | کنترل | |
| 0/22 | -8/09 ± 17/82 | 168/81 ± 45/92 | 176/90 ± 37/36 | تمرین هوازی + چای سبز | کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر) |
| | | 169/66 ± 30/38 | 185/66 ± 29/15 | کنترل | |
| 0/23 | -0/74 ± 3/78 | 50/35 ± 11/30 | 51/10 ± 8/37 | تمرین هوازی + چای سبز | HDL-C (میلی گرم در دسی لیتر) |
| | | 48/05 ± 6/41 | 50/84 ± 4/79 | کنترل | |
| 0/2 | -2/54 ± 17/74 | 97/48 ± 35/68 | 100/02 ± 27/71 | تمرین هوازی + چای سبز | LDL-C (میلی گرم در دسی لیتر) |
| | | 103/81 ± 25/61 | 114/90 ± 22/13 | کنترل | |
| 0/01 | -0/76 ± 0/77 | 36/21 ± 2/78 | 36/98 ± 2/71 | تمرین هوازی + چای سبز | درصد چربی بدن |
| | | 38/76 ± 2/57 | 38/64 ± 2/14 | کنترل | |

جدول ۲- میزان فعالیت بدنی گروه های تجربی و کنترل در طول اجرای تحقیق

| P مستقل | تفاوت نمرات | زمان اندازه گیری | | گروه ها | متغیرها |
|---------|---------------|------------------|------------------|-----------------------|---------------------------|
| | | پس آزمون | پیش آزمون | | |
| 0/2 | 12/27 ± 13/10 | 12/27 ± 13/10 | 0 | تمرین هوازی + چای سبز | فعالیت بدنی شدید (دقیقه) |
| | | 6 ± 6/36 | 6 ± 6/36 | کنترل | |
| 0/67 | 0 | 19/09 ± 47 | 19/09 ± 47 | تمرین هوازی + چای سبز | فعالیت بدنی متوسط (دقیقه) |
| | | -4/44 ± 34/68 | 60 ± 57/22 | 64/44 ± 72/82 | کنترل |
| 0/04 | -20 ± 60/33 | 160 ± 140/99 | 180 ± 144/15 | تمرین هوازی + چای سبز | فعالیت بدنی سبک (دقیقه) |
| | | 62/22 ± 105/09 | 185/55 ± 149/17 | 123/33 ± 89/72 | کنترل |
| 0/05 | 420 ± 751/31 | 290/181 ± 890/05 | 2481/81 ± 890/05 | تمرین هوازی + چای سبز | نشستن (دقیقه) |
| | | -140 ± 296/98 | 2123/33 ± 715/57 | 2263/33 ± 825/28 | کنترل |

*مقادیر به صورت میانگین و انحراف معیار آورده شده است.

بحث

با توجه به کمبود تحقیقات در زمینه مورد مطالعه، در بحث حاضر از همه تحقیقاتی که به نحوی با موضوع چای سبز ارتباط داشته است استفاده گردید. با این توضیح، یافته اصلی تحقیق حاضر این بود که هشت هفته مصرف مکمل چای سبز به همراه تمرین هوازی باعث کاهش معنادار درصد چربی بدن و وزن بدن می شود. شاخص توده بدن هم فقط در گروه تجربی کاهش یافت اما بین دو گروه، تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین، نسبت محیط کمر به لگن در هر دو گروه کاهش داشت اما کاهش در گروه کنترل به طور معناداری بیشتر بود. در این رابطه باید گفت که مقدار کاهش وزن، به میزان کالری دریافتی و میزان هزینه انرژی مربوط می شود. در نتیجه تغییرات این شاخص ها باید به طور کامل مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان در رابطه با تغییرات ترکیب بدن به طور روشن تری نظر داد. تحقیقات متعددی به بررسی رابطه چای سبز و وزن بدن پرداخته اند اما در نوع آزمودنی، میزان مصرف مکمل و روش تحقیق تفاوت داشتند و بنابراین به نتایج متفاوتی نیز دست یافتند. برای مثال، ایچینوز^۱ و همکاران (۲۰۱۱)، تاثیر تمرین هوازی و مصرف عصاره چای سبز را بر متابولیسم سوبسترا حین ورزش در آزمودنی های مرد سالم بررسی کردند. آزمودنی ها ورزش رکاب زدن بر روی دوچرخه کارسنج را با شدت ۶۰٪ اوج اکسیژن مصرفی به مدت ۶۰ دقیقه و به تعداد ۳ بار در هفته برای ۱۰ هفته انجام دادند. در طول این مدت گروه تجربی روزانه مقدار ۵۷۲/۸ میلی گرم کتچین مصرف می کرد. نتایج نشان داد که خوردن کتچین همراه با تمرین هوازی باعث کاهش نسبت تبادل تنفسی و افزایش استفاده از چربی ها حین تمرین می شود (۱۲). کانها^۲ و همکاران (۲۰۱۳)، تاثیر مصرف ۸ هفته عصاره چای سبز را بر کاهش چاقی و مسیرهای لیپولیزی در موش های دارای رژیم پرچرب بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که مصرف روزانه ۴۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم وزن بدن عصاره چای سبز باعث کاهش وزن بدن و کاهش بافت چربی و بهبود مسیرهای لیپولیزی گردید (۱۳). در تحقیق دیگری، هارسل^۳ و همکاران (۲۰۰۹)، اثر ترکیب چای سبز- کافئین را با رژیم غذایی پر پروتئین^۴ (HP) بر حفظ وزن بعد از یک دوره کاهش وزن در آزمودنی های نسبتا چاق بررسی کردند. آزمودنی ها به چهار گروه: الف) چای سبز- کافئین + HP (ب) چای سبز- کافئین + رژیم غذایی با پروتئین کافی^۵ (AP) (ج) پلاسیبو + HP (د) پلاسیبو + AP تقسیم شدند. نتایج بعد از سه ماه نشان داد که مکمل چای سبز- کافئین وقتی با رژیم غذایی AP همراه است باعث حفظ وزن شده ولی در گروهی که رژیم غذایی HP داشتند

مصرف چای سبز اثر اضافه ای بر حفظ وزن نداشت. این مطالعه در دوره حفظ وزن بعد از یک دوره کاهش وزن اجرا شد و محققین به این نتیجه رسیدند که پلی فنول های چای و پروتئین، تشکیل کمپلکسی می دهند که نسبت به هیدرولیز معده ای مقاوم بوده و این موضوع باعث کاهش جذب پلی فنول ها و کاهش اثرگذاری آنها شده است. در نتیجه اثر همکاری کننده ای بین مکمل چای سبز و کافئین با رژیم HP دیده نشد (۱۹). مکی^۶ و همکاران (۲۰۰۹)، در مطالعه ای نشان دادند که ترکیب ۶۲۵ mg/d کتچین و ۳۹ mg/d کافئین همراه با تمرین با شدت متوسط باعث کاهش چربی شکمی می شود و این کاهش اهمیت بسیار زیادی دارد زیرا افزایش چربی شکمی یک عامل خطر برای بیماری های قلبی عروقی است و با اختلالات متابولیک، به خصوص مقاومت به انسولین و بالا بودن تری گلیسرید ارتباط نزدیکی دارد (۱۰). شن^۷ و همکاران (۲۰۱۲)، تاثیر پلی فنول چای سبز را بر ترکیب بدن و کیفیت استخوان در موش های چاق دارای رژیم پرچرب بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که مصرف ۴ ماه مکمل پلی فنول باعث کاهش درصد چربی بدن، افزایش توده بدون چربی، قدرت و دانسیته مواد معدنی استخوان در موش ها می گردد. آنها این بهبود را ناشی از تاثیر احتمالی پلی فنول ها در افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و کاهش التهاب عنوان کردند (۱۴). همچنین، لوناک^۸ و همکاران (۲۰۱۲)، نشان دادند که مصرف کوتاه مدت مکمل اپی گالو کتچین گالات (تعداد ۷ کپسول ۱۳۵ میلی گرمی در طول سه روز)، میزان متابولیسم استراحت و اثر گرمایی غذا را افزایش نمی دهد (۱۶).

کتچین چای سبز از طریق چندین مکانیسم بر ترکیب بدن تاثیر می گذارد که یکی از آنها جلوگیری از فعالیت کاتکول آمینیل ترانسفراز^۹ (COMT) است.

COMT آنزیمی است که فعالیت نوراپینفرین را کند کرده و باعث می شود که نوراپینفرین برای مدت طولانی تری فعالیت نماید. به نظر می رسد سیستم عصبی سمپاتیک در بسیج چربی از انبارهای چربی در نقاط مختلف بدن نقش دارد. بنابراین ممکن است کتچین ها با افزایش اثرات سمپاتیکی، تاثیر متفاوتی بر جمع آوری چربی از انبارهای مختلف آن داشته باشند. در تحقیقی، ناگائو^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۵)، نشان دادند که مصرف روزانه ۶۹۰ میلی گرم کتچین، کاهش معناداری را در وزن بدن، BMI، محیط دور کمر، توده بدون چربی و نواحی چربی زیر پوستی به همراه داشت (۹). محققین، علت افزایش هزینه انرژی و اکسیداسیون چربی در اثر مصرف عصاره چای سبز را جلوگیری این ماده از فعالیت COMT عنوان کردند، البته مکانیسم های دیگری نظیر سیستم تنظیمی

⁶Maki⁷Shen⁸Lonak⁹Catechol-o-methyltransferase¹⁰Nagao¹ Ichinose² Cunha³ Harsel⁴ High protein⁵ Adequate protein

میانجی منحصر به فرد خواص متابولیک است یا دیگر کتچین‌های چای سبز می‌توانند تأثیر بیشتری نسبت به EGCG داشته باشند. از طرف دیگر، با توجه به این که EGCG تقریباً یک سوم کتچین چای را تشکیل می‌دهد، احتمالاً میزان آن برای تأثیرگذاری بر وزن و ترکیب بدن کافی نبوده است. در مطالعه فانگ^۵ و همکاران (۲۰۱۰)، مصرف کتچین چای سبز همراه با کافئین با دوز ۵۸۳ تا ۷۱۴ میلی‌گرم در روز به مدت ۱۲ هفته اثر معناداری بر BMI، وزن بدن و محیط کمر داشت ولی بر WHR اثری نداشت (۱۱). آنها مکانیسم‌های احتمالی زیر را دلیل کسب نتایج خود عنوان کردند، جلوگیری از تقسیم و تکثیر سلول‌های چربی، کاهش جذب چربی، جلوگیری از فعالیت COMT، افزایش هزینه انرژی و افزایش سوخت و ساز چربی. در نهایت ناگائو و همکاران (۲۰۰۷)، نشان دادند که مصرف مداوم کتچین به ویژه در دوز بالا (۲۰۰ mg/d) بدون نیاز به اینکه تغییری در روش زندگی ایجاد کنیم، باعث کاهش معنادر وزن بدن، شاخص توده بدن، نسبت چربی بدن، توده چربی بدن، محیط دور کمر و محیط دور لگن می‌شود. آنها، افزایش هزینه انرژی و تحریک ترموژن از طریق جلوگیری از فعالیت COMT را در کسب این نتایج دخیل دانستند (۲۲). در مطالعه حاضر نیز اثر همزمان هشت هفته مصرف مکمل چای سبز و تمرین هوازی باعث کاهش معنادر وزن و چربی بدن شد که با مکانیسم‌های ذکر شده در تحقیقات فوق قابل توجیه است. اما علت اینکه در مقدار WHR کاهشی دیده نشد این است که در گروه چای سبز کاهش محیط دور کمر و محیط دور لگن همزمان اتفاق افتاده و این موضوع باعث شده که نسبت محیط دور کمر به دور لگن تفاوت چندانی نداشته باشد.

همچنین در پژوهش حاضر نشان داده شد که هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل چای سبز بر میزان تری‌گلیسرید، کلسترول تام، HDL و LDL سرمی تأثیر معنی‌داری ندارد. در همین رابطه، ونگ^۶ و همکاران (۲۰۱۰)، دوزهای مختلفی از کافئین و کتچین را بر ترکیب بدن در آزمودنی‌های دارای اضافه وزن بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که مصرف ۹۰ روز استفاده از ترکیب (۱۹۸ mg کافئین و ۸۸۶ mg کتچین) و (۱۲۶ mg کافئین و ۴۶۸ mg کتچین)، باعث کاهش چربی داخل شکمی، محیط کمر، وزن بدن و چربی کل بدن در این آزمودنی‌ها می‌گردد اما تغییر معنی‌داری در میزان HDL، LDL، تری‌گلیسرید و کلسترول تام ایجاد نمی‌کند (۱۷). در تحقیق دیگری، کانها و همکاران (۲۰۱۳)، نشان دادند که مصرف روزانه ۴۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن عصاره چای سبز به مدت ۸ هفته تغییر معنی‌داری در میزان کلسترول تام و تری-گلیسرید ایجاد نمی‌کند اما باعث افزایش غلظت HDL و آدیپونکتین می‌شود. این افزایش با اثرات ضد التهابی چای همراه

ردوکس نیز مورد بحث قرار گرفت. بوشمن^۱ و همکاران (۲۰۰۷)، عنوان نمودند که EGCG پتانسیل افزایش اکسیداسیون چربی را در مردان داشته و می‌تواند اثرات ضد چاقی داشته باشد (۲۰). البته آنها ترکیب ۳۰۰ mg/d EGCG و ۲۰۰ mg/d کافئین را بررسی کرده بودند. محققین، اثر جلوگیری کننده EGCG بر فعالیت COMT و نیز اثر جلوگیری کننده کافئین از تحریک فسفودی استراز را مکانیسم افزایش اکسیداسیون چربی عنوان نمودند، زیرا که تحریک فسفودی استراز باعث می‌شود AMP حلقوی درون سلولی کاهش یابد. هر دوی این مکانیسم‌ها منجر به تحریک طولانی‌تر گیرنده‌های آدرنژیک (بوژه گیرنده‌های β آدرنژیک) شده و غلظت AMP حلقوی درون سلولی را افزایش می‌دهد، در نتیجه هزینه انرژی و اکسیداسیون چربی افزایش می‌یابد. دیپ ونز^۲ و همکاران (۲۰۰۵)، اثر مصرف چای سبز (۱۱۲۵ میلی-گرم + ۲۲۵ میلی‌گرم کافئین در روز) را طی یک رژیم غذایی کم کالری بر هزینه انرژی استراحت و اکسیداسیون سوبسترا و وزن بدن بررسی کردند. آزمودنی‌ها زنان دارای اضافه وزنی بودند که به مدت ۱۲ هفته تحت تأثیر این برنامه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که وقتی مصرف چای سبز با یک رژیم کم کالری همراه باشد، تأثیری بر وزن یا ترکیب بدن ندارد (۳). آنها عنوان کردند که ممکن است رژیم غذایی کم کالری باعث کاهش انرژی مصرفی استراحت شده و مصرف چای سبز نتوانسته اثر پیشگیری کننده زیادی بر این کاهش داشته باشد. همچنین ممکن است مصرف چای سبز با افزایش گرسنگی همراه بوده که باعث عدم تأثیر آن بر ترکیب بدن شده است. به علاوه، آنها اعلام کردند که علت تضعیف تأثیر ترموژنیک چای سبز می‌تواند ناشی از محدودیت غذایی باشد که باعث کاهش فعالیت سمپاتیک و در نتیجه کاهش رهایش نورآدرنالین شده است. ونابلس^۳ و همکاران (۲۰۰۸)، نشان دادند که مصرف عصاره چای سبز همراه با تمرین دوچرخه سواری با شدت متوسط باعث افزایش ۱۷٪ سهم چربی در هزینه انرژی تام می‌شود (۲۱). آنها عنوان کردند حتی در شرایطی که لیپولیز و اکسیداسیون چربی در طی تمرین با شدت متوسط افزایش می‌یابد، چای سبز می‌تواند متابولیسم چربی را افزایش دهد. هیل^۴ و همکاران همکاران (۲۰۰۷)، تأثیر ۱۲ هفته ورزش هوازی با شدت متوسط را به همراه مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم EGCG، بر چربی شکمی زنان چاق و دارای اضافه وزن مطالعه کردند. نتایج آنها نشان داد که مصرف EGCG، باعث کاهش بیشتری در چربی بدن از آنچه ورزش هوازی به تنهایی ایجاد می‌کند، نمی‌شود (۲).

از دلایل کسب این نتیجه می‌توان گفت که هیل صرفاً از EGCG استفاده کرده بود و این در حالیست که مشخص نیست آیا EGCG

¹Boschman

²Diepvens

³Venables

⁴Hill

⁵Phung

⁶Wang

EGCG را بر حداکثر اکسیژن مصرفی در ۱۹ فرد بالغ بررسی کردند. آزمودنی‌ها، هفت قرص (هر قرص ۱۳۵ میلی‌گرم) EGCG را ۴۸ ساعت قبل از آزمون به صورت سه قرص در هر روز استفاده کرده و آخرین قرص را دو ساعت قبل از انجام تست مصرف کردند. یک آزمون افزایشی بر دوچرخه کارسنج تا رسیدن به خستگی ارادی انجام شد. نتایج نشان داد که مصرف EGCG باعث افزایش VO_{2max} می‌گردد و این افزایش از طریق بهبود اختلاف اکسیژن سرخرگی سیاهرگی انجام می‌شود (۲۴). در تحقیق دیگری، نیمن^۳ و همکاران (۲۰۰۲)، نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین ورزشی (پنج جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۴۵ دقیقه با شدت ۶۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه)، افزایش معناداری را در VO_{2max} گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در پی داشت (۱). فعالیت بدنی آزمودنی‌ها با پرسشنامه بین المللی فعالیت بدنی اندازه‌گیری شد و مشاهده شد که فعالیت بدنی متوسط و شدید تفاوت معناداری بین دو گروه کنترل و تجربی نداشت ولی فعالیت بدنی سبک در گروه کنترل نسبت به گروه تجربی افزایش معناداری پیدا کرده بود. همچنین مقدار نشستن در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بیشتر شده بود. طبق نتایج به دست آمده گروه تجربی فعالیت های سبک قبلی خود را به خاطر شرکت در برنامه تحقیقاتی لغو کرده ولی گروه کنترل نسبت به قبل فعال تر شده و این باعث شد که تفاوت معناداری در این متغیر بین دو گروه آزمایشی به وجود آید و احتمالاً عدم تفاوت معنادار VO_{2max} بین گروه تجربی و گروه کنترل نیز به همین علت باشد. به علاوه، به نظر می‌رسد آزمون راکپورت توانایی لازم را برای برآورد توان هوازی در برخی شرایط نداشته باشد زیرا مسائل روانی و انگیزشی در اجرای آزمون نقش زیادی داشته و احتمالاً آزمودنی‌های گروه کنترل هنگام اجرای پس آزمون از انگیزه زیادتری برخوردار بودند و عملکرد بهتری در آزمون از خود نشان دادند که منجر به برآورد غیرواقعی توان هوازی شده است. همچنین ممکن است مدت و نوع برنامه تحقیق حاضر به گونه‌ای نبوده است که باعث ایجاد تغییرات معنی دار شده باشد. به عبارت دیگر اگر مدت تمرینات بیشتر می‌بود و یا نوع برنامه به صورت دوییدن مداوم انجام می‌شد شاید احتمال دیدن نتایج دیگری وجود می‌داشت. همچنین ممکن است مقدار چای مصرف شده نتوانسته باشد تغییرات چشمگیری در شاخص توان هوازی افراد ایجاد کرده باشد و یا شاید تغییرات ایجاد شده به صورت معکوس بوده است. با این حال با توجه به اینکه در تحقیق حاضر فقط دو گروه آزمودنی وجود داشت نمی‌توان به طور قطعی نظر داد و لازم است تا در تحقیقات آینده این موضوع مورد بررسی قرار گیرد.

بود (۱۳). همچنین، ناگائو و همکاران (۲۰۰۵)، نشان دادند که مصرف نوشیدنی حاوی ۶۹۰ میلی‌گرم کتچین به مدت ۱۲ هفته باعث کاهش معنادار چربی بدن و چربی زیر پوستی مردان سالم ژاپنی می‌شود اما بر نیمرخ لیپیدی خون تاثیر معناداری ندارد (۹). آنها عنوان نمودند که احتمالاً مقدار کتچین مورد استفاده برای جلوگیری از تشکیل میسل کافی نبوده است. همین محقق در مطالعه دیگری (۲۰۰۷)، به این نتیجه رسید که کتچین باعث کاهش LDL می‌شود (۲۲). مکی و همکاران (۲۰۰۹)، اثرات نوشیدنی حاوی کتچین چای سبز را بر ترکیب بدن و توزیع چربی در بزرگسالان چاق و دارای اضافه وزن در حین فعالیت بدنی بررسی کردند. آزمودنی‌ها ۱۲۸ زن و مرد سالم بی‌تحرك با سن ۲۱-۶۵ سال بودند که به مدت ۱۲ هفته فعالیت بدنی با شدت متوسط (سه جلسه در هفته) داشتند. اطلاعات به وسیله پدومترها (گام شمارها) ثبت شده بود و آزمودنی‌ها در دو گروه چای سبز و کنترل به طور تصادفی قرار گرفتند. نوشیدنی گروه چای سبز حاوی ۶۲۵ میلی‌گرم کتچین با ۳۹ میلی‌گرم کافئین و نوشیدنی کنترل حاوی ۳۹ میلی‌گرم کافئین بود. آنها دریافتند گروهی که نوشیدنی حاوی کتچین دریافت کرده بود کاهش معناداری در غلظت اسیدهای چرب آزاد و TG سرمی داشت و چربی شکمی و تام، به طور معناداری کاهش یافت. البته در میزان کلسترول تام و لیوپروتئین تغییری ایجاد نشد (۱۰). در مطالعه فوق نیز کتچین و کافئین به طور همزمان مصرف شده بودند که ممکن است علت کاهش غلظت FFA و TG سرمی باشد. در تحقیق مارون^۱ (۲۰۰۳)، عصاره چای سبز غنی از تیوفلاوین (mg) (۳۷۵) به مدت ۱۲ هفته باعث کاهش سطوح LDL (۱۶/۳٪) و کلسترول تام (۱۱/۳٪) در آزمودنی‌های با چربی خون بالا شد (۲۳). محققین، تیوفلاوین اضافه شده به عصاره چای سبز را دلیل کسب این نتیجه عنوان کردند. در تحقیق حاضر، عدم تاثیر معنادار چای سبز و تمرین هوازی بر نیمرخ لیپیدی سرم می‌تواند به این علت باشد که با وجود کاهش مشاهده شده در گروه تجربی، گروه کنترل نیز در این متغیر کاهش داشته و این باعث نزدیک شدن تفاوت تغییرات دو گروه به یکدیگر و عدم تغییر معنادار شده است. همچنین به نظر می‌رسد چربی تام غذایی هر دو گروه افزایش یافته و این امکان وجود دارد که این مسئله بر نیمرخ لیپیدی آزمودنی‌ها اثر گذاشته باشد. ناگفته نماند که مدت استفاده از چای سبز در این پژوهش کم بوده و احتمالاً برای تاثیر گذاری چای سبز بر نیمرخ لیپیدی به زمان طولانی‌تری نیاز است. بنابراین، باید تحقیقات آینده این موضوع را مد نظر قرار دهند.

مطالعه حاضر همچنین نشان داد که هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل چای سبز تغییر معناداری در توان هوازی ایجاد نمی‌کند. ریچاردز^۲ و همکاران (۲۰۱۰)، تاثیر مصرف کوتاه مدت

¹Maron²Richards³Nieman

نتیجه گیری

در مجموع می توان گفت زنان چاق و دارای اضافه وزن جهت کاهش وزن و کاهش درصد چربی بدن می توانند از اثرات مفید تمرینات هوازی به همراه مصرف مکمل چای سبز بهره مند شوند

ضمن اینکه برای تشخیص اثر تمرین هوازی و مکمل چای سبز بر نیمرخ لیپیدی سرم به تحقیقات بیشتری نیاز است.

تشکر و قدردانی

از کلیه شرکت کنندگانی که به عنوان آزمودنی در این طرح شرکت کردند تشکر و قدردانی می شود.

References:

1. Nieman DC, Brock DW, Butterworth D, Utter AC, Nieman CC. Reducing diet and/or exercise training decreases the lipid and lipoprotein risk factors of moderately obese women. *J Am College Nutr* 2002; 21:344-350.
2. Hill AM, Coates AM. Can EGCG reduce abdominal fat in obese subjects? *J Am Coll Nutr* 2007; 26:392-402.
3. Diepvens K, Kovacs E, Nijs I, Vogels N, Westerterp-Plantenga M. Effect of green tea on resting energy expenditure and substrate oxidation during weight loss in over weight females. *Br J Nutr* 2005; 94:1026-1034.
4. Ramezanpour MR. Principles of nutrition and exercise. 1st ed. Tehran: Publishing Payamnoor; 1995. P.243-247. [Persian].
5. Mousavi A. Green tea and weight control. *Razi Pharm J* 2009; 12:39-41. [Persian].
6. Shimotoyodme A, Haramizu S, Inaba M, Murase T, Tokimitsu I. Exercise and green tea extract stimulate fat oxidation and prevent obesity in mice. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37:1884-1892.
7. Cardoso GA, Salgado JM, Castro Cesar M, Donado-Pestana CM. The Effects of green tea consumption and resistance training on body composition and resting metabolic rate in overweight or obese women. *J Med Food* 2013; 16:120-127. (Abstract).
8. Monteiro R, Assuncao M, Andrade JP, Neves D, Calhau C, Azevedo I. Chronic green tea consumption decreases body mass, induces aromatase expression and changes proliferation and apoptosis in adult male rat adipose tissue. *J Nutr* 2008; 138:2156-2163.
9. Nagao T, Komine Y, Soga S, Meguro S, Hase T, Tanaka Y, Tokimitsu I. Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men. *Am J Clin Nutr* 2005; 81:122-129.
10. Maki KC, Reeves MS, Farmer M, Yasunaga K, Matsuo N, Katsuragi Y, et al. Green tea catechin consumption enhances exercise-induced abdominal fat loss in over weight and obese adults. *J Nutr* 2009; 139:264-270.
11. Phung OJ, Baker WL, Matthews LJ, Janosa M, Thorne A, Coleman CI. Effect of green tea catechins with or without caffeine on anthropometric measures: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2010; 91:73-81.
12. Ichinose T, Nomura S, Someya Y, Akimoto S, Tachiyashiki K, Imaizumi K. Effect of endurance training supplemented with green tea extract on substrate metabolism during exercise in humans. *Scand J Med Sci Sports* 2011; 21:598-605.
13. Cunha CA, Lira FL, Rosa Neto JC, Pimentel GD, Souza GIH, Gonçalves da Silva CM, 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 Inflamm* 2013; 2013:635470.
14. Shen CL, Cao JJ, Dagda RY, Chanjaplammoitol S, Lu C, Chyu MC, et al. Green tea polyphenols benefits body composition and improves bone quality in long-term high-fat diet-induced obese rats. *Nutr Res* 2012; 32:448-457. (Abstract).
15. Westerterp-Plantenga MS, Lejeune MP, Kovacs EM. Body weight loss and weight maintenance in relation to habitual caffeine intake and green tea supplementation. *Obes Res* 2005; 13:1195-1204.
16. Lonac MC, Richards JC, Schweder MM, Johnson TK, Bell C. Influence of short-term consumption of the caffeine-free, epigallocatechin-3-gallate supplement, teavigo, on resting metabolism and the thermic effect of feeding. *Obesity* 2011; 19:298-304.
17. Wang H, Wen Y, Du Y, Yan X, Guo H, Rycroft JA, et al. Effects of catechin enriched green tea on body composition. *Obesity* 2010; 18:773-779.
18. Kordi M, Syahkouhyan M. Practical tests of cardiorespiratory fitness. 1st ed. Tehran: Publishing Yazdani; 2004. p. 83. [Persian].
19. Hursel R, Westerterp-Plantenga MS. Green tea catechin plus caffeine supplementation to a high-protein diet has no additional effect on body weight maintenance after weight loss. *Am J Clin Nutr* 2009; 89:822-30.
20. Boschmann M, Thielecke F. The effects of Epigallocatechin-3-gallate on thermogenesis and fat oxidation in obese men: A pilot study. *J Am Coll Nutr* 2007; 26:389S-395S.
21. Venables MC, Hulston CJ, Cox HR, Jeukendrup AE. Green tea extract ingestion, fat oxidation, and glucose tolerance in healthy humans. *Am J Clin Nutr* 2008; 87:778-784.
22. Nagao T, Hase T, Tokimitsu I. A green tea extract high in catechins reduces body fat and cardiovascular risks in humans. *Obesity* 2007; 15:1473-1483.
23. Maron DJ, PingLu G, ShengCai N, GuiWu Z, HuaLi Y, Chen H, et al. Cholesterol-lowering effect of a theaflavin-enriched green tea extract. *Arch Intern Med* 2003; 163: 1448-1453.
24. Richards JC, Lonac MC, Johnson TK, Schweder MM, Bell C. Epigallocatechin-3-gallate increases maximal oxygen uptake in adult humans. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42:739-744.