

## مقاله اصلی

# تاثیر مصرف دو دوز مختلف چای سبز بر متابولیسم سوپسترا و هزینه انرژی قبل، حین و پس از یک جلسه فعالیت هوازی در زنان دارای اضافه وزن و چاق

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۰۱ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۰۱

### خلاصه

#### مقدمه

هدف تحقیق حاضر بررسی اثر مصرف دو دوز مختلف چای سبز بر متابولیسم سوپسترا و هزینه انرژی، قبل، حین و پس از یک جلسه فعالیت هوازی در زنان دارای اضافه وزن و چاق بود.

#### روش کار

۱۰ زن دارای اضافه وزن و چاق (وزن  $80/71 \pm 11/96$  کیلوگرم) به صورت داوطلبانه در یک طرح متقاطع شرکت کردند. این افراد با فاصله ۱۲ تا ۱۴ روز، در سه دوره شامل مصرف دوز ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز، دوز ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز و دارونما شرکت کردند. پروتکل ورزشی دوییدن بر روی نوارگردان با شدت ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب برای مدت ۳۰ دقیقه بود. گازهای تنفسی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر به مدت ۳۰ دقیقه قبل از فعالیت در حالت درازکش (پایه)، ۳۰ دقیقه حین فعالیت و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت (EPOC) برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون کربوهیدرات، چربی و هزینه انرژی جمع-آوری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس چند متغیره و آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر تحلیل شد ( $\alpha = 0/05$ ).

#### نتایج

نتایج نشان داد مصرف دوز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم چای سبز باعث افزایش معنادار اکسیداسیون چربی در حین و پس از فعالیت در مقایسه با گروه دارونما شد. بین دو دوز مصرفی تفاوت معناداری مشاهده نشد. اکسیداسیون کربوهیدرات و هزینه انرژی در بین سه گروه در حالت‌های پایه، فعالیت و پس از فعالیت تفاوت معناداری نشان نداد.

#### نتیجه‌گیری

زنان دارای اضافه وزن و چاق بهتر است برای کاهش چربی بدن از مکمل چای سبز با دوز ۵۰۰ میلی گرم همراه با فعالیت هوازی با شدت متوسط استفاده کنند.

#### واژه‌های کلیدی

دوزهای چای سبز، متابولیسم سوپسترا، فعالیت هوازی، چاقی.

فاطمه ذوالفقاری<sup>۱</sup>

امیرحسین حقیقی\*<sup>۲</sup>

محمد رضا حامدی نیا<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم

ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۲- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی،

دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

۳- استاد گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه

حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

\* دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری،

توحیدشهر، سبزوار، ایران.

تلفن: ۰۵۱-۴۴۰۱۲۷۶۵

Email: ah.haghighi292@yahoo.com

## مقدمه

عدم تعادل بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی باعث چاقی می‌شود (۱). چاقی خطر ابتلا به انواع بیماری‌های متابولیکی همچون دیابت نوع دو، دیس‌لیپیدمی و کبد چرب غیر الکلی را افزایش می‌دهد (۲). همچنین شیوع بیماری‌های قلبی-عروقی همچون پرفشارخونی، بیماری عروق کرونر قلب، نارسایی قلبی، فیبریلاسیون دهلیزی و دیگر بیماری‌های قلبی با اضافه وزن و چاقی ارتباط دارد (۳). تغییر روش زندگی از جمله افزایش فعالیت بدنی و استفاده از رژیم غذایی کم‌کالری از اولین مداخلات در زمینه کاهش چربی اضافی بدن و مقابله با چاقی محسوب می‌شود (۴).

علاوه بر فعالیت بدنی و استفاده از رژیم کم‌کالری، امروزه از مواد گیاهی و مکمل‌های مختلف نیز برای کاهش وزن و چربی بدن استفاده می‌شود. یکی از این مکمل‌ها چای سبز می‌باشد. ترکیبات موجود در چای سبز ممکن است بر جنبه‌های مختلف تعادل انرژی تاثیر بگذارد و در نتیجه باعث کاهش وزن و چربی بدن شود (۵). در همین رابطه، مطالعات همه‌گیرشناسی و کنترل شده نشان داده‌اند که بین مصرف چای سبز و میزان چربی بدن و دورکم‌رابطه معکوسی وجود دارد (۶-۵).

چای سبز از برگ کاملیاسیننسیز<sup>۱</sup> تولید می‌شود و حاوی ترکیبات پلی‌فنول<sup>۲</sup> است. ترکیبات اصلی آن شامل اپی‌کاتچین<sup>۳</sup>، اپی‌گالوکاتچین<sup>۴</sup>، اپی‌گالوکاتچین‌تری‌گالات<sup>۵</sup> و اپی‌گالوکاتچین‌گالات<sup>۶</sup> می‌باشد. همچنین چای سبز معمولاً حاوی مقدار کمی کافئین است، تخمین زده شده که ۳ تا ۵٪ وزن خالص آن کافئین است (۷). کاتچین‌های چای سبز به‌خصوص اپی‌گالوکاتچین‌گالات (EGCG) موجب کاهش دریافت غذا می‌شود و سطوح تری‌گلیسرید و کلسترول تام را پایین آورده، سوخت و ساز انرژی را تحریک و میزان HDL-C را افزایش

می‌دهد (۴). بیان شده است که ترکیبات موجود در چای سبز از طریق مهار آنزیم کاتکول‌ومتیل‌ترانسفراز<sup>۷</sup>- آنزیمی که باعث کاهش نوراپی‌نفرین می‌شود- باعث افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب می‌شود (۷). بنابراین فرضیه غالب این است که ترکیبات موجود در چای سبز بر فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک اثر گذاشته و باعث افزایش هزینه انرژی و اکسیداسیون چربی می‌شود (۱). برخی مطالعات مصرف دوزهای مختلف چای سبز را بدون برنامه تمرینی مورد بررسی قرار داده‌اند. در همین زمینه، تحقیقی که توسط تیلک<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد شامل پنج گروه بود (اپی‌گالوکاتچین‌گالات با دوز پایین ۳۰۰ میلی‌گرم، اپی‌گالوکاتچین‌گالات با دوز بالا ۶۰۰ میلی‌گرم، کافئین ۲۰۰ میلی‌گرم، اپی‌گالوکاتچین‌گالات ۳۰۰ میلی‌گرم + ۲۰۰ میلی‌گرم کافئین و دارونما) که پس از سه روز مصرف مکمل تغییری در هزینه انرژی هیچ کدام از گروه‌ها مشاهده نشد ولی دو ساعت پس از صرف غذا اکسیداسیون چربی در گروه‌هایی که مکمل مصرف کرده بودند بطور معناداری افزایش یافت، این افزایش در گروهی که اپی‌گالوکاتچین‌گالات با دوز بالاتر مصرف کرده بودند نسبت به سایر گروه‌ها بیشتر بود (۸). بروب<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۰۵)، در تحقیقی آزمودنی‌ها را به پنج گروه تقسیم کردند (۲۰۰ میلی‌گرم کافئین + ۹۰ میلی‌گرم اپی-گالوکاتچین‌گالات، ۲۰۰ میلی‌گرم کافئین + ۲۰۰ میلی‌گرم اپی-گالوکاتچین‌گالات، ۲۰۰ میلی‌گرم کافئین + ۳۰۰ میلی‌گرم اپی-گالوکاتچین‌گالات، ۲۰۰ میلی‌گرم کافئین + ۴۰۰ میلی‌گرم اپی-گالوکاتچین‌گالات و دارونما). نتایج نشان داد که در طی ۲۴ ساعت بعد، هزینه انرژی گروه‌هایی که مکمل مصرف کرده بودند افزایش یافت. اما اکسیداسیون چربی در طی ۲۴ ساعت بعد از مصرف مکمل تغییری نکرد (۹). کوماتسو<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۰۳)، نشان دادند که متوسط انرژی مصرفی روزانه افراد چاق و دارای اضافه وزن که برای ۲۴ ساعت عصاره چای سبز مصرف

<sup>1</sup>. Camellia sinensis

<sup>2</sup>. Polyphenols

<sup>3</sup>. Epicatechin

<sup>4</sup>. Epigallocatechin

<sup>5</sup>. Epigallocatechin-3-gallate

<sup>6</sup>. Epigallocatechin gallate

<sup>7</sup>. Catechol-o-methyltransferase

<sup>8</sup>. Thielecke

<sup>9</sup>. Berub

<sup>10</sup>. Komatsu

مثبت آن با فعالیت بدنی (مصرف چای سبز همراه با فعالیت بدنی) از جمله عواملی هستند که احتمالاً بر خاصیت ضدچاقی این مکمل اثر می‌گذارند (۱). لذا ضروری است تا تحقیقاتی در برخی از این زمینه‌ها، از جمله تاثیر دوزهای متفاوت چای سبز و همچنین تاثیر این مکمل همراه با فعالیت بدنی بر متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی صورت پذیرد؛ زیرا عنوان شده است که استفاده از چای سبز همراه با برنامه تمرینی روش مناسبی برای درمان اضافه وزن و چاقی است (۱۶). بر همین اساس و تا جایی که جستجو شد مطالعه‌ای که تاثیر دوزهای مختلف چای سبز همراه با یک جلسه تمرین هوازی را بر متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی در حین و پس از فعالیت در آزمودنی‌های چاق و دارای اضافه وزن بررسی کرده باشد یافت نشد. بنابراین هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر مصرف دو دوز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی-گرم چای سبز بر متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی قبل، حین و پس از یک جلسه فعالیت هوازی در زنان دارای اضافه وزن و چاق بود.

### روش کار

روش تحقیق حاضر نیمه‌تجربی و کاربردی است که به صورت یک سو کور انجام شد. جامعه آماری شامل زنان دارای اضافه وزن و چاق شهرستان سبزوار با شاخص توده بدنی بیشتر و مساوی ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع (۱۷) و دامنه سنی ۴۰ تا ۴۵ بودند. از این میان ۱۲ نفر از طریق نصب اطلاعیه مبنی بر همکاری در طرح پژوهشی شناسایی و داوطلب شدند. معیارهای ورود شامل افرادی بود که سالم بودند و سلامت کلی آنها از طریق پرسشنامه سابقه پزشکی ارزیابی گردید. همچنین، افرادی که سابقه بیماری، مصرف دارو و سیگار داشتند حذف شدند. افراد از نظر سطح فعالیت بدنی غیرفعال بودند که این مورد نیز از طریق پرسشنامه سطح فعالیت بدنی بک ارزیابی شد. همچنین افرادی که طی ۵ ماه گذشته دارای چرخه قاعدگی منظمی بودند برای پژوهش انتخاب شدند. این مورد از طریق مصاحبه ارزیابی شد. از همه آزمودنی‌ها جهت شرکت در پژوهش حاضر رضایت نامه کتبی گرفته شد. سپس، آزمودنی‌ها در یک طرح

کرده بودند، افزایش یافت (۱۰). نتایج تحقیقات فوق در این زمینه یکسان نبود.

از طرف دیگر، در تحقیقاتی که مصرف عصاره چای سبز را همراه با فعالیت بدنی بررسی کرده‌اند، نتایج تحقیقات یکسان نبوده و یافته‌های متفاوتی گزارش شده است. در همین زمینه، گاهرمان<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که انرژی مصرفی زمان استراحت، اکسیداسیون چربی و هزینه انرژی بعد از فعالیت به دنبال مصرف ۵۶۰ میلی‌گرم اپی‌گالوکاتچین‌گالات (حاوی ۷۴۸ میلی‌گرم پلی‌فنول) و یک جلسه فعالیت دوی سرعت تناوبی افزایش قابل ملاحظه‌ای دارد (۷). در مطالعه‌ای دیگر، مصرف کپسول چای سبز حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم کامپلکسینسینز باعث افزایش معنادار اکسیداسیون چربی زمان استراحت و پس از فعالیت در مردان تمرین‌کرده و تمرین‌نکرده شد (۱۱). همچنین، ونابلس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند مصرف ۳۶۶ میلی‌گرم اپی‌گالوکاتچین‌گالات (حاوی ۸۹۰ میلی‌گرم پلی-فنول) همراه با یک جلسه فعالیت دوچرخه‌سواری باعث افزایش ۱۷ درصدی اکسیداسیون چربی می‌شود (۱۲). در مقابل، دیان<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند مصرف ۲۷۰ میلی‌گرم اپی-گالوکاتچین‌گالات بر اکسیداسیون چربی در دوچرخه‌سواران استقامتی اثر ناچیزی دارد (۱۳). در پژوهش دیگری مشاهده شد که مدت زمان‌های متفاوت ۱، ۷ و ۲۸ روز مصرف عصاره چای سبز به مقدار ۱۵۶ میلی‌گرم اپی‌گالوکاتچین‌گالات، تاثیری بر میزان اکسیداسیون چربی کل بدن در طی یک جلسه فعالیت دوچرخه‌سواری نداشته است (۱۴). راندل<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان کردند مصرف ۱ و ۷ روز عصاره چای سبز به مقدار ۲۱۰ میلی‌گرم اپی‌گالوکاتچین‌گالات، تاثیری بر اکسیداسیون چربی در طی یک جلسه فعالیت دوچرخه‌سواری ندارد (۱۵).

در مجموع، بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که دوز مصرفی چای سبز، روش استفاده (برای مثال: با معده خالی یا پر، دم کرده و غیره)، مدت زمان مصرف، درجه چاقی و تعامل بالقوه

1. Gahreman

2. Venables

3. Dean

4. Randell

متقاطع با دوره پاکسازی ۱۲ تا ۱۴ روز در سه حالت زیر قرار گرفتند:

الف) مصرف دوز ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز + تمرین هوازی با شدت ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه

ب) مصرف دوز ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز + تمرین هوازی با شدت ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه

ج) مصرف دارونما + تمرین هوازی با شدت ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه

قبل از شروع برنامه، از آزمودنی‌ها خواسته شد به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش بیایند. اندازه‌های تن‌سنجی آن‌ها شامل قد با متر، وزن با ترازوی دیجیتال، درصد چربی بدن با دستگاه تحلیل گر ترکیب بدن (مدل BS300376E ساخت کشور کره) و حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از آزمون یک مایل راه‌رفتن راکپورت (۱۸) اندازه‌گیری شد. همچنین، برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون کربوهیدرات، چربی و هزینه انرژی از دستگاه تحلیل‌کننده گازهای تنفسی (مدل متامکس 3B ساخت کشور آلمان) استفاده شد.

پروتکل تحقیق بدین صورت انجام شد که آزمودنی به مدت سه روز (۸) در دو وعده صبح و ظهر یک عدد قرص چای سبز ۵۰۰ میلی گرمی (حاوی ۵۰ میلی گرم پلی فنول) یا دارونما مصرف می‌کرد. برای مصرف قرص ۱۰۰۰ میلی گرمی (حاوی ۱۰۰ میلی گرم پلی فنول) چای سبز آزمودنی به مدت سه روز در دو وعده صبح و ظهر هر کدام دو عدد قرص چای سبز ۵۰۰ میلی گرمی مصرف می‌کرد. در تمامی مراحل، آخرین قرص در ساعت ۱۳:۰۰ پس از ناهار مصرف شد. یک ساعت پس از آن و در ساعت ۱۴:۰۰ جمع آوری گازها در حالت پایه شروع شد و گازها به مدت ۳۰ دقیقه در حالت خوابیده جمع آوری شدند. سپس آزمودنی ۱۰ دقیقه به گرم کردن پرداخته و در ساعت ۱۴:۴۰ جمع آوری گازها به مدت ۳۰ دقیقه در حین دویدن بر روی تردمیل با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه انجام شد و پس از اتمام فعالیت در ساعت ۱۵:۱۰، جمع آوری گازها به مدت ۳۰ دقیقه به عنوان EPOC انجام شد، در ساعت ۱۵:۴۰ کار به اتمام رسید. مراحل اجرای فعالیت نیز بدین صورت بود

که هر آزمودنی یک و نیم ساعت قبل از فعالیت، دوز ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز را مصرف و فعالیت هوازی را انجام می‌داد. پس از گذشت ۱۲ تا ۱۴ روز، همان آزمودنی دوز ۱۰۰۰ میلی- گرمی را مصرف و به فعالیت می‌پرداخت و مجدداً با گذشت ۱۲ تا ۱۴ روز دارونما را مصرف نموده و به فعالیت می‌پرداخت. این روند برای هر ۱۲ آزمودنی انجام شد. در این بین ۲ نفر از آزمودنی‌ها از ادامه تحقیق انصراف دادند و کار با ۱۰ نفر به اتمام رسید. مصرف مکمل یا دارونما و انجام فعالیت به صورتی تنظیم شد که در مرحله خونروی آزمودنی‌ها نباشد.

تغذیه آزمودنی‌ها

در صبح و ظهر روز انجام فعالیت، آزمودنی‌ها تغذیه مشابهی داشتند. بدین صورت که در ساعت ۸:۳۰ صبحانه یکسان (کره ۳۰ گرمی + عسل ۳۰ گرمی + ۲۰۰ گرم نان) مصرف کردند و در وعده ناهار نیز غذای یکسان مصرف کردند (یک پرس جوجه کباب و پلو).

مصرف چای سبز و دارونما

هر قرص چای سبز حاوی ۵۰۰ میلی گرم برگ چای سبز غنی شده با عصاره چای سبز (استاندارد شده بر مبنای ۵۰ میلی گرم پلی فنول توتال) و مواد جانبی (اکسیپان‌ها): PVP<sup>۱</sup>، کبوسیل (نام تجاری: سیلیکای کلونیدی<sup>۲</sup>)، نشاسته و آویسل (نام تجاری: سلولز میکرو کریستال<sup>۳</sup>) ساخت شرکت داروسازی دینه ایران بود. هر قرص دارونما حاوی اکسیپان‌های قرص چای سبز + رنگ سبز ساخت شرکت داروسازی دینه ایران بود.

برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون کربوهیدرات، چربی و هزینه انرژی، ابتدا مقدار میانگین  $VO_2$  و  $VCO_2$  را در سه بازه زمانی، ۳۰ دقیقه حالت پایه، ۳۰ دقیقه اجرای فعالیت و ۳۰ دقیقه پس از فعالیت به عنوان EPOC، محاسبه نموده و سپس آن را در فرمول‌های زیر قرار داده و مقدار این شاخص‌ها محاسبه شد (۲۰-۱۹).

لیتر  $VO_2 \times 4/55 =$  میزان اکسیداسیون کربوهیدرات (گرم در دقیقه)  
(لیتر در دقیقه)  $VCO_2 \times 3/21 -$  (در دقیقه)

1. Povidone

2. Colloidal silica

3. Microcrystalline cellulose

معناداری  $p \leq 0.05$  در نظر گرفته شد و داده‌ها با استفاده از نرم-افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### نتایج

استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع همه متغیرهای موجود در تحقیق طبیعی می‌باشد ( $p > 0.05$ ). بنابراین از آزمون‌های پارامتریک برای انجام محاسبات آماری استفاده شد. مشخصات آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است. همچنین، نتایج آزمون‌های آماری بر متغیرهای تحقیق در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

لیتر در  $VO_2 \times 1/67 =$  میزان اکسیداسیون چربی (گرم در دقیقه)  
(لیتر در دقیقه)  $VO_2 \times 1/67 -$   
لیتر در  $VO_2 =$  میزان مصرف انرژی (کیلوژول در دقیقه)  
 $(RER \times 1/232 + 3/815) \times 4/184 \times$  (دقیقه)

روش‌های آماری

برای تشخیص طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. همچنین برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی از آزمون MANOVA استفاده شد و در صورت معناداری برای مقایسه جفت گروه‌ها از آزمون تعقیبی Bonferroni استفاده شد. برای بررسی تغییرات شاخص‌ها در هر گروه از آزمون ANOVA با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. سطح

### جدول ۱- مشخصات آزمودنی‌ها

سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (kg/m <sup>2</sup> )	درصد چربی بدن	توان هوازی (ml/kg <sup>-1</sup> /min <sup>-1</sup> )
۱/۹۴±۴۲	۸/۱۴±۱۵۷/۸	۱۱/۹۶±۸۰/۷۱	۳/۸۲±۳۲/۴	۳/۶۲±۴۱/۱	۳/۶۲±۳۰/۹۱

### جدول ۲- مقایسه سوخت چربی، کربوهیدرات و هزینه انرژی بین سه گروه دارونما، دوز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز

شاخص	حالت	دارونما	دوز ۵۰۰ میلی گرم	دوز ۱۰۰۰ میلی گرم	F	p
		انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین		
هزینه انرژی	پایه	۰/۹۵±۵/۰۲	۰/۹۱±۵/۰۵	۱/۱۳±۵/۲۵	۰/۱۵	۰/۸۵
کیلوژول در دقیقه)	فعالیت	۲/۸۷±۱۹/۶۰	۳/۸۱±۱۹/۲۰	۳/۷۸±۲۱/۱۰	۰/۸۰	۰/۴۵
	پس از فعالیت	۰/۸۶±۵/۲۲	۰/۹۲±۵/۲۸	۱/۲۹±۵/۵۶	۰/۳۰	۰/۷۱
اکسیداسیون	پایه	۰/۰۸±۰/۴۲	۰/۱۱±۰/۴۹	۰/۱۰±۰/۴۶	۱/۳۱	۰/۲۸
کربوهیدرات	فعالیت	۰/۲۵±۱/۶۰	۰/۳۵±۱/۸۸	۰/۳۶±۱/۸۵	۲/۰۹	۰/۱۴
(گرم در دقیقه)	پس از فعالیت	۰/۰۷±۰/۴۴	۰/۱۰±۰/۵۳	۰/۱۲±۰/۵۱	۱/۸۲	۰/۱۸
اکسیداسیون	پایه	۰/۰۱±۰/۰۴	۰/۰۳±۰/۰۷ *	۰/۰۲±۰/۰۵	۷/۲۴	۰/۰۰۳
چربی (گرم در دقیقه)	فعالیت	۰/۰۵±۰/۱۶	۰/۰۸±۰/۳۱ <sup>Δ</sup>	۰/۰۷±۰/۲۲ <sup>Δ</sup>	۱۰/۷۹	۰/۰۰۱
	پس از فعالیت	۰/۰۱±۰/۰۴	۰/۰۲±۰/۰۸ <sup>Δ</sup>	۰/۰۲±۰/۰۷ <sup>Δ</sup>	۹/۸۰	۰/۰۰۱

\* تفاوت معنادار با حالت پایه  $\Delta$  تفاوت معنادار با حالت دارونما

اطلاعات جدول شماره ۲ با استفاده از آزمون MANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## جدول ۳- مقایسه سوخت چربی، کربوهیدرات و هزینه انرژی در حالت‌های پایه، فعالیت و پس از فعالیت

در سه گروه دارونما، دوز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز

شاخص	گروه	پایه	فعالیت	پس از فعالیت	F	p
هزینه انرژی (کیلوژول در دقیقه)	۵۰۰ میلی گرم	۰/۹۱±۵/۰۵	۳/۸۱±۱۹/۲۰ *	۰/۹۲±۵/۲۸ Δ	۱۸۴/۲۵	۰/۰۰۱
	۱۰۰۰ میلی گرم	۱/۱۳±۵/۲۵	۳/۷۸±۲۱/۱۰ *	۱/۲۹±۵/۵۶ Δ	۳۱۴/۱۹	۰/۰۰۱
دارونما	۰/۹۵±۵/۰۲	۲/۸۷±۱۹/۶۰ *	۰/۸۶±۵/۲۲ Δ	۲۷۸/۲۶	۰/۰۰۱	
اکسیداسیون کربوهیدرات (گرم در دقیقه)	۵۰۰ میلی گرم	۰/۱۱±۰/۴۹	۰/۳۵±۱/۸۸ *	۰/۱۰±۰/۵۳ Δ	۲۲۶/۱۸	۰/۰۰۱
	۱۰۰۰ میلی گرم	۰/۱۰±۰/۴۶	۰/۳۶±۱/۸۵ *	۰/۱۲±۰/۵۱ Δ	۲۲۶/۵۳	۰/۰۰۱
دارونما	۰/۰۸±۰/۴۲	۰/۲۵±۱/۶۰ *	۰/۰۷±۰/۴۴ Δ	۱۹۹/۳۲	۰/۰۰۱	
اکسیداسیون چربی (گرم در دقیقه)	۵۰۰ میلی گرم	۰/۰۳±۰/۰۷	۰/۰۸±۰/۳۱ *	۰/۰۲±۰/۰۸ Δ	۱۲۲/۱۵	۰/۰۰۱
	۱۰۰۰ میلی گرم	۰/۰۲±۰/۰۵	۰/۰۷±۰/۲۲ *	۰/۰۲±۰/۰۷ Δ*	۹۹/۳۰	۰/۰۰۱
دارونما	۰/۰۱±۰/۰۴	۰/۰۵±۰/۱۶ *	۰/۰۱±۰/۰۴ Δ	۵۱/۹۰	۰/۰۰۱	

\* تفاوت معنادار با حالت پایه Δ تفاوت معنادار با حالت فعالیت

اطلاعات جدول شماره ۳ با استفاده از آزمون ANOVA با اندازه گیری مکرر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

شاخص هزینه انرژی در سه حالت پایه ( $F= ۱/۸۲$  و  $p= ۰/۱۸$ ) در بین سه گروه دارونما، دوز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز تفاوت معناداری نشان نداد (جدول ۲). همچنین، تغییرات درون گروهی این شاخص در هر سه گروه، در حالت‌های پایه، فعالیت و پس از فعالیت تفاوت معناداری را نشان داد (جدول ۳). به طوری که اکسیداسیون کربوهیدرات حین فعالیت نسبت به حالت پایه در هر سه گروه به طور معناداری افزایش یافت (در هر سه حالت  $p= ۰/۰۰۰۱$ ). اکسیداسیون کربوهیدرات پس از فعالیت نسبت به حین فعالیت در هر سه گروه به طور معناداری کاهش یافت (در هر سه حالت  $p= ۰/۰۰۰۱$ ). اکسیداسیون کربوهیدرات پس از فعالیت نسبت به حالت پایه در هر سه گروه تفاوت معناداری نداشت ( $p= ۰/۰۶$ ،  $p= ۰/۴۱$ ،  $p= ۰/۰۵$ ) (جدول ۳).

شاخص اکسیداسیون چربی در سه حالت پایه ( $F= ۷/۲۴$ ) و  $p= ۰/۰۰۳$ ، فعالیت ( $F= ۱۰/۷۹$  و  $p= ۰/۰۰۱$ ) و پس از فعالیت ( $F= ۹/۸۰$  و  $p= ۰/۰۰۱$ ) در بین سه گروه دارونما، دوز ۵۰۰

شاخص هزینه انرژی در سه حالت پایه ( $F= ۰/۱۵$  و  $p= ۰/۸۵$ )، فعالیت ( $F= ۰/۸۰$  و  $p= ۰/۴۵$ ) و پس از فعالیت ( $F= ۰/۳۰$ ) و  $p= ۰/۷۱$ ) در بین سه گروه دارونما، دوز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز تفاوت معناداری نشان نداد (جدول ۲). همچنین، تغییرات درون گروهی این شاخص در هر سه گروه، در حالت‌های پایه، فعالیت و پس از فعالیت تفاوت معناداری را نشان داد (جدول ۳). به طوری که هزینه انرژی حین فعالیت نسبت به حالت پایه در هر سه گروه به طور معناداری افزایش یافت (در هر سه حالت  $p= ۰/۰۰۰۱$ ). هزینه انرژی پس از فعالیت نسبت به حین فعالیت در هر سه گروه به طور معناداری کاهش یافت (در هر سه حالت  $p= ۰/۰۰۰۱$ ). هزینه انرژی پس از فعالیت نسبت به حالت پایه در هر سه گروه تفاوت معناداری نداشت ( $p= ۰/۱۵$ ،  $p= ۰/۶۱$ ،  $p= ۰/۱۶$ ) (جدول ۳).

شاخص اکسیداسیون کربوهیدرات در سه حالت پایه ( $F= ۱/۳۱$ ) و  $F= ۰/۲۸$ ، فعالیت ( $F= ۲/۰۹$  و  $p= ۰/۱۴$ ) و پس از فعالیت

## بحث

تحقیق حاضر نشان داد تفاوت معناداری در هزینه انرژی و اکسیداسیون کربوهیدرات هر سه گروه دارونما، دوز ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز در حالت‌های پایه، فعالیت و پس از فعالیت وجود ندارد. در مطالعه‌ای که توسط تیلک و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد ۱۰ مرد سالم چاق در پنج گروه شامل، اپی-گالوکاتچین گالات با دوز پایین (۳۰۰ میلی گرم)، اپی-گالوکاتچین گالات با دوز بالا (۶۰۰ میلی گرم)، کافئین (۲۰۰ میلی گرم)، اپی گالوکاتچین گالات همراه با کافئین (۳۰۰ میلی گرم اپی گالوکاتچین گالات + ۲۰۰ میلی گرم کافئین) و دارونما قرار گرفتند و مکمل‌ها را به مدت ۳ روز مصرف کردند. نتایج نشان داد که هزینه انرژی در هیچ کدام از گروه‌ها تغییری نکرد (۸). بوشمن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی بر روی مردان چاق نشان دادند که هزینه انرژی زمان استراحت گروهی که به مدت دو روز اپی گالوکاتچین گالات مصرف کرده بودند تفاوت معناداری با گروه دارونما نداشت (۲۱). گاهرمان و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر مصرف کوتاه مدت عصاره چای سبز را بر هزینه انرژی در دختران تمرین نکرده پس از مصرف یک روز عصاره چای سبز و فعالیت دوچرخه‌سواری بررسی کردند. نتایج عدم تغییر هزینه انرژی را نشان داد (۷). محققین فوق کافی نبودن مقدار کافئین موجود در مکمل چای سبز یا ناکافی نبودن مقدار چای سبز مصرفی را دلیل کسب نتایج خود عنوان کردند. از آن جایی که کافئین، تخریب آدنوزین منوفسفات حلقوی داخل سلولی ناشی از فسفودی استراز را مهار می‌کند (۲۲). لذا، غلظت آدنوزین منوفسفات حلقوی داخل سلولی افزایش یافته و باعث افزایش هزینه انرژی می‌شود (۲۱). بنابراین، عدم تغییر هزینه انرژی در تحقیق حاضر احتمالاً به میزان کافئین موجود در چای سبز مربوط می‌باشد. احتمالاً میزان آن به اندازه‌ای نبوده است که باعث افزایش هزینه انرژی شود. در همین رابطه در تحقیقی که توسط بروب و همکاران (۲۰۰۵) انجام شد هزینه انرژی پس از مصرف کپسول‌هایی که حاوی ۶۰۰ میلی گرم کافئین و مقادیر مختلفی اپی گالوکاتچین گالات بودند افزایش یافت. همچنین در

۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز تفاوت معناداری داشت (جدول ۲). آزمون تعقیبی نشان داد اکسیداسیون چربی در حالت پایه در گروه ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز به طور معناداری بیشتر از دارونما بود ( $p=0/002$ ). تغییرات اکسیداسیون چربی در حالت پایه در گروه ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز و دارونما ( $p=0/39$ ) و گروه‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز ( $p=0/10$ ) معنادار نبود. اکسیداسیون چربی حین فعالیت در گروه ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز به طور معناداری بیشتر از دارونما بود ( $p=0/001$ ). اکسیداسیون چربی حین فعالیت در گروه ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز به طور معناداری بیشتر از دارونما بود ( $p=0/06$ ). تفاوت معناداری در اکسیداسیون چربی حین فعالیت گروه ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم چای سبز مشاهده نشد ( $p=0/12$ ). اکسیداسیون چربی پس از فعالیت در گروه ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز به طور معناداری بیشتر از دارونما بود ( $p=0/001$ ). اکسیداسیون چربی پس از فعالیت در گروه ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز به طور معناداری بیشتر از دارونما بود ( $p=0/02$ ). تغییرات اکسیداسیون چربی پس از فعالیت بین گروه ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز معنادار نبود ( $p=0/50$ ) (جدول ۲).

همچنین، تغییرات درون گروهی این شاخص در هر سه گروه، در حالت‌های پایه، فعالیت و پس از فعالیت تفاوت معناداری را نشان داد (جدول ۳). آزمون تعقیبی مشخص کرد که اکسیداسیون چربی حین فعالیت نسبت به وضعیت پایه در هر سه گروه به طور معناداری افزایش یافت (در هر سه حالت  $p=0/0001$ ). اکسیداسیون چربی پس از فعالیت نسبت به حین فعالیت در هر سه گروه به طور معناداری کاهش یافت (در هر سه حالت  $p=0/0001$ ). اکسیداسیون چربی پس از فعالیت در دوز ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز نسبت به حالت پایه به طور معناداری افزایش یافت ( $p=0/02$ ). اکسیداسیون چربی پس از فعالیت در گروه ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز نسبت به حالت پایه تفاوت معناداری نداشت ( $p=0/61$ ). اکسیداسیون چربی پس از فعالیت در گروه دارونما نسبت به حالت پایه تغییر معناداری نداشت ( $p=0/63$ ) (جدول ۳).

<sup>1</sup>. Boschmann

مطالعه حاضر با توجه به اینکه شدت (۷۵٪ ضربان قلب) و مدت فعالیت (۳۰ دقیقه) برای هر سه گروه یکسان بود هزینه انرژی گروه‌ها تفاوت معناداری با هم نشان نداد (۹).

یافته اصلی تحقیق حاضر این بود که اکسیداسیون چربی حالت پایه در گروه ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز به طور معناداری بیشتر از گروه دارونما بود. همچنین، اکسیداسیون چربی حین فعالیت و پس از فعالیت در دو گروه ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز به طور معناداری بیشتر از گروه دارونما بود. در همین زمینه، گاهرمان و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر مصرف کوتاه مدت عصاره چای سبز را بر اکسیداسیون چربی قبل و بعد از فعالیت دوچرخه سواری در دختران تمرین نکرده بررسی کردند. نتایج نشان داد اکسیداسیون چربی و گلیسرول پلاسما قبل و بعد از فعالیت در گروه چای سبز به طور معناداری بیشتر از دارونما بود (۷). محققان دلیل این نتیجه را به افزایش کاتکولامین‌ها و افزایش لیپولیز نسبت دادند. همچنین جنسیت را به عنوان یک عامل احتمالی اثرگذار بر نتایج این تحقیق دانسته و بیان کردند در اغلب مطالعاتی که چای سبز تاثیری بر اکسیداسیون چربی نداشته است، آزمودنی‌ها مرد بوده‌اند. ونابلس و همکاران (۲۰۰۸) اثر مصرف کوتاه مدت عصاره چای سبز را بر اکسیداسیون چربی و تحمل گلوکز در حین فعالیت دوچرخه سواری با شدت متوسط در مردان سالم مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اکسیداسیون چربی حین تمرین در گروهی که چای سبز مصرف کرده بودند ۱۷ درصد بیشتر از گروه دارونما بود. همچنین سهم اکسیداسیون چربی گروه چای سبز نسبت به هزینه انرژی به طور معنی داری بیشتر از دارونما بود (۱۲). محققان این نتیجه را به افزایش لیپولیز نسبت دادند و آن را ناشی از تاثیر غیرمستقیم این عامل در مهار آنزیم کاتکول‌اومتیل-ترانسفراز<sup>۱</sup> (آنزیمی که باعث کاهش نورآدرنالین می‌شود) دانستند. در تحقیقی دیگر، گاهرمان و همکاران (۲۰۱۶) اثر مصرف چای سبز را بر اکسیداسیون چربی پس از فعالیت در مردان سالم تمرین کرده و تمرین نکرده بررسی کردند. نتایج نشان داد اکسیداسیون چربی و همچنین سطح گلیسرول و اپی-

نفرین پلاسما قبل و پس از فعالیت در هر دو گروه به طور معنی-داری افزایش یافت اما میزان آن در مردان تمرین نکرده بیشتر بود (۱۱). محققان دلیل این نتیجه را به ماهیت و نوع فعالیت انجام شده نسبت دادند. آنها بیان کردند در طی دویدن با شدت بالا در مقایسه با ورزش تداومی و پایدار، ذخایر گلیکوژن به طور شدیدتری کاهش می‌یابد، در نتیجه در دوره ریکاوری پس از دویدن تناوبی باید اکسیداسیون چربی افزایش یابد تا کربوهیدرات باقی‌مانده بتواند صرف بازسازی گلیکوژن شود. آنها همچنین، افزایش میزان کاتکولامین‌ها را دلیل افزایش اکسیداسیون چربی عنوان کردند. در مقابل، راندل و همکاران (۲۰۱۴)، اثر مصرف ۱ و ۷ و ۲۸ روز عصاره چای سبز بدون کافئین را بر هزینه انرژی کل و اکسیداسیون کربوهیدرات و چربی در مردان سالم مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که سهم نسبی اکسیداسیون چربی در حالت استراحت، قبل از فعالیت و حین فعالیت در هر سه مدت، در گروهی که چای سبز مصرف کرده بودند تفاوت معنی داری با دارونما نداشت (۱۴). محققان علت به دست آمدن چنین نتیجه‌ای را به مصرف یک روزه و حاد عصاره چای سبز نسبت دادند. در این تحقیق فقط یک قطعه کوچک عصاره چای سبز بدون کافئین قبل از فعالیت مصرف شده و بارگیری چای سبز از روز قبل انجام نشده بود. آنها بیان کردند با توجه به اینکه نیمه عمر اپی گالوکاتچین گالات ۸ تا ۱۰ ساعت است بنابراین مصرف چای سبز از یک روز قبل باعث ایجاد اثر تجمعی چای سبز در بدن شده و همراه با مصرف یک روز قبل از فعالیت باعث افزایش شدید اکسیداسیون چربی می‌شود. در این تحقیق مشاهده شد مصرف ۷ و ۲۸ روز عصاره چای سبز بدون کافئین نیز تغییری در اکسیداسیون چربی گروه چای سبز در مقایسه با دارونما ایجاد نکرد. محققان بیان کردند تنها در مطالعاتی که برنامه تمرین ورزشی با مصرف طولانی مدت عصاره چای سبز (۸ تا ۱۰ هفته) ترکیب شده‌اند اکسیداسیون چربی حین فعالیت افزایش یافته است. همچنین در این تحقیق از عصاره چای سبز بدون کافئین استفاده شده است. از نظر محققان مصرف چای سبز بدون کافئین تاثیری بر اکسیداسیون چربی ندارد و احتمالاً این کافئین موجود در چای

<sup>1</sup>. Catechol-o-methyltransferase



باشد (۷). از آن جایی که در تحقیق حاضر اندازه گیری خونی از متابولیت ها و شاخص های مربوط به اکسیداسیون چربی صورت نگرفته است و ما تصویر واضحی از شاخص های مرتبط نداریم، نمی توانیم این عامل را یک عامل قطعی در بدست آمدن نتایج حاضر بدانیم. از عوامل دیگر می توان به گیرنده های بتا آدرنرژیک بافت چربی اشاره کرد. افزایش لیپولیز بر اثر ورزش، عمدتاً توسط تحریک بیشتر این گیرنده ها انجام می شود (۲۳). بنابراین احتمال دارد که افزایش اکسیداسیون چربی در مطالعه حاضر علاوه بر غلظت کاتکولامین ها ناشی از افزایش حساسیت بافت چربی به تحریک بتا آدرنرژیک و مهار آلفا آدرنرژیک باشد. عامل مورد بحث دیگر، کافئین می باشد که در چای سبز وجود دارد. کافئین، ترموژن را افزایش داده و می تواند باعث افزایش اکسیداسیون چربی شود (۱۱). اما در برخی از مطالعات بیان شده است که کافئین باعث افزایش گلیکولیز و در نتیجه کاهش اکسیداسیون چربی می شود (۱۵). بنابراین نمی توان گفت که نتایج تحقیق حاضر فقط ناشی از اثر کافئین بوده است. از جمله عوامل دیگر در افزایش اکسیداسیون چربی می توان به جنسیت آزمودنی ها اشاره کرد. تاثیر جنسیت بر اکسیداسیون چربی حین فعالیت مورد بررسی قرار گرفته اما نتایج یکسانی به دست نیامده است. به عنوان مثال، برخی از مطالعات با استفاده از ردیاب های ایزوتوپی دریافتند که میزان لیپولیز زنان در طول تمرین هوازی بیشتر از مردان است (۲۴). در مقابل، دیگران نشان دادند که پاسخ لیپولیزی در هر دو جنس یکسان است (۲۵). در مطالعاتی که از کالری سنجی غیرمستقیم استفاده کردند مشخص شد که اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات مردان کمتر از زنان است (۲۶). اختلاف نظر در این نتایج ممکن است مربوط به سطح آمادگی هوازی، ترکیب بدن و ماهیت فعالیت باشد (۱۱). به نظر می رسد که اکثر مطالعات در زمینه اثر مصرف کوتاه مدت چای سبز همراه با فعالیت هوازی بر متابولیسم سوبسترا در مردان انجام شده است (۱۲-۱۵، ۲۷) اما محدود مطالعاتی که اثر مصرف کوتاه مدت چای سبز همراه با فعالیت هوازی را در زنان بررسی کرده اند (۷)

سبز است که باعث افزایش اکسیداسیون چربی می شود. راندل و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق دیگری به بررسی اثر مصرف ۱ و ۷ روز عصاره چای سبز بر اکسیداسیون چربی کل بدن ۳۱ مرد در طول فعالیت رکابزنی با شدت متوسط پرداختند. نتایج نشان داد اکسیداسیون چربی هیچ یک از گروه ها تغییری نکرد. شاخص های لیپولیز در حین فعالیت با مصرف یک روز عصاره چای سبز تغییری نکرد اما در گروهی که ۷ روز چای سبز مصرف کرده بودند گلیسرول و اسیدهای چرب پلاسما حین و قبل از فعالیت به طور معنی داری افزایش یافت (۱۵). محققان علت این نتیجه را به ترکیب چای سبز نسبت دادند. در این مطالعه افراد علاوه بر ۱۲۰۰ میلی گرم کاتچین، ۲۴۰ میلی گرم کافئین در روز مصرف کرده و دو ساعت قبل از فعالیت نیز ۱۲۰ میلی گرم کافئین مصرف کردند. کافئین باعث افزایش گلیکولیز می شود که شاخص های آن افزایش غلظت لاکتات پلاسما است. بین تجمع لاکتات و اکسیداسیون چربی یک همبستگی منفی وجود دارد. در این مطالعه پس از ۷ روز مصرف چای سبز، لاکتات پلاسما افزایش یافت. محققان بیان کردند احتمالاً کافئین باعث افزایش گلیکولیز و در نتیجه کاهش اکسیداسیون چربی شده است. دلیل دیگر به مدت زمان مصرف چای سبز نسبت داده شده است. محققان بیان کردند ممکن است مصرف ۷ روز مکمل چای سبز زمان کافی برای تاثیرگذاری بر پروتئین های عملکردی مربوط به تنظیم اکسیداسیون چربی نباشد و برای اثر گذاری بیشتر به مدت زمان طولانی تری نیاز باشد. محققان بیان کردند احتمالاً غلظت اپی گالوکاتچین گالات پلاسما در این مطالعه نیز کمتر از مطالعاتی بوده است که باعث افزایش اکسیداسیون چربی شده اند.

در مجموع، دلیل کسب نتایج تحقیق حاضر را می توان این گونه عنوان کرد که یکی از عواملی که باعث افزایش معنادار اکسیداسیون چربی حین و پس از فعالیت در گروه های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرمی چای سبز شده است احتمالاً افزایش لیپولیز در گروه هایی بوده که چای سبز مصرف کرده اند. تصور می شود که افزایش لیپولیز به طور غیرمستقیم به مهار آنزیم کاتکول اومتیل- ترانسفراز (آنزیمی که باعث کاهش نورآدرنالین می شود) مربوط

می‌کنیم که دوزهای کم و زیاد چای سبز هر دو باعث افزایش اکسیداسیون چربی شده‌اند. در مطالعه حاضر نیز هر دو دوز کم و زیاد باعث افزایش اکسیداسیون چربی شده و تفاوت معناداری بین دوزها وجود ندارد. بنابراین با توجه به عوارض احتمالی جانبی مانند تحریک پذیری، کم خوابی، تاکیکاردی و عصبانیت، که مصرف بیش از حد چای سبز می‌تواند به همراه داشته باشد (۲۸) به نظر می‌رسد مصرف دوز کم چای سبز همراه با فعالیت بدنی برای کاهش وزن مناسب‌تر باشد.

### نتیجه‌گیری

می‌توان گفت زنان چاق و دارای اضافه وزن برای کاهش چربی بدن بهتر است از مکمل چای سبز با دوز ۵۰۰ میلی‌گرم همراه با فعالیت هوازی با شدت متوسط استفاده ببرند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه‌ی آزمودنی‌هایی که در انجام این پژوهش ما را یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

و همچنین مطالعه حاضر، افزایش قابل توجه اکسیداسیون چربی را در قبل، حین و پس از فعالیت در زنان گزارش کرده‌اند.

تحقیق حاضر همچنین نشان داد اکسیداسیون چربی، اکسیداسیون کربوهیدرات و هزینه انرژی، قبل، حین و پس از فعالیت بین دوزهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرمی چای سبز تفاوت معناداری نداشت. با مطالعه تحقیقات گذشته هیچ مطالعه‌ای که به مقایسه اثر مصرف کوتاه مدت دوزهای مختلف چای سبز همراه با فعالیت هوازی پرداخته باشد یافت نشد. شاید دلیل عدم تفاوت بین دوزها مدت زمان کم مصرف مکمل باشد چرا که ممکن است با مصرف طولانی مدت مکمل اختلاف بین دو دوز آشکار گردد. برای تصمیم‌گیری در این زمینه انجام تحقیقات بیشتر در مورد اثر دوزهای مختلف ضروری به نظر می‌رسد. در مطالعات پیشین که دوزهای مختلف چای سبز شامل ۵۶۰ میلی-گرم اپی‌گالوکاتچین گالات حاوی ۷۴۸ میلی‌گرم پلی‌فنول (۷)، کپسول چای سبز حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم کاملیاسینسیز (۱۱) و ۳۶۶ میلی‌گرم اپی‌گالوکاتچین گالات حاوی ۸۹۰ میلی‌گرم پلی-فنول (۱۲)، باعث افزایش اکسیداسیون چربی شده‌اند، مشاهده

### References

1. Rains T, Agarwal S, Maki KC. Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *J Nutr Biochem* 2011; 22:1-7.
2. Jung UJ, Choi MS. Obesity and Its metabolic complications: the role of adipokines and the relationship between obesity, inflammation, insulin resistance, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. *Int J Mol Sci* 2014; 15:6184-223.
3. Lavie C, De Schutter A, Parto P, Jahangir E, Kokkinos P, Ortega F, et al. Obesity and prevalence of cardiovascular diseases and prognosis-the obesity paradox updated. *Prog Cardiovasc Dis* 2016; 58:537-47.
4. Hill AM, Coates AM, Buckley JD, Ross R, Thielecke F, Howe P. Can EGCG reduce abdominal fat in obese subjects? *J Am Coll Nutr* 2007; 26:396S-402S.
5. Chacko SM, Thambi PT, Kuttan R, Nishigaki I. Beneficial effects of green tea: a literature review. *Chin Med* 2010; 5:13.
6. Suzuki T, Pervin M, Goto S, Isemura M, Nakamura Y. Beneficial effects of tea and the green tea catechin epigallocatechin-3-gallate on obesity. *Molecules* 2016; 21:1305.
7. Gahreman D, Wang R, Boutcher Y, Boutcher S. Green tea, intermittent sprinting exercise, and fat oxidation. *Nutrients* 2015; 7:5646-63.
8. Thielecke F, Rahn J, Bo`hnke J, Adams F, Birkenfeld A, Jordan J, et al. Epigallocatechin-3-gallate and postprandial fat oxidation in overweight/obese male volunteers: a pilot study. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64:704-13.
9. Bérubé-Parent S, Pelletier C, Dore J, Tremblay A. Effects of encapsulated green tea and Guarana extracts containing a mixture of epigallocatechin-3-gallate and caffeine on 24 h energy expenditure and fat oxidation in men. *Br J Nutr* 2005; 94:432-6.
10. Komatsu T, Nakamori M, Komatsu K, Hosoda K, Okamura M, Toyama K, et al. Oolong tea increases energy metabolism in Japanese female. *J Med Invest* 2003; 50:170-5.
11. Gahreman DE, Boutcher YN, Bustamante S, Boutcher SH. The combined effect of green tea and acute interval sprinting exercise on fat oxidation of trained and untrained males. *J Exerc Nutrition Biochem* 2016; 20:1-8.
12. 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; 87:778-84.

13. Dean S, Braakhuis A, Paton C. The effects of EGCG on fat oxidation and endurance performance in male cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2009; 20:624-44.
14. Randell RK, Hodgson AB, Lotito SB, Jacobs DM, Rowson M, Mela DJ, et al. Variable duration of decaffeinated green tea extract ingestion on exercise metabolism. *Med Sci Sports Exerc* 2014; 46:85-93.
15. Randell RK, Hodgson AB, Lotito SB, Jacobs DM, Boon N, Mela D, et al. No effect of 1 or 7 days green tea extracts ingestion on fat oxidation during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45:883-91.
16. Haghighi AH, Yaghoubi M. The effect of eight weeks aerobic training and green tea supplementation on body fat percentage and serum lipid profiles in obese and overweight women. *Med J Mashhad Univ Med Sci* 2013; 56:211-8 (Persian).
17. Nikooyeh B, Abdollahi Z, Salehi F, Nourisaeidlou S, Hajifaraji M, Zahedirad M, et al. Prevalence of obesity and overweight and its associated factors in urban adults from west Azerbaijan, Iran: the national food and nutritional surveillance program (NFNSP). *Nutr Food Sci Res* 2016; 3(2):21-6.
18. Mackenzie B. Performance evaluation tests. London: Electric Word Plc; 2005. P. 33-4.
19. Frayn KN. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *J Appl Physiol* 1983; 55:628-34.
20. Volp Ayub B, Bar-Or O. Energy cost of walking in boys who differ in adiposity but are matched for body mass. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35:669-74.
21. 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; 26:389-95.
22. Klaus S, Pultz S, Thone-Reineke C, Wolfram S. Epigallocatechin gallate attenuates diet-induced obesity in mice by decreasing energy absorption and increasing fat oxidation. *Int J Obes (Lond)* 2005; 29:615-23.
23. Hellstrom L, Blaak E, Hagstrom-Toft E. Gender differences in adrenergic regulation of lipid mobilization during exercise. *Int J Sports Med* 1996; 17:439-47.
24. Carter S, Rennie C, Tarnopolsky MA. Substrate utilization during endurance exercise in men and women after endurance training. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001; 280:E898-907.
25. Burguera B, Proctor D, Dietz N, Guo Z, Joyner M, Jensen M. Leg free fatty acid kinetics during exercise in men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000; 278:E113-7.
26. Blatchford FK, Knowlton RG, Schneider DA. Plasma FFA responses to prolonged walking in untrained men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1985; 53:343-7.
27. Hodgson AB, Randell RK, Jeukendrup AE. The effect of green tea extract on fat oxidation at rest and during exercise: evidence of efficacy and proposed mechanisms. *Adv Nutr* 2013; 4:129-40.
28. DerMarderosian A. Guide to popular natural products. Facts and comparisons. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. P. 119.

## Original Article

### The effect of two different doses of green tea on substrate metabolism and energy expenditure before, during and after one session of aerobic exercise in overweight and obese women

Received: 22/11/2017 - Accepted: 22/06/2018

Fatemeh Zolfaghari<sup>1</sup>  
Amir Hossein Haghighi<sup>2\*</sup>  
Mohammadreza Hamedinia<sup>3</sup>

*1-MSc student of Exercise Physiology,  
Faculty of Sport Sciences, Hakim  
Sabzevari University, Sabzevar, Iran.*

*2-Associate Professor of Exercise  
Physiology, Faculty of Sport Sciences,  
Hakim Sabzevari University, Sabzevar,  
Iran.*

*3-Professor of Exercise Physiology,  
Faculty of Sport Sciences, Hakim  
Sabzevari University, Sabzevar, Iran.*

\* Faculty of sport sciences, Hakim  
Sabzevari University, Hakim Sabzevari  
University, Sabzevar, Iran  
Tel: 051-44012765  
Email: ah.haghighi292@yahoo.com

#### Abstract

**Introduction:** The purpose of this study was to investigate the effect of two different doses of green tea on substrate metabolism and energy expenditure before, during and after an aerobic exercise session in overweight and obese women.

**Materials & Methods:** Ten overweight and obese women (weight  $80.71 \pm 11.96$  kg) voluntarily participated in a cross-over design. These participants consumed a dose of 500 mg of green tea, a dose of 1000 mg of green tea and placebo with a wash-out period of 12 to 14 days between these three periods. The exercise protocol included running at 75% of the maximum heart rate on treadmill for 30 minutes. The respiratory gases of the participants were collected using a gas analyzer for 30 minutes before exercise in supine position (baseline), 30 minutes during exercise and 30 minutes after exercise (EPOC) to measure carbohydrate oxidation, fat, and energy expenditure. Data were analyzed using MANOVA and ANOVA with repeated measurements tests ( $\alpha=0.05$ ).

**Results:** The results showed that 500 and 1000 mg of green tea consumptions increased significantly fat oxidation during and after exercise compared with the placebo group. There was no significant difference between the two doses in the above variable. There was no significant difference in carbohydrate oxidation and energy expenditure between the three groups in baseline state, during and after exercise.

**Conclusion:** Overweight and obese women can reduce their body fat using a 500 mg green tea supplement along with doing moderate aerobic exercise.

**Keywords:** Doses of green tea, Substrate metabolism, aerobic exercise, Obesity.

**Acknowledgement:** There is no conflict of interest.