

The Effect of 8-Weeks of Aerobic Training and Green Tea Supplementation on Aerobic Capacity, Body Mass Index and Fat Percentage in Obese and Overweight Officers Students

Reza Sabzevari Rad ^{1*}, Ebrahim Fasihi-Ramandi ¹, Davar Khaksar Boldaji ²

¹ Exercise Physiology Research Center, Life Style Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

² PhD student, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamadan, Iran

Abstract

Background and Aim: In addition to antioxidant compounds, green tea has anti-diabetic antibacterial, anti-inflammatory, anti-fibrotic and anti-obesity properties. So, this study aimed to investigate the effect of 8-weeks of aerobic training and green tea supplementation on aerobic capacity, body mass index and fat percentage in obese and overweight officers students.

Methods: In this quasi-experimental study, which was conducted in 2018 at Imam Ali Officer University, 60 subjects with age range 18-22 years and BMI greater than 25 kg / m² were selected by available convenience sampling method; They were divided randomly into 4 groups: aerobic training (n=13), green tea supplement (n=18), aerobic training + green tea supplement (n=16) and control groups (n=13). Aerobic training program included aerobic training 45-60 minutes at 60-80% maximum heart rate, three sessions per week which lasted for 8 weeks. Green tea supplement group while maintaining their diet 2 hours after each meal brewed 2 g dry green tea in 150cc Boiling water in three meals in the morning, noon and evening consumed. The aerobic capacity, body mass index and fat percentage of the participants in the two stages before and after the training protocol were also measured. A one-way statistical analysis of the variance test (ANOVA) was used to significantly compare the groups, and a Tukey follow-up test was used to significantly compare the pairs of groups.

Results: Eight weeks of aerobic training significantly reduced body weight, body mass index and body fat percentage (P<0.05) and green tea supplementation significantly reduced body weight and body mass index (P<0.05). Also, the combination of aerobic training and green tea supplementation, in addition to weight loss, body mass index and body fat percentage, resulted in a significant increase in aerobic capacity (P<0.05).

Conclusion: Considering that the combination of aerobic training and green tea supplementation reduces the body mass index, fat percentage and increases aerobic capacity among officer students. It is therefore a valuable non-pharmacological strategy for realizing and improving research parameters.

Keywords: Aerobic capacity, Aerobic Training, Green Tea Supplement, Obesity, Officer Students

تأثیر هشت هفته تمرینات هوازی و مکمل چای سبز بر توان هوازی، نمایه توده بدن و درصد چربی در دانشجویان افسری چاق و دارای اضافه وزن

رضا سبزواری راد*^۱، ابراهیم فصیحی رامندی^۱، داور خاکسار بلداجی^۲

^۱ مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزشی، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی، بقیه الله (عج)، تهران، ایران
^۲ دانشجوی دکتری تربیت بدنی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

چکیده

زمینه و هدف: چای سبز علاوه بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی دارای خواص ضد دیابتی، ضد باکتری، ضد التهابی، ضد فیبروتیک و ضد چاقی نیز می‌باشد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات هوازی و مکمل چای سبز بر توان هوازی، نمایه توده بدن و درصد چربی در دانشجویان افسری چاق و دارای اضافه وزن بود.

روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی که در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه افسری امام علی (ع) انجام شد، ۶۰ دانشجوی مرد چاق و دارای اضافه وزن با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۲ سال و نمایه توده بدنی بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع به روش نمونه‌گیری انتخابی در دسترس و هدفدار انتخاب شدند؛ سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی در ۴ گروه شامل تمرین هوازی (۱۳ نفر)، گروه مکمل چای سبز (۱۸ نفر)، گروه ترکیب تمرین هوازی و مکمل چای سبز (۱۶ نفر) و گروه کنترل (۱۳ نفر) قرار گرفتند. گروه تمرین هوازی به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه به مدت ۴۵-۶۰ دقیقه با شدت ۸۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب به دویدن بر روی تردمیل پرداخته و گروه مکمل چای سبز در همین زمان با حفظ رژیم غذایی خود، روزانه ۳ عدد چای سبز کیسه‌ای ایرانی محتوی ۲ گرم چای خشک را در ۱۵۰ سی سی آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد دم کرده و در سه وعده غذایی به صورت صبح، ظهر و عصر قبل از برنامه ورزشی مصرف نمودند. هم‌چنین توان هوازی، شاخص توده بدنی و درصد چربی، آزمونی‌ها در دو مرحله پیش و پس از پروتکل تمرین نیز سنجیده و برای مقایسه معنی‌داری چهار گروه در متغیرهای وابسته از آزمون آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه و هم‌چنین برای مقایسه معناداری جفت گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته‌ها: ۸ هفته تمرین هوازی موجب کاهش معنادار وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن و مکمل چای سبز موجب کاهش معنادار وزن بدن و شاخص توده بدن شد. هم‌چنین ترکیب تمرین هوازی و مکمل چای سبز علاوه بر کاهش وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن، افزایش معنادار در حداکثر اکسیژن مصرفی را بدنبال داشت.

نتیجه‌گیری: باتوجه به اینکه ترکیب تمرین هوازی و مکمل چای سبز منجر به کاهش نمایه توده بدنی، درصد چربی و افزایش توان هوازی در بین دانشجویان افسری می‌گردد. بنابراین یک استراتژی غیردارویی ارزشمند برای تحقق و بهبود پارامترهای تحقیق می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: توان هوازی، تمرین هوازی، مکمل چای سبز، چاقی، دانشجویان افسری.

مقدمه

نیروهای نظامی بطور مکرر در مواجهه با شرایط شدید محیطی (مانند کویر، محیط سرد) و عملیات‌های نیازمند متابولیک قرار دارند (۱-۳). مطالعات زیادی نشان داده‌اند که سلامتی، تناسب اندام و عملکرد پرسنل نظامی وابستگی زیادی با وضعیت تغذیه‌ای در هنگام آموزش و تمرینات آنها دارد. بنابراین، آمادگی آنها برای اعزام به مناطق و عملیات مختلف می‌تواند تحت تأثیر مصرف مواد مغذی قرار گیرد (۴-۷). این امر به ویژه برای نیروهای رزمی هنگام آماده‌سازی یا آموزش به منظور استقرار در مناطق عملیاتی بسیار حائز اهمیت می‌باشد (۸). همچنین توجه به رژیم غذایی سالم و بهینه به منظور تسهیل سازگاری با تمرینات و آموزشها، ریکاوری، حفظ سلامتی و پیشرفت شغلی در نیروهای مسلح ضروری است. تغذیه مطلوب، رکن اساسی در جهت کاهش خطر ابتلا به شرایط طولانی مدت سلامتی مانند چاقی و بیماریهای قلبی عروقی و تناسب اندام محسوب می‌گردد (۹،۱۰). با توجه به شیوع بالای چاقی و اضافه وزن در بین مردم، متخصصین پزشکی، روش‌های غیر دارویی از جمله ورزش و فعالیت بدنی را برای کاهش وزن و پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با چاقی توصیه نموده‌اند (۱۱،۱۲). اخیراً گزارشی از پرسنل نظامی استرالیا منتشر شده است که بطور شگفت‌انگیزی افزایش مصرف مکمل‌های غذایی به میزان ۷۶٪ در مردان و ۸۷٪ از زنان را به منظور دستیابی به اهداف سلامتی نشان داده است بنابراین این گزارش حاکی از آن است که استفاده از مکمل‌های افزایش دهنده عملکرد بدنی و تندرستی در بین نیروهای نظامی دارای فراوانی زیادی است (۱۳).

چای سبز یکی از گیاهان دارویی می‌باشد که منبع پلی فنول‌هایی مانند کاتچین و اپی گالوکتچین گالات (EGCG)، کاروتنوئیدها، کافئین، توکوفرول‌ها، اسیداسکوربیک (ویتامین C)، مواد معدنی مانند کروم، منگنز، سلنیوم، روی و سایر ترکیبات محسوب شده (۱۴) و علاوه بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی دارای خواص ضددیابتی، ضدباکتری، ضدالتهابی، ضدفیروتیک، ضدچاقی نیز می‌باشد. همچنین به واسطه داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی و پاک‌کنندگی گونه‌های اکسیژن واکنشی (ROS) از بروز سرطان، بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های اعصاب، فیبروز کبدی جلوگیری می‌نماید. همچنین در پوست اثر محافظتی در مقابل اشعه UV داشته و منجر به افزایش دانسیته استخوانی می‌گردد (۲۰-۱۵). EGCG از قدرتمندترین ترکیبات چای سبز محسوب می‌شود که به واسطه مواد آنتی‌اکسیدانی و با تقویت اثرات هورمون‌های موثر در چربی سوزی مانند نوراپی نفرین منجر به کاهش چربی بدن شده (۲۱،۲۲) همچنین حاوی کافئین بوده که این ماده نیز در لیپولیز چربی و رهایش آنها در جریان خون نقش هم افزا دارد (۲۳). از طرفی شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد EGCG با کاهش دریافت غذا منجر به کاهش در سطوح تری گلیسرید، کلسترول و لپتین خون شده و از طرفی سوخت و ساز انرژی را تحریک کرده

و میزان HDL خون را افزایش می‌دهد (۲۴،۲۵). در یک مطالعه مروری گزارش شده است که ترکیب مکمل چای سبز و تمرینات ورزشی با شدت بالا به منظور حفظ آمادگی جسمانی و کاهش توده چربی بدن نیروهای واکنش سریع گزینه مناسبی می‌باشد (۲۶). در مطالعه دیگری اثبات شده که ۱۰ هفته مصرف چای سبز به تنهایی منجر به کاهش معنادار وزن بدن و شاخص توده بدن و تمرین هوازی به تنهایی موجب کاهش معنادار وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن ولی ترکیب تمرین هوازی و چای سبز اثرات معناداری در افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، کاهش وزن، شاخص توده بدن و درصدچربی بدن مردان چاق و با اضافه وزن بدنبال دارد (۲۷).

دردو مطالعه فراتحلیل (یک مطالعه با بررسی ۴۹ مقاله و دیگری با بررسی ۱۲۴۳ فرد) در آزمایشات تصادفی کنترل شده و تحت نظارت دقیق، گزارش نموده‌اند که مصرف چای سبز منجر به کاهش وزنی در حدود ۱/۵ کیلوگرم، کاهش اندازه دور کمر در حدود ۲ سانتیمتر و کاهش چربی احشایی شده و در نهایت بهبود سلامتی و سبک زندگی در افراد چاق و دارای اضافه وزن را بدنبال خواهد داشت (۲۸،۲۹). متابولیسم بدن با مصرف چای سبز ۳-۸ درصد افزایش می‌یابد، هم چنین هزینه انرژی حاصل از نوشیدن چای سبز معادل ۱۰۰-۷۵ کالری در روز افزایش می‌یابد (۳۱،۳۰). تأثیر مصرف طولانی مدت چای سبز (یک تا چند ماه) در افزایش متابولیسم ثابت شده است (۳۲،۳۳). در مطالعه‌ای بر روی ۶۰ فرد چاق با شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ ثابت شده است که اثرات مصرف چای سبز به مدت ۳ ماه به افزایش مصرف بیش از ۱۸۳ کیلوژول معادل ۴۴ کالری در روز و کاهش ۳ کیلوگرم وزن بدن منجر می‌گردد (۳۴). تمامی این نتایج باعث شد تا دیدگاه‌های جدیدی نسبت به اثرات چای سبز بر بدن و برجسته کردن فواید بالقوه آن در پیشگیری یا درمان چاقی و درمان سندروم متابولیک و مکانیسم‌های مرتبط با آن پیشنهاد گردد (۳۵). همچنین مطالعه بر متابولیسم چربی بافت‌ها و سلول‌های حیوانی نشان داد که مصرف چای و کاتچین، تری آسید گلیسرول و غلظت کلسترول تام را کاهش می‌دهد و ترموزن را تحریک می‌کند همچنین از تجمع چربی بدنی و کبدی جلوگیری می‌کند (۳۶). Nagao و همکاران گزارش دادند که مصرف روزانه ۶۹۰ میلی گرم کاتچین به مدت ۱۲ هفته، موجب کاهش معنادار وزن بدن، نمایه توده بدن و محیط دور کمر و نواحی چربی زیر پوستی مردان سالم ژاپنی می‌گردد که علت آن را افزایش هزینه انرژی و تحریک گرمایی عنوان نمودند (۳۷).

Maki و همکاران نشان دادند که ترکیب ۶۲۵ میلی گرم کاتچین و ۳۹ میلی گرم کافئین در روز همراه با تمرین با شدت متوسط (۱۸۰ دقیقه فعالیت بدنی طی ۳ جلسه در هفته) موجب کاهش چربی شکمی می‌شود (۳۸). اثرات کاتچین بر ترکیب بدنی از طریق چندین ساز و کار می‌باشد. COMT آنزیمی است که

و درصد چربی بدن توسط نرم افزار محاسبه چربی بدن (پویا ارمغان، ایران) برآورد گردید (۴۱).

سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی در ۴ گروه شامل تمرین هوازی (۱۳ نفر)، گروه مکمل چای سبز (۱۸ نفر)، گروه ترکیب تمرین هوازی و مکمل چای سبز (۱۶ نفر) و گروه کنترل (۱۳ نفر) قرار گرفتند. تمرینات هوازی به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته اجرا شد به این صورت که آزمودنی‌ها ۱۰ دقیقه فرآیند گرم کردن را اجرا می‌نمودند و سپس به مدت ۴۵-۶۰ دقیقه با شدت ۸۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب به دویدن بر روی تردمیل پرداخته و در پایان هر جلسه دویدن، عمل ریکاوری با اجرای دوی نرم به مدت ۵ دقیقه انجام گردید، ضربان قلب آزمودنی‌ها در طول اجرای پروتکل تمرینی بوسیله دستگاه پولار (Polar Elector, Made in china, 31 CoDeD, N2965) کنترل شد. گروه‌های مکمل چای سبز به مدت ۸ هفته با حفظ رژیم غذایی خود، روزانه ۳ عدد چای سبز کیسه‌ای ایرانی محتوی ۲ گرم چای خشک را در ۱۵۰ سی سی آب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد دم کرده و در سه وعده غذایی به صورت صبح، ظهر و عصر قبل از برنامه ورزشی مصرف نمودند. به منظور ارزیابی رژیم غذایی، از پرسشنامه ۲۴ ساعته رژیم غذایی، سه روز قبل از شروع دوره و سه روز پایانی دوره استفاده گردید. در این تحقیق به منظور برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها (VO_{2max}) از آزمون بروس بر روی تردمیل (Gansham Medizin (Electronic GmbH97618Niedelaur, Germany) استفاده گردید (۴۲). لازم به ذکر است زمانی که آزمودنی‌ها به واماندگی رسیدند ضربان قلب آن‌ها در بیشینه مقدار خود بود که از آن به عنوان HR_{max} استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: جهت نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای مقایسه معنی داری چهار گروه در متغیرهای وابسته از آزمون آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده گردید همچنین از آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه معناداری جفت گروه‌ها استفاده شد. نتایج در سطح معنی‌داری ($P < 0.05$) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ ارزیابی شد.

نتایج

تفاوت معناداری بین گروه‌ها در شاخص وزن بدن، BMI، WHR، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) وجود نداشت (جدول-۱). برای محاسبه تغییرات میان گروهی در تفاوت نمره‌های پس آزمون شاخص‌های مذکور از آزمون آنالیز کوواریانس استفاده شد. تفاوت معناداری بین ۴ گروه پژوهش با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه بر تفاوت نمره‌های پس آزمون از پیش آزمون در شاخص وزن بدن، درصد چربی و VO_{2max} مشاهده شد. همچنین با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه بر نمره‌های پیش آزمون و تفاوت نمره‌های پس آزمون از پیش آزمون پارامترهای (جدول-۲) تفاوت معناداری را بین گروه‌ها مشاهده نشد.

فعالیت نورایی نفرین را کاهش می‌دهد و این ساز و کار موجب طولانی‌تر شدن فعالیت نورایی نفرین می‌شود، چای سبز با اثر بر روی COMT جلوی فعالیت آن را می‌گیرد به نظر می‌رسد سیستم عصبی سمپاتیک در بسیج چربی از انبارهای چربی در نقاط مختلف بدن نقش دارد، بنابراین ممکن است کاتچین‌ها با افزایش تاثیرات سمپاتیکی تاثیر متفاوتی بر جمع آوری چربی از انبارهای مختلف آن داشته باشد (۳۹).

Richards و همکاران تاثیر ۱۴ روز مصرف EGCG (روزانه ۳ عدد کپسول حاوی ۱۳۵ میلی گرم EGCG) را بر حداکثر اکسیژن مصرفی در تمرین دوچرخه کارسج با شدت ۲۵ تا ۳۰ وات در دقیقه تا رسیدن به حالت واماندگی بررسی کردند. این محققان افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی را پس از مصرف کوتاه مدت EGCG تایید کردند و این افزایش را به تاثیر EGCG در افزایش اختلاف اکسیژن خون سرخرگی-سیاهرگی نسبت دادند (۴۰).

باتوجه به اثرات چای سبز در مطالعات بالا از این رو هدف تحقیق حاضر، بررسی تاثیر هشت هفته تمرین هوازی و مکمل چای سبز و پاسخ به این پرسش است که آیا مصرف چای سبز به همراه تمرینات هوازی می‌تواند بر توان هوازی و نمایه توده بدن و درصد چربی در افسران چاق و دارای اضافه وزن مثر ثمر باشد و آیا میتوان این مکمل گیاهی و بدون عارضه را در تمرینات هوازی جایگزین سایر مکمل‌های پرعارضه نمود؟

روش‌ها

این مطالعه نیمه تجربی در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه افسری امام علی (ع) انجام گرفت. جامعه آماری شامل همه دانشجویان چاق و دارای اضافه وزن با نمایه توده بدن (BMI) بیشتر از 25Kg/m^2 با دامنه سنی ۱۸-۲۲ سال بودند که بجز فعالیت‌های جسمانی روزمره، فعالیت ورزشی دیگری نداشتند.

پس از درج اطلاعات در سطح دانشگاه از افرادی که مایل به شرکت در دوره فعالیت ورزشی بودند، ثبت نام به عمل آمد، تعداد ۶۰ نفر داوطلب برای شرکت در برنامه ورزشی اظهار تمایل کردند. معیارهای خروج از پژوهش، شامل مصرف سیگار، سابقه بیماری خاص، استفاده از دارو و شرکت در فعالیت منظم ورزشی در شش ماه گذشته بود، از همه شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی، از شرکت‌کنندگان دعوت بعمل آمد تا جهت تایید سلامت عمومی، سلامت قلبی، تنفسی، کنترل عدم مصرف دارو، نداشتن بیماری‌های خاص و عدم مشکل حرکتی توسط پزشک معتمد معاینه شوند.

سه روز قبل از شروع فعالیت ورزشی، اندازه‌گیری‌های تن سنجی و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها انجام گرفت، اندازه‌گیری‌های تن سنجی شامل وزن، قد و ضخامت چربی زیرجلدی، در وسط عضله ساق پا و عضله سه سر بازویی، با استفاده از کالیپر پویا (پویا ارمغان، ایران) با دقت نیم میلیمتر و با روایی ($p=0.999$) اندازه‌گیری شد

جدول-۱. مشخصات فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها و تغییرات آنها

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون	P value	پس آزمون	P value
وزن (kg)	کنترل	۹۰/۶±۳/۷	۰/۳۸	۸۷/۵±۱۱/۵	* ۰/۰۰۱
	مکمل	۸۴/۳±۸/۸		* ۸۲/۳±۱۰/۴	
	تمرین	۹۳/۲±۴/۴		* ۸۸/۲±۴/۲	
	تمرین+مکمل	۸۶/۴±۱۴/۵		* ۸۰/۴±۱۱/۴	
نمایه توده بدن (kg/m ²)	کنترل	۲۸/۳±۴/۲	۰/۵۴	۲۶/۲±۲/۱	* ۰/۰۰۶
	مکمل	۳۰/۹±۷/۳		* ۲۷/۳±۵/۲	
	تمرین	۲۸/۲±۵/۴		* ۲۶/۱±۷/۳	
	تمرین+مکمل	۳۲/۱±۴/۴		* ۲۹/۱±۲/۳	
WHR	کنترل	۰/۹۶±۰/۰۲	۰/۸۷	۰/۹۵±۰/۰۳	۰/۶۳
	مکمل	۰/۹۹±۰/۰۳		۰/۹۸±۰/۰۲	
	تمرین	۰/۹۷±۰/۰۵		۰/۹۶±۰/۰۳	
	تمرین+مکمل	۰/۹۵±۰/۰۱		۰/۹۵±۰/۰۲	
درصد چربی بدن	کنترل	۴۱/۱±۲/۷	۰/۶۲	۳۸/۲±۳/۴	* ۰/۰۰۴
	مکمل	۳۸/۲±۵/۲		* ۳۱/۴±۲/۷	
	تمرین	۳۴/۷±۲/۷		* ۲۹/۳±۱/۲	
	تمرین+مکمل	۳۶/۸±۲/۱		* ۳۴/۱±۵/۷	
حداکثر اکسیژن مصرفی (Vo _{2max}) (ml/kg/min)	کنترل	۳۵/۲±۳/۲	۰/۹۴	۳۷/۲±۷/۴	* ۰/۰۰۱
	مکمل	۳۸/۴±۱/۲		* ۴۰/۷±۱/۲	
	تمرین	۳۷/۲±۴/۱		* ۴۴/۲±۶/۴	
	تمرین+مکمل	۴۲/۱±۲/۱		* ۴۹/۵±۲/۱	

* سطح معناداری در مقایسه با گروه کنترل

جدول-۲. نتایج آزمون آماری بر کالری دریافتی

متغیر	گروه‌ها	پیش آزمون	P value	پس آزمون	P value
کالری دریافتی (kcal)	کنترل	۱۴۲۲±۱۱۲	۰/۷۴	۱۴۰۹±۲۱۲	۰/۶۶
	مکمل	۱۴۰۰±۱۲۰		۱۳۸۱±۱۲۵	
	تمرین	۱۵۱۳±۲۲۱		۱۵۴۶±۲۱۲	
	تمرین+مکمل	۱۵۴۲±۳۲۰		۱۴۱۲±۲۴۲	
درصد کالری بدست آمده از کربوهیدرات (گرم)	کنترل	۴۶/۴±۲/۹	۰/۸۳	۴۸/۱±۷/۲	۰/۷۷
	مکمل	۵۹/۲±۳/۱		۵۱/۷±۲/۲	
	تمرین	۵۲/۵±۳/۷		۵۳/۴±۴/۲	
	تمرین+مکمل	۵۹/۴±۴/۶		۵۶/۲±۴/۲	
درصد کالری بدست آمده از چربی (گرم)	کنترل	۲۹/۱±۴/۱	۰/۴۸	۳۰/۹±۴/۲	۰/۵۴
	مکمل	۳۲/۲±۵/۴		۳۱/۲±۶/۳	
	تمرین	۳۰/۷±۴/۴		۲۹/۴±۷/۶	
	تمرین+مکمل	۳۴/۵±۷/۱		۳۵/۱±۴/۱	
درصد کالری بدست آمده از پروتئین (گرم)	کنترل	۱۱/۲±۴/۱	۰/۶۶	۱۲/۸±۲/۵	۰/۵۲
	مکمل	۱۵/۲±۳/۷		۱۳/۷±۴/۱	
	تمرین	۱۴/۸±۲/۹		۱۲/۹±۲/۷	
	تمرین+مکمل	۱۴/۴±۱/۲		۱۳/۸±۲/۴	

بحث

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات هوازی و مکمل چای سبز بر توان هوازی، نمایه توده بدن و درصد چربی در دانشجویان افسری چاق و دارای اضافه وزن بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تمرینات هوازی به تنهایی موجب کاهش وزن، کاهش نمایه توده بدن و درصد چربی بدن می‌شود که با تحقیقات Ara و همکاران (۱۱)، Noland و همکاران (۴۳)، Kishali (۴۴)، و Jürimäe و همکاران (۴۵)، همسو است. هم چنین در پژوهش ما ۸ هفته مصرف مکمل چای سبز به تنهایی موجب کاهش معنادار نمایه توده بدن، وزن بدن و درصد چربی بدن گردید. همسو با نتایج پژوهش ما درد مطالعه فراتحلیل (یک مطالعه با بررسی ۴۹ مقاله و دیگری با بررسی ۱۲۴۳ فرد) در آزمایشات تصادفی کنترل شده و تحت نظارت دقیق، گزارش شده که مصرف چای سبز منجر به کاهش وزنی در حدود ۱/۵ کیلوگرم، کاهش اندازه دور کمر در حدود ۲ سانتیمتر و کاهش چربی احشایی شده و در نهایت بهبود سلامتی و سبک زندگی در افراد چاق و دارای اضافه وزن را بدنبال خواهد داشت (۲۸،۲۹). Sayama و همکارانش در مطالعه بر روی موش‌ها به این نتیجه رسیدند که موش‌هایی که رژیم محتوی ۲ درصد چای سبز به مدت ۱۶ هفته داشتند، کاهش در توده چربی و وزن بدن را تجربه کرده‌اند (۴۶). چای سبز موجب توقف متابولیسم لیپید و کاهش انباشت توده چربی و وزن بدن می‌گردد و کاهش وزن ناشی از مصرف چای سبز می‌تواند به دلیل افزایش هزینه انرژی و اکسیداسیون چربی و احتمالاً متوقف کردن آنزیم اسید چرب سنتتاز باشد. یک فرضیه احتمالی این است که چای سبز با مهار COMT و از طریق مکانیسم‌های تحریکی غیر آدرنرژیک منجر به کاهش فعالیت فاکتور هسته‌ای NF-KB می‌گردد (۴۷) هم چنین اثر چای سبز در اکسایش چربی ممکن است در اثر افزایش فعال شدن گیرنده‌های گسترش پراکسی زوم رخ دهد. در مطالعه‌ای توسط سی تان و همکاران ثابت شد که مصرف EGCG به مدت ۱۶ هفته منجر به افزایش فعالیت گیرنده‌های گسترش پراکسی زوم در عضلات مخطط موش‌های تغذیه شده با چربی بالا می‌گردد (۴۸). Dulloo و همکاران، عصاره چای سبز محتوی ۹۰ میلی گرم EGCG و ۵۰ میلی گرم کافئین را در سه موقعیت زمانی به ۱۰ مرد سالم تجویز نمودند. میانگین انرژی مصرفی روزانه طی ۲۴ ساعت پس از مصرف در افرادی که به آنها عصاره چای سبز داده شده بود بیشتر از گروه دریافت کننده دارونما بود. عقیده بر این است که EGCG بوسیله مهار تخریب نورایی نفرین سبب تولید گرما و اکسایش چربی می‌شود (۳۰). لازم به ذکر است که برخی از مطالعات تاثیرات مثبت در کاهش وزن و یا افزایش متابولیسم ناشی از مصرف چای سبز بدن را گزارش نکرده‌اند و یا گزارش نموده‌اند که متابولیسم به میزان اندکی افزایش یافته است. محققین علت این عدم افزایش متابولیسم و کاهش وزن را ویژگی‌های فردی و یا تعداد کم افراد

شرکت کننده در مطالعات بیان نموده‌اند (۳۲،۳۹،۴۸،۴۹). در این پژوهش نسبت دور کمر به دور لگن کاهش پیدا نکرد، علت عدم کاهش WHR به دلیل کاهش همزمان محیط دور کمر و دور لگن می‌باشد. همسو با پژوهش ما Phung و همکاران در مطالعه مروری خود به این نتیجه رسیدند که کاتچین چای سبز همراه با کافئین باعث کاهش وزن، درصد چربی بدن و شاخص توده بدن می‌شود، ولی بر WHR تأثیری ندارد، همچنین کاتچین چای سبز بدون کافئین اثری بر اندازه‌های آنتروپومتریک ندارد (۲۹). همچنین چای سبز موجب کاهش درصد چربی بدن آزمودنی‌ها شد. دلیل این اختلاف در تحقیقات را می‌توان مقدار بیشتر عصاره چای سبز (۶۹۰ میلی گرم) و کافئین (۷۵ میلی گرم) و مدت زمان بیشتر مکمل‌سازی (۲ هفته) ذکر کرد. Nagao و همکاران نشان دادند مصرف روزانه ۶۹۰ میلی گرم کاتچین، موجب کاهش معنادار وزن بدن، نمایه توده بدن و محیط دور کمر و نواحی چربی زیر پوستی می‌شود آنها علت این کاهش‌ها را افزایش هزینه انرژی و تحریک گرمایی بیان نمودند (۳۷).

میزان اکسایش چربی در هنگام ورزش در مردانی که چای سبز را مصرف نموده‌اند در مقایسه با گروه کنترل ۱۷ درصد بیشتر گزارش شده است هم چنین مطالعات دیگر عنوان نموده‌اند که اکسایش چربی در هنگام استراحت و قبل از شروع فعالیت ورزشی در افرادی که چای سبز مصرف نموده‌اند ۲۴ درصد افزایش یافته است و ۳۵-۷۵ دقیقه پس از اجرای فعالیت ورزشی این اکسایش به ۲۹ درصد رسیده است (۵۰،۵۱). در مطالعه دیگری درصد اکسایش چربی در هنگام اجرای تمرینات تناوبی شدید یا تناوبی سرعتی به میزان ۵۰ درصد افزایش یافته و حتی مصرف چای سبز فاقد کافئین نیز منجر به افزایش اکسایش چربی به میزان ۲۴ درصد (۰/۰۰۹ گرم در دقیقه) شده است. مصرف چای سبز در هنگام و یک ساعت پس از تمرینات تناوبی سرعتی افزایش چند برابری در اکسایش چربی را بدنبال خواهد داشت. البته یکسری مطالعات نیز نشان می‌دهند که مصرف چای سبز به صورت انتخابی و وابسته به فرد عمل نموده و منجر به اکسایش چربی در آنها می‌گردد (۵۰،۵۲).

مهم‌ترین نتیجه تحقیق حاضر این بود که ترکیب نمودن تمرین هوازی و مکمل چای سبز موجب کاهش معنادار نمایه توده بدن، درصد چربی و وزن بدن و بویژه افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی می‌گردد. همسو با مطالعه ما حقیقی و یعقوبی نشان دادند که تمرینات هوازی، مصرف مکمل چای سبز و ترکیب تمرینات هوازی-مصرف چای سبز تغییر معناداری در مقدار لپتین و شاخص مقاومت به انسولین ایجاد نمی‌کند اما مصرف چای سبز موجب کاهش معناداری در وزن بدن و شاخص توده بدن شد و تمرین هوازی به کاهش معنادار وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن منجر شد، هم چنین ترکیب تمرین هوازی-چای سبز سبب افزایش معنادار حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش معنادار وزن،

موجب دگرگونی در متابولیسم عضله شوند و اکسیداسیون چربی و ذخیره‌سازی گلیکوژن را افزایش دهند (۴۲).

در مطالعه ما مکمل دهی چای سبز با تمرین هوازی منجر به افزایش توان هوازی در مقایسه با گروه کنترل گردید. Roberts و همکاران در مطالعه‌ای، فرمول‌های مختلف کاتچین را روی عملکرد ورزشی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که مصرف ۵۷۱ میلی‌گرم کاتچین به مدت ۴ هفته موجب بهبود عملکرد ورزشی می‌شود. پروتکل ورزشی شامل ۱ ساعت دویدن با شدت $50\% \text{VO}_{2\text{max}}$ بود که در پایان ۴ هفته ۱۰ درصد افزایش در مسافت طی شده توسط آزمودنی‌ها مشاهده شد. آنها عنوان نمودند که مکانیسم احتمالی مسئول افزایش در $\text{VO}_{2\text{max}}$ پس از مصرف EGCG این است که EGCG باعث افزایش تفاوت اکسیژن شریانی - وریدی در عضلات مخطط می‌شود بدون اینکه تغییری در برون‌ده قلبی ایجاد کند (۵۳). همسو با مطالعه Ichinose و همکاران بر روی ۱۹ فرد بالغ سالم نشان دادند که مصرف کوتاه مدت EGCG (۳ کیپسول ۱۳۵ میلی‌گرمی EGCG به مدت ۴۸ ساعت قبل از اجرای تست و یک کیپسول ۲ ساعت پیش از اجرای تست دوچرخه تا واماندگی) باعث افزایش چشمگیر توان هوازی و عملکرد ورزشی گردید. لازم به ذکر است که این افزایش در ۱۴ نفر از ۱۹ نفر مشاهده شد (۵۵). در مطالعه دیگری Murase و همکاران در تحقیق روی موش‌ها نشان دادند که مصرف طولانی مدت عصاره چای سبز به همراه تمرینات ورزشی موجب افزایش ظرفیت استقامتی می‌شود و این تأثیرات را با تحریک متابولیسم لیپید مرتبط دانستند که همسو با نتایج مطالعه ما می‌باشد (۳۹). Richards و همکاران، تأثیر ۱۴ روز مصرف EGCG (روزانه ۳ عدد کیپسول حاوی ۱۳۵ میلی‌گرم EGCG) را بر حداکثر اکسیژن مصرفی در تمرین دوچرخه کارسنج با شدت ۲۵ تا ۳۰ وات در دقیقه تا رسیدن به حالت واماندگی بررسی کردند. این محققین افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی را پس از مصرف کوتاه مدت EGCG تأیید کردند و این افزایش را به تأثیر EGCG در افزایش اختلاف اکسیژن خون سرخرگی - سیاهرگی پس از مصرف کوتاه مدت نسبت دادند. از طرفی در گروه مکمل چای سبز تفاوت معناداری در اکسیژن مصرفی نشان داده نشد که می‌توان آن را به تأثیر مضاعف تمرینات هوازی در افزایش جریان خون و تحویل اکسیژن به عضلات نسبت داد (۴۰).

نتیجه‌گیری

مصرف چای سبز به همراه تمرینات ورزشی نسبت به زمانی که مصرف چای سبز یا تمرینات ورزشی به تنهایی صورت گیرد، منجر به افزایش بیشتری در اکسیداسیون چربی می‌گردد هم چنین ترکیب تمرین هوازی - چای سبز علاوه بر کاهش معنادار وزن، شاخص توده بدنی (BMI)، چربی بدن، محیط دور کمر و نواحی چربی زیر پوستی، منجر به افزایش معنادار حداکثر اکسیژن مصرفی

شاخص توده بدن و چربی بدن شد (۲۷). Maki و همکاران نشان دادند که ترکیب ۶۲۵ میلی‌گرم کاتچین و ۳۹ میلی‌گرم کافئین در روز همراه با تمرین با شدت متوسط (۱۸۰ دقیقه فعالیت بدنی طی ۳ جلسه در هفته) موجب کاهش چربی شکمی می‌شود که با تحقیق حاضر هم سواست (۳۸). اثرات کاتچین بر ترکیب بدنی از طریق چندین ساز و کار می‌باشد. COMT آنزیمی است که فعالیت نورایی نفرین را کاهش می‌دهد و این ساز و کار موجب طولانی‌تر شدن فعالیت نورایی نفرین می‌شود، چای سبز با اثر بر روی COMT جلوی فعالیت آن را می‌گیرد. به نظر می‌رسد سیستم عصبی سمپاتیکی در بسیج چربی از انبارهای چربی در نقاط مختلف بدن نقش دارد، بنابراین ممکن است کاتچین‌ها با افزایش تأثیرات سمپاتیکی تأثیر متفاوتی بر جمع‌آوری چربی از انبارهای مختلف آن داشته باشد.

نتایج حاصله از این تحقیق در بخش حداکثر اکسیژن مصرفی نشان داد، گروه ترکیب چای سبز و تمرین هوازی عملکرد بهتری را نسبت به گروه‌های چای سبز، تمرین هوازی و دارونما داشتند. $\text{VO}_{2\text{max}}$ مهم‌ترین شاخص ارزیابی حداکثر توان هوازی فرد است و در اغلب مطالعات برای ارزیابی کارایی اهداف ارگونومیک به کار می‌رود. حداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر میزان اکسیژنی است که بدن می‌تواند هنگام فعالیت ورزشی مصرف کند. مرسوم است که $\text{VO}_{2\text{max}}$ زمانی محقق می‌شود که حجم اکسیژن مصرفی به رغم افزایش بیشتر شدت فعالیت ورزشی به فلات برسد. یک $\text{VO}_{2\text{max}}$ واقعی به احتمال قوی در افراد سالم و تمرین کرده زمانی محقق می‌شود که آنها یک پروتکل ۸ تا ۱۲ دقیقه‌ای را اجرا نمایند همچنین، برای رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی، فعالیت باید در شدتی برابر ۸۰٪ تا ۱۰۰٪ $\text{VO}_{2\text{max}}$ انجام شود. در نتیجه این اطمینان حاصل می‌آید که پروتکل باعث می‌شود فرد به حداکثر اکسیژن مصرفی خود دست یابد تا آنکه اوج اکسیژن مصرفی را در فعالیت زیربیشینه تولید کند (۵۳،۵۴). با افزایش شدت فعالیت ورزشی، اکسیژن مصرفی نیز به سرعت افزایش می‌یابد، ولی مدت‌زمانی طول می‌کشد تا اکسیژن مصرفی به حالت پایدار برسد. در مواقعی که شدت فعالیت ورزشی کم تا متوسط است، هر نوع افزایش ناچیز در شدت فعالیت ورزشی، افزایش توانی اکسیژن را به دنبال دارد تا اینکه حالت پایدار به دست آید. تقریباً ۳ دقیقه طول می‌کشد تا حالت پایدار ایجاد شود. باوجود این، بسته به میزان افزایش شدت فعالیت ورزشی و آمادگی بدنی فرد، این زمان متفاوت است. هر چند افراد با سطوح استقامت قلبی تنفسی بالا در مدت زمان کمتری به حالت پایدار می‌رسند، ولی هر چه افزایش شدت فعالیت ورزشی بیشتر باشد، مدت زمان رسیدن به حالت پایدار نیز طولانی‌تر می‌شود. عواملی که با یکدیگر ترکیب می‌شوند و بر $\text{VO}_{2\text{max}}$ تأثیر می‌گذارند، عبارت‌اند از: نسبت واحدهای حرکتی کند انقباض، ظرفیت‌های بالای قلبی عروقی و محیطی، کیفیت و مدت تمرین، استفاده بهینه از سوخت چربی و ... این عوامل می‌توانند

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- ترکیب تمرین هوازی- چای سبز علاوه بر کاهش معنادر وزن، شاخص توده بدنی (BMI)، چربی بدن، محیط دور کمر و نواحی چربی زیر پوستی، منجر به افزایش معنادر حداکثر اکسیژن مصرفی و هم چنین افزایش ظرفیت قلبی- ریوی نیروهای نظامی می‌گردد.
- نظر به اینکه داروهای صنعتی گراندند و با ایجاد عوارض جانبی، اثرات کمی بر کاهش وزن و افزایش توان هوازی دارند در نتیجه استفاده از گیاهان دارویی به علت ارزان بودن، طبیعی بودن و موثر بودن، کاهش وزن، تناسب اندام و افزایش عملکرد هوازی و استقامتی را در نیروهای نظامی بدنبال خواهد داشت.
- ذکر این نکته ضروری است که مقادیر کافئین و کاتچین‌های موجود در عصاره چای سبز بسیار بیشتر از نوشیدنی چای سبز است. بیش از ۵ استکان چای سبز در طول روز پیشنهاد نمی‌شود. مصرف مقادیر زیاد کافئین و کاتچین‌های موجود در چای سبز می‌تواند سبب اختلالات خواب و سر درد، فقر آهن و کم خونی شود.
- زنان باردار، در دوران قاعدگی و افرادی که خونریزی داخلی دارند و تحت دیالیز هستند بایستی از نوشیدن چای سبز پرهیز نمایند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع:

1. Ahmed M, Mandic I, Lou W, Goodman L, Jacobs I, L'Abbé MR. Comparison of dietary intakes of Canadian Armed Forces personnel consuming field rations in acute hot, cold, and temperate conditions with standardized infantry activities. *Military Medical Research*. 2019; 6 (1):26.
2. Tharion WJ, Lieberman HR, Montain SJ, Young AJ, Baker-Fulco CJ, DeLany JP, et al. Energy requirements of military personnel. *Appetite*. 2005; 44 (1):47-65.
3. Hill NE, Fallowfield JL, Delves SK, Wilson DR. Nutrition research in the military. *J R Army Med Corps*. 2014; 160 (2):99-101.
4. Moran DS, Heled Y, Arbel Y, Israeli E, Finestone AS, Evans RK, et al. Dietary intake and stress fractures among elite male combat recruits. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2012; 9 (1):6.
5. McAdam JS, McGinnis KD, Beck DT, Haun CT, Romero MA, Mumford PW, et al. Effect of whey protein supplementation on physical performance and body composition in Army initial entry training soldiers. *Nutrients*. 2018; 10 (9):1248.
6. Skiller B, Booth C, Coad R, Forbes-Ewan C. Assessment of nutritional status and fatigue among army recruits during the army common recruit training course: part A: catering services and diet. *Defence science and technology organisation victoria (australia) cbrn defence centre*; 2005.
7. Naghii MR. The importance of body weight and weight management for military personnel. *Military medicine*. 2006; 171 (6):550-5.

و همچنین افزایش ظرفیت قلبی- ریوی نیروهای نظامی می‌گردد که این دستاورد در ارگان‌های نظامی حائز اهمیت می‌باشد زیرا این نیروها می‌بایست در شرایط مختلف محیطی و اقلیمی انواع مانورها را اجرا نمایند و همواره چالاکی و آمادگی لازم را جهت رزم در شرایط نامساعد محیطی داشته باشند هم چنین ماموریت‌های متنوع و بسیار زیاد را در کمترین فرصت ولی در بالاترین برد مسافت تحت هر شرایط جوی و زمینی به درستی و با حفظ انرژی اجرا نمایند. بنابراین ترکیب تمرین هوازی و مکمل دهی چای سبز به عنوان یک استراتژی غیردارویی ارزشمند بایستی مد نظر قرارگیرد.

تشکر و قدردانی: محققین این مطالعه بدینوسیله از همه دانشجویان نظامی دانشگاه افسری امام علی(ع) که همکاری خالصانه‌ای در جهت اجرای این پروژه داشتند، صمیمانه قدردانی می‌نمایند.

نقش نویسندگان: همه نویسندگان در ارائه ایده و طرح اولیه، جمع آوری داده‌ها، تکمیل پرسشنامه‌ها، معاینه بیمار، تحلیل و تفسیر داده‌ها، نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهمی بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

8. Ramsey CB, Hostetler C, Andrews A. Evaluating the nutrition intake of US military service members in garrison. *Military medicine*. 2013; 178 (12):1285-90.
9. Crombie AP, Funderburk LK, Smith TJ, McGraw SM, Walker LA, Champagne CM, et al. Effects of modified foodservice practices in military dining facilities on ad libitum nutritional intake of US army soldiers. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2013; 113 (7):920-7.
10. Hilgenberg FE, Santos AS, de Carvalho A, Silveira EA, Cominetti C. Fatores de risco cardiovascular e consumo alimentar em cadetes da Academia da Força Aérea Brasileira. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2016; 21: 1165-74.
11. Ara I, Pérez-Gómez J, Vicente-Rodríguez G, Chavarren J, Dorado C, Calbet JA. Serum free testosterone, leptin and soluble leptin receptor changes in a 6-week strength-training programme. *British journal of nutrition*. 2006; 96 (6):1053-9.
12. Artinian NT, Fletcher GF, Mozaffarian D, Kris-Etherton P, Van Horn L, Lichtenstein AH, et al. Interventions to promote physical activity and dietary lifestyle changes for cardiovascular risk factor reduction in adults a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010; 122(4): 406-41
13. Baker B, Probert B, Pomeroy D, Carins J, Tooley K. Prevalence and Predictors of Dietary and Nutritional Supplement Use in the Australian Army: A Cross-Sectional Survey. *Nutrients*. 2019; 11 (7): 1462.

14. Cabrera C, Artacho R, Giménez R. Beneficial effects of green tea—a review. *Journal of the American College of Nutrition*. 2006; 25 (2):79-99.
15. Anderson RA, Polansky MM. Tea enhances insulin activity. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2002; 50 (24):7182-6.
16. Gomikawa S, Ishikawa Y. Effects of catechins and ground green tea drinking on the susceptibility of plasma and LDL to the oxidation in vitro and ex vivo. *Journal of clinical biochemistry and nutrition*. 2002; 32: 55-68.
17. Chung FL, Schwartz J, Herzog CR, Yang YM. Tea and cancer prevention: studies in animals and humans. *The Journal of nutrition*. 2003; 133 (10): 3268S-74S.
18. Lee W, Min WK, Chun S, Lee YW, Park H, Lee DH, et al. Long-term effects of green tea ingestion on atherosclerotic biological markers in smokers. *Clinical biochemistry*. 2005; 38 (1):84-7.
19. Marliss EB, Vranic M. Intense exercise has unique effects on both insulin release and its roles in glucoregulation: implications for diabetes. *Diabetes*. 2002; 51(suppl 1):S271-83.
20. McKay DL, Blumberg JB. The role of tea in human health: an update. *Journal of the American College of Nutrition*. 2002; 21 (1):1-3.
21. Eng QY, Thanikachalam PV, Ramamurthy S. Molecular understanding of Epigallocatechin gallate (EGCG) in cardiovascular and metabolic diseases. *Journal of ethnopharmacology*. 2018; 210: 296-310.
22. Lu H, Meng X, Yang CS. Enzymology of methylation of tea catechins and inhibition of catechol-O-methyltransferase by -epigallocatechin gallate. *Drug metabolism and disposition*. 2003; 31 (5):572-9.
23. Dulloo A, Seydoux J, Girardier L, Chantre P, Vandermander J. Green tea and thermogenesis: interactions between catechin-polyphenols, caffeine and sympathetic activity. *International journal of obesity*. 2000; 24 (2):252-8.
24. Cabrera C, Artacho R, Giménez R. Beneficial effects of green tea—a review. *J Am Coll Nutr*. 2006; 25(2): 79-99.
25. Hill AM, Coates AM, Buckley JD, Ross R, Thielecke F, Howe PR. Can EGCG reduce abdominal fat in obese subjects? *J Am Coll Nutr*. 2007; 26(4): 396S-402S.
26. Rad RS, Iman M, Bagheri R, Bazgir B, Iman H. The effect of herbs and their antioxidant properties in addition to the weight and efficiency of rapid reaction forces: A review. *Herbal Medicines Journal*. 2019; 4(2).
27. Haghghi 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. *Medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2013; 56 (4):211-8.
28. Hursel R, Viechtbauer W, Westerterp-Plantenga MS. The effects of green tea on weight loss and weight maintenance: a meta-analysis. *International journal of obesity*. 2009; 33 (9):956.
29. Phung OJ, Baker WL, Matthews LJ, Lanosa M, Thorne A, Coleman CI. Effect of green tea catechins with or without caffeine on anthropometric measures: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*. 2010; 91 (1):73-81.
30. Dulloo AG, Duret C, Rohrer D, Girardier L, Mensi N, Fathi M, et al. Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans. *The American journal of clinical nutrition*. 1999; 70 (6):1040-5.
31. Rudelle S, Ferruzzi MG, Cristiani I, Moulin J, Macé K, Acheson KJ, et al. Effect of a thermogenic beverage on 24-hour energy metabolism in humans. *Obesity*. 2007; 15 (2):349-55.
32. Belza A, Frandsen E, Kondrup J. Body fat loss achieved by stimulation of thermogenesis by a combination of bioactive food ingredients: a placebo-controlled, double-blind 8-week intervention in obese subjects. *International journal of obesity*. 2007;31(1): 121-30.
33. Westerterp-Plantenga MS, Lejeune MP, Kovacs EM. Body weight loss and weight maintenance in relation to habitual caffeine intake and green tea supplementation. *Obesity research*. 2005;13(7):1195-204.
34. Auvichayapat P, Prapochanung M, Tunkamnerdthai O, Auvichayapat N. Effectiveness of green tea on weight reduction in obese thais. *Srinagarind Medical Journal*. 2007; 22 (2):182-9.
35. 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.
36. 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. *The Journal of nutrition*. 2008; 138 (11): 2156-63.
37. Nagao T, Komine Y, Soga S, Meguro S, Hase T, Tanaka Y, et al. Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men. *The American journal of clinical nutrition*. 2005; 81 (1):122-9.
38. 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 overweight and obese adults. *The Journal of nutrition*. 2009; 139 (2):264-70.
39. Murase T, Haramizu S, Shimotoyodome A, Tokimitsu I, Hase T. Green tea extract improves running endurance in mice by stimulating lipid utilization during exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2006; 290 (6):R1550-6.
40. Richards JC, Lonac MC, Johnson TK, Schweder MM, Bell C. Epigallocatechin-3-gallate increases maximal oxygen uptake in adult humans. *Medicine and science in sports and exercise*. 2010; 42 (4):739.
41. Gaeini A, Siahkuhian M. Validity and reliability of assessing domestically made calipers for measuring skinfold thickness. *Research on sport science*. 2002;1(3):41-54.

42. Yeo WK, Paton CD, Garnham AP, Burke LM, Carey AL, Hawley JA. Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. *Journal of Applied Physiology*. 2008; 105 (5):1462-70.
43. Noland RC, Baker JT, Boudreau SR, Kobe RW, Tanner CJ, Hickner RC, et al. Effect of intense training on plasma leptin in male and female swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001; 33 (2):227-31.
44. Kishali NF. Serum leptin level in healthy sedentary young men after a short-term exercise. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2011; 5 (40):522-6.
45. Jürimäe J, Hofmann P, Jürimäe T, Mäestu J, Purge P, Wonisch M, et al. Plasma adiponectin response to sculling exercise at individual anaerobic threshold in college level male rowers. *International journal of sports medicine*. 2006; 27 (04):272-7.
46. Sayama K, Lin S, Zheng G, Oguni I. Effects of green tea on growth, food utilization and lipid metabolism in mice. *In vivo (Athens, Greece)*. 2000; 14 (4):481-4.
47. Truitt Jr EB. The xanthines. In "Drill's Pharmacology in Medicine". 1971: 553-556
48. Sae-Tan S, Grove KA, Lambert JD. Weight control and prevention of metabolic syndrome by green tea. *Pharmacological Research*. 2011; 64 (2): 146-54.
49. Janssens PL, Hursel R, Westerterp-Plantenga MS. Long-term green tea extract supplementation does not affect fat absorption, resting energy expenditure, and body composition in adults. *The Journal of nutrition*. 2015; 145 (5):864-70.
50. Jurgens TM, Whelan AM, Killian L, Doucette S, Kirk S, Foy E. Green tea for weight loss and weight maintenance in overweight or obese adults. *Cochrane database of systematic reviews*. 2012(12).
51. Gahreman D, Wang R, Boutcher Y, Boutcher S. Green tea, intermittent sprinting exercise, and fat oxidation. *Nutrients*. 2015; 7 (7):5646-63.
52. 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.
53. Roberts JD, Roberts MG, Tarpey MD, Weekes JC, Thomas CH. The effect of a decaffeinated green tea extract formula on fat oxidation, body composition and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2015; 12 (1):1.
54. Weston AR, Myburgh KH, Lindsay FH, Dennis SC, Noakes TD, Hawley JA. Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1996; 75 (1):7-13.
55. 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. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2011; 21 (4):598-605.