

Combined Effect of Exercise Training and Green Tea on Lipid Profile in Adults with Overweight and Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis

Omid Zafarmand¹, Fatemeh Kazeminasab^{2*}

1. Department of Physical Education and Sports Sciences, University of Yasouj, Yasouj, Iran

2. Department of Physical Education and Sport Sciences, School of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran

Abstract

Background: Physical activity and green tea are one of the recommended ways to control obesity and its complications such as cardiovascular diseases, diabetes and liver inflammation. The aim of this study was to evaluate the combined effect of exercise training and green tea on lipid profile in adults with overweight and obesity.

Methods: A systematic search of English and Persian articles published in PubMed, Web of Science, Scopus, SID, Civilica, and Magiran databases was conducted until June 2024.

Results: A total of 14 studies with 390 adults with overweight and obesity, of which 198 subjects were in the combined exercise and green tea group with an average age of 34 years old and BMI with an average of 30 kg.m², of which 192 subjects in the control group with an average age of 34 years old and BMI with an average of 31 kg.m² entered the present meta-analysis. The results showed that the combination of exercise training and green tea caused a significant decrease in TC [WMD=-22.923 mg/dL, P=0.001], TG [WMD=-9.946 mg/dL, P=0.001], LDL [WMD=-11.675 mg/dL, P=0.001] and significant increase in HDL [WMD=8.888 mg/dL, P=0.017] in adults with overweight and obesity, compared to the control group.

Conclusion: The results of this meta-analysis showed that the combination of exercise training and green tea in overweight and obese adults decreases TC, TG, LDL and increases HDL. Therefore, exercise and green tea can be suggested to adults with overweight and obesity as a non-medicinal and practical solution to improve lipid profile.

Keywords: Exercise Training, Green Tea, Lipid Profile, Obesity, Adults

Please cite this article as:

Zafarmand O, Kazeminasab F. Combined effect of exercise training and green tea on lipid profile in adults with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis. *ijdd*. 2025; 25(1):1-14.

*Corresponding Author: Fatemeh Kazeminasab; Email: fkazeminasab@kashanu.ac.ir

University of Kashan, Department of Physical Education and Sport Sciences, km 6 of Qutb Ravandi Blvd, Kashan, Iran, Postal code: 8731735153, Tel: +983155913706

اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر نیمرخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی: مرور نظام‌مند و فراتحلیل

امید ظفرمند^۱، فاطمه کاظمی نسب^{۲*}

۱- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، شهر یاسوج، ایران
 ۲- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

چکیده

مقدمه: فعالیت بدنی و چای سبز یکی از شیوه‌های پیشنهادی برای کنترل چاقی و عوارض ناشی از آن مانند بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت و التهاب کبدی است. هدف مطالعه حاضر، اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر نیمرخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی بود. روش‌ها: جستجوی سیستماتیک مقالات انگلیسی و فارسی منتشر شده از پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، Scopus، Sid، Magiran و Civilica تا ژوئن سال ۲۰۲۴ انجام شد. تفاوت میانگین و فاصله اطمینان ۹۵٪ (CI) با استفاده از مدل اثر تصادفی محاسبه شد. یافته‌ها: در مجموع ۱۴ مطالعه با و ۳۹۰ آزمودنی بزرگسال دارای اضافه وزن و چاقی که ۱۹۸ آزمودنی گروه ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز با میانگین سنی ۳۴ سال و BMI با میانگین ۳۰ کیلوگرم/مترمربع بود که ۱۹۲ آزمودنی در گروه کنترل با میانگین سنی ۳ سال و BMI با میانگین ۳۱ کیلوگرم/مترمربع وارد فراتحلیل حاضر شدند. نتایج نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و چای سبز سبب کاهش معنادار TC [WMD= -۲۲/۹۲۳mg/dL, P= ۰/۰۰۱]، TG [WMD= -۹/۹۴۶ mg/dL, P= ۰/۰۰۱]، LDL [WMD= -۱۱/۶۷۵ mg/dL, P= ۰/۰۰۱] و افزایش معنادار HDL [WMD= ۸/۸۸۸ mg/dL, P= ۰/۰۱۷] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی شد.

نتیجه‌گیری: نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و چای سبز در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی سبب کاهش TC، LDL، TG و افزایش HDL می‌شود. بنابراین، تمرین ورزشی و چای سبز می‌تواند به‌عنوان یک راهکار غیردارویی و کاربردی برای بهبود نیمرخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی پیشنهاد شود.

واژگان کلیدی: تمرین ورزشی، چای سبز، نیمرخ لیپیدی، چاقی، بزرگسالان

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۳۰

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Zafarmand O, Kazeminasab F. Combined effect of exercise training and green tea on lipid profile in adults with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis. *ijdd*. 2025; 25(1):1-14.

* نویسنده مسئول: فاطمه کاظمی نسب، آدرس: کاشان، قطب راوندی، دانشگاه کاشان، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تلفن: ۰۲۱۵۵۹۱۳۷۰۶، پست الکترونیک: fkazeminasab@kashanu.ac.ir

مقدمه

چاقی علت اصلی بسیاری از بیماری‌های مزمن است، لذا بررسی علل آن از اهمیت بالایی برخوردار است. در افراد چاق، چربی‌های مضر هم‌چون کلسترول نام^۱ TC، تری‌گلیسیرید^۲ TG، لیپوپروتئین با چگالی پایین^۳ LDL و لیپوپروتئین با چگالی بالا^۴ HDL بیش از دامنه طبیعی است و از آنجا که افزایش این چربی‌ها و همچنین کاهش HDL جزو عوامل خطرزای اصلی برای بیماری‌های کرونری قلب محسوب می‌شود، لذا بهبود نیم‌رخ لیپیدی حائز اهمیت است [۱]. شیوع جهانی چاقی در ۴۰ سال گذشته بدون در نظر گرفتن جنس، سن، قومیت و وضعیت اقتصادی - اجتماعی دو برابر شده است. امروزه بیش از یک سوم جمعیت جهان در گروه چاقی یا اضافه وزن طبقه‌بندی می‌شوند. در صورت ادامه این روند، محققان تخمین می‌زنند که تا سال ۲۰۲۳ این تعداد از ۵۰ درصد فراتر رود [۲]. از جهتی، شواهد بیان می‌کنند گذر از سنین جوانی به میانسالی افزایش شیوع چاقی را در پی دارد [۳].

تغییرات در روش زندگی مثل افزایش فعالیت بدنی و استفاده از رژیم کم کالری به‌عنوان اولین مداخله جهت کاهش چربی اضافی بدن و عارضه‌های متابولیکی توصیه شده است [۱]. در واقع، بی‌حرکی ممکن است عامل مؤثرتری در توسعه چاقی نسبت به پرخوری باشد. برای کاهش وزن، توازن منفی انرژی مورد نیاز است که با کاهش کالری دریافتی و افزایش کالری مصرفی به دست می‌آید [۴]. در این ارتباط، برخی محققین بی‌حرکی را مهم‌تر از کالری دریافتی دانسته و سستی و بی‌توجهی به فعالیت‌های جسمانی را ویژگی اولیه افراد چاق می‌دانند. هرچه شخص فعالیت بیشتری انجام دهد، مصرف روزانه انرژی بیشتر خواهد بود و چاقی سریع‌تر از بین خواهد رفت. بنابراین، فعالیت عضلانی اجباری غالباً یک قسمت ضروری در درمان چاقی به حساب می‌آید و به دلیل پُرخطر بودن چاقی، مداخله‌هایی که به کاهش یا حفظ وزن کمک نمایند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند [۴]. فعالیت بدنی نیز به‌عنوان راهکاری مناسب برای افزایش متابولیسم چربی‌های بدن محسوب می‌شود. فعالیت بدنی احتمالاً باعث افزایش میزان آنزیم‌های درگیر در متابولیسم چربی‌ها و بهبود ظرفیت اکسیداسیون چربی‌ها در عضلات شده و از این رو به‌عنوان عاملی مؤثر در بهبود سطوح چربی‌های خون و ترکیب بدن به شمار می‌رود [۵].

علاوه بر انقباض‌های عضلانی و فعالیت‌های ورزشی، استفاده از برخی گیاهان دارویی هم می‌تواند ضمن ایجاد سازگاری بهینه، در

پیشگیری و کنترل چاقی نقش به‌سزایی داشته باشد [۶]. گیاهان دارویی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی به همراه یک فعالیت بدنی منظم با شدت متوسط به‌ویژه برای افراد دارای اضافه وزن و چاق توصیه شده است [۷]. یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا، چای سبز است [۸]. چای از برگ و جوانه گیاه کاملیا سیننسیزه^۵ به‌دست می‌آید. در فرآیند تولید چای سبز، اکسیداسیون اندکی صورت می‌گیرد. چای سبز به‌دلیل داشتن مواد پلی‌فنولی مانند اپی‌گالو کاتچین گالات^۶ EGCG و سایر کاتچین‌ها، دارای خواص دارویی و آنتی‌اکسیدانی بالایی است که نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های معروفی چون ویتامین‌های C، D و E بسیار قوی‌تر عمل می‌کند [۹، ۱۰]. استفاده از چای سبز علاوه بر خستگی نمودن استرس اکسیداتیو ناشی از تمرین ورزشی، می‌تواند راهبرد مناسبی در جهت مقابله با استرس اکسیداتیو ناشی از چاقی هم باشد [۱]. EGCG از قدرتمندترین ترکیبات چای سبز محسوب می‌شود که به‌واسطه مواد آنتی‌اکسیدانتی و با تقویت اثرات هورمون‌های مؤثر در چربی سوزی مانند نوراپی نفرین منجر به کاهش چربی بدن شده [۱۲، ۱۳]. همچنین ماده موجود در EGCG حاوی کافئین بوده که نقش مهمی در لیپولیز چربی و رهای آنها در جریان خون دارد [۱]. از طرفی شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد EGCG با کاهش دریافت غذا منجر به کاهش در سطوح TC، TG، LDL و لپتین خون شده و از طرفی سوخت‌وساز انرژی را تحریک کرده و میزان HDL خون را افزایش می‌دهد [۱۵، ۱۶].

با توجه به تأثیرات مصرف چای سبز و فعالیت بدنی، به‌نظر می‌رسد که استفاده هم‌زمان از هر دو عامل به‌عنوان راهکاری مناسب به‌منظور هم‌افزایی تأثیرات برای کنترل و درمان اضافه وزن و چاقی باشد که این موضوع در پژوهش‌های متعددی نیز مورد بررسی قرار گرفته است [۱۷-۱۹] و نتایج ضد و نقیضی به‌دست آمده است. Abedi و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی گزارش دادند که هشت هفته ترکیب تمرین مقاومتی و چای سبز موجب کاهش معنی‌دار TG و افزایش معنی‌دار HDL شد، ولی بر TC و LDL در مردان دارای اضافه وزن و چاق تأثیری نداشت [۲۰]. در پژوهشی دیگر، Moradi و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که هشت هفته ترکیب تمرین مقاومتی موجب کاهش معنی‌دار TG، TC، LDL و افزایش معنی‌دار HDL در مردان دارای اضافه وزن شد [۲۱]. همچنین در پژوهش Izadi Ghahfarokhi و همکاران (۲۰۱۵) نتایج آنها نشان داد که ده هفته ترکیب تمرین هوازی و چای سبز موجب کاهش معنی‌دار TG،

⁴ High density lipoprotein

⁵ Camellia sinensis

⁶ Epigallocatechin gallate (EGCG)

¹ Total Cholesterol

² Triglyceride

³ Low density lipoprotein

lipids" or "Lipid profile" or "Adults" or "Overweight" or "Extra weight" or "Excess weight" or "fat" or "fattish" or "obese".

دستور جستجو در پایگاه‌های پامبد، اسکوپوس و وب آو ساینس و در پایگاه‌های اطلاعاتی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی^۷ و سیویلیکا^۸ مگیران^۹ برای مقالات فارسی تا تیرماه ۱۴۰۳ با استفاده از کلمات کلیدی «تمرین هوازی»، «تمرین اینتروال»، «تمرین تناوبی هوازی»، «تمرین متناوب»، «تمرین تناوبی با شدت بالا»، «تمرین تناوبی سرعتی»، «تمرین تناوبی با شدت متوسط»، «تمرین مداوم با شدت متوسط»، «تمرین مقاومتی»، «مقاومتی»، «ورزش»، «تمرین»، «تمرین ورزشی»، «فعالیت بدنی»، «چای سبز»، «عصاره چای سبز»، «کاتچین»، «نیم‌رخ لیپیدی»، «لیپیدهای سرم»، «پروفایل لیپیدی»، «بزرگسال»، «اضافه وزن»، «چاق» انجام شد. در ادامه، فهرست منابع مقالات استخراج شده و همچنین مقالات استناد کننده به آنها به روش دستی در گوگل اسکولار^{۱۰} مورد بررسی قرار گرفت. جستجو پایگاه‌های اطلاعاتی به صورت مستقل توسط هر دو محقق انجام شد.

معیارهای ورود و خروج مقالات

برای انجام پژوهش فراتحلیل، مقالات با مشخصات زیر وارد مطالعه شدند: ۱- مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی شده^{۱۱} RCT، منتشر شده به زبان فارسی یا انگلیسی ۲- مطالعات انجام شده بر روی بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق ۳- مطالعات بررسی کننده اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر نیم‌رخ لیپیدی در برابر گروه کنترل (بدون تمرین ورزشی و چای سبز). ۴- مطالعات اندازه‌گیری کننده بر روی نیم‌رخ لیپیدی (LDL, HDL, TG, TC). ۵- دارا بودن داده‌های میانگین و انحراف استاندارد برای پس‌آزمون و پیش‌آزمون متغیرهای مذکور برای آزمودنی‌های هر دو نوع گروه (ترکیب تمرین ورزشی با چای سبز و کنترل). معیارهای خروج شامل مطالعات حیوانی، چکیده مقالات ارائه شده در همایش‌ها، پایان‌نامه‌ها، مطالعات مقطعی (Crossover)، مطالعات مروری (Review)، مطالعات فراتحلیل (Meta-analysis) بود، از پژوهش فراتحلیل حاضر خارج شدند. بررسی اولیه مقالات به صورت مستقل توسط هر دو محقق انجام گرفت و هرگونه اختلال نظر با مشورت هر دو محقق حل شد.

LDL, TC و افزایش معنی‌دار HDL در زنان چاق دیابتی نوع دو شد [۲۲]. این نتایج باعث شد تا دیدگاه‌های جدیدی نسبت به اثرات ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر وزن بدن و برجسته کردن فواید بالقوه آن در پیشگیری یا درمان چاقی و سندرم متابولیک و سازکارهای مرتبط با آنها پیشنهاد شود [۲۳].

تاکنون مطالعه‌ای فراتحلیلی که در زمینه جمع‌بندی تمام مطالعات تأثیر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر روی نیم‌رخ لیپیدی در افراد دارای اضافه وزن و چاق انجام نشده است. با این حال، در رابطه با اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر نیم‌رخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق نتایج متناقضی وجود دارد. لذا محققین برای روشن‌سازی نقش ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر نیم‌رخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق را مورد ارزیابی قرار دادند تا بتواند از این طریق ضمن بر طرف کردن ابهامات موجود به این پرسش پاسخ دهد که آیا انجام تمرینات ورزشی و چای سبز به‌عنوان روشی مؤثر برای بهبود نیم‌رخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق پیشنهاد شود یا خیر؟

روش‌ها

نوع مطالعه

پژوهش حاضر از نوع مطالعات مرور نظام‌مند و فراتحلیل است که براساس دستورالعمل کاکرین^۱ و پریزما^۲ انجام شده است.

منابع داده‌ها و روش جستجوی

برای استخراج مقالات، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی پامبد^۳، اسکوپوس^۴ و وب آو ساینس^۵ تا ژوئن ۲۰۲۴ (بدون محدود کردن سال انتشار) برای مقالات انگلیسی با استفاده از کلمات کلیدی زیر انجام گرفت:

"Aerobic Exercise" or "HIIT" or "Interval training" or "Aerobic Interval Training" or "Aerobic Interval" or "Intermittent Training" or "High Intensity Intermittent" or "High Intensity Interval Exercise" or "High Intensity" or "High Intensity Interval Training" or "Sprint Interval Exercise" or "SIT" or "Moderate-Intensity Continuous Exercise" or "Resistance training" or "resistance" or "SIT" or "Exercise" or "sports" or "training" or "Exercise training" or "Physical Activity" or green tea" or "green tea extract" or "catechin" or "catechins" or "Camellia sinensis" or "Thea sinensis" or "Lipid profile" or "serum"

¹ Cochrane

² Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

³ PubMed

⁴ Scopus

⁵ Web of Science

⁶ June

⁷ SID

⁸ Civilica

⁹ Magiran

¹⁰ Google Scholar

¹¹ Randomized control trial

استخراج داده‌ها

اطلاعات مربوط به نوع مطالعه، نویسنده اول، سال انتشار، تصادفی یا غیرتصادفی بودن، تعداد نمونه، کیفیت مطالعه، ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل سن، جنسیت و پروتکل تمرین (نوع مداخله، طول مداخله، تعداد جلسات در هفته و شدت تمرین) استخراج شد [۲۶-۲۴]. در صورت نبود وجود داده‌های کافی برای انجام فراتحلیل، از طریق ایمیل با نویسنده مسئول مکاتبه صورت گرفت و داده‌های مورد نیاز مطالعه فراتحلیل حاضر دریافت شد. همچنین در صورت عدم پاسخگویی یا عدم دریافت از سوی نویسنده مسئول مقاله، استخراج داده‌ها از نمودار مقالات با استفاده از getdata یا تخمین انحراف استاندارد (SD^1) از خطای استاندارد میانگین (SEM^2) صورت گرفت [۲۷].

بررسی کیفیت مقالات

بررسی کیفیت مقالات نیز توسط هر دو محقق به‌طور مستقل انجام شد. ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از چک لیست ۹ سؤالی Pedro انجام شد [۲۸]. معیارهای ارزیابی شامل موارد زیر است:

- ۱- مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲- اختصاص شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳- آشنایی نداشتن شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان، ۴- یکسان بودن آزمودنی‌ها از نظر وزن بدن در گروه‌های مختلف مطالعه، ۵- وجود ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی پژوهش (Blinding of all assessors)، ۶- خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان از پژوهش، ۷- انجام تجزیه و تحلیل به‌صورت Intention to treat (ITT)، ۸- وجود گزارش تفاوت‌های آماری بین گروه‌ها برای متغیر اصلی پژوهش، ۹- وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معنی‌داری (P value). به تمام سؤالات چک لیست Pedro، با دو گزینه‌ی بله ✓ و یا خیر ✗ پاسخ داده شد. امتیاز حداقل صفر و حداکثر ۹ بود، که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر مطالعه بود (جدول ۲).

فراتحلیل

مطالعه فراتحلیل حاضر برای تعیین اثر ترکیبی تمرین ورزشی و جای سبزی بر نیم‌رخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی انجام گرفت. در این مطالعه، برای انجام تجزیه و تحلیل آماری از میانگین، انحراف استاندارد و حجم نمونه استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل اثر تصادفی انجام شد و تفاوت میانگین و

فاصله اطمینان ۹۵٪ در نظر گرفته شد. برای تعیین عدم تجانس (ناهمگونی^۳) مطالعات از آزمون (I^2) استفاده شد که طبق دستورالعمل کوکران مقدار ناهمگونی به ترتیب کمتر از ۲۵٪=ناهمگونی خفیف، ۲۵-۵۰٪=ناهمگونی کم، ۵۰-۷۵٪=ناهمگونی متوسط، بیشتر از ۷۵٪=ناهمگونی بالا تفسیر شد [۲۹]. لازم به ذکر است برای تحلیل داده‌ها از مدل اثر تصادفی استفاده شد. در صورت عدم ناهمگونی در ادامه تحلیل حساسیت (Sensitivity analysis) از طریق روش یک به یک مطالعات (Leave one-out method) با لحاظ کردن (I^2) کمتر از ۲۵ به‌عنوان ملاک لحاظ شد [۲۷]. سوگیری انتشار نیز با استفاده از تفسیر بصری فونل پلانت بررسی گردید که در صورت مشاهده سوگیری تست Egger) به‌عنوان یک تست تعیین کننده ثانویه استفاده شد که در آن سطح معنی‌داری برابر با ۰/۱ به‌عنوان سوگیری انتشار معنی‌دار در نظر گرفته شد [۳۰].

یافته‌ها

براساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی تا ژوئن ۲۰۲۴، تعداد ۱۴۳۳ مقاله یافت شد، که تعداد ۳۹۲ مقالات تکراری پس از بررسی اولیه حذف شد و پس از حذف مقالات تکراری ۱۰۴۱ مقاله وجود داشت که تعداد ۹۹۳ مقاله پس از بررسی عناوین و چکیده مقالات مجدد حذف شدند، در نهایت تعداد ۴۸ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شدند که پس از بررسی متن کامل مقالات تعداد ۳۴ مقاله به دلایلی از جمله: ۷ مطالعه به دلیل عدم داده پس آزمون، ۹ مطالعه به دلیل عدم وجود متغیرهای پژوهش، ۱۰ مطالعه به دلیل عدم متن کامل مقاله، ۸ مطالعه به دلیل عدم وجود گروه کنترل مطالعه حاضر خارج شدند. در نهایت، ۱۴ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شدند. بنابراین در شاخص نیم‌رخ لیپیدی ۱۱ مطالعه برای متغیر TC، ۱۰ مطالعه برای متغیر TG، ۱۲ مطالعه برای متغیر LDL و ۱۳ مطالعه برای متغیر HDL وجود داشت.

ویژگی آزمودنی‌ها

۳۹۰ آزمودنی وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند که همه شرکت‌کنندگان، بزرگسال دارای اضافه وزن و چاق بودند. ۱۹۸ آزمودنی در گروه ترکیبی تمرین ورزشی و جای سبزی با میانگین سنی $37/3 \pm$ و BMI و $27/61 \pm$ بود که ۱۹۲ آزمودنی در گروه کنترل با میانگین سنی $27/69 \pm$ و BMI و $34/39 \pm$ با میانگین $2/17$

¹ Standard deviation² Standard Error of the Mean³ Heterogeneity

[۲۰، ۳۴، ۳۹] بود. شدت تمرین برای تمرینات ورزشی حداقل ۵۰ تا ۶۰ درصد [۳۶] و حداکثر ۶۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب [۳۷] بود.

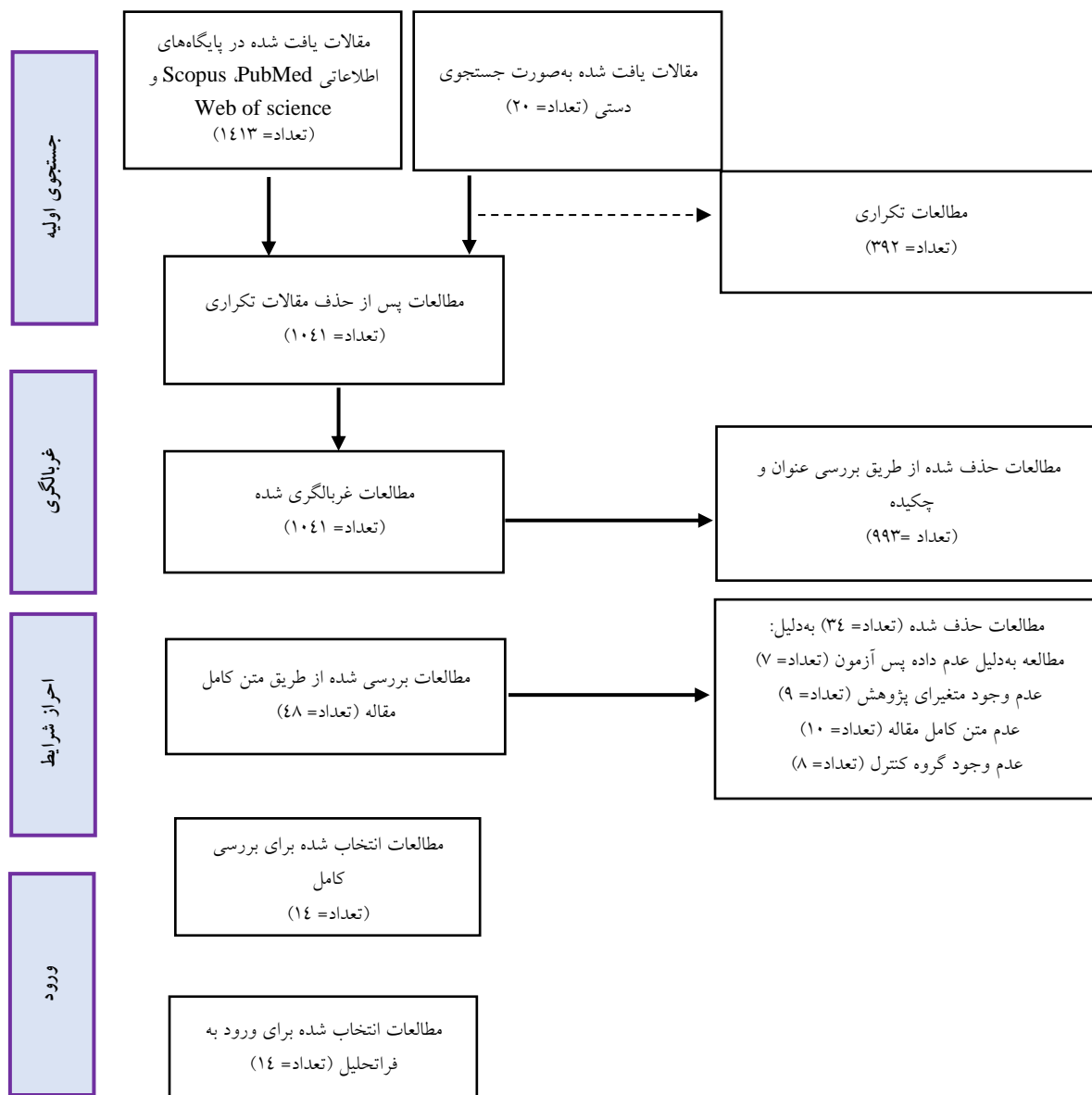
± ۳۱/۰۸ بودند. همه شرکت کنندگان پیش از شروع پروتکل ورزشی غیرفعال بودند و همچنین در تمام مطالعات گروه کنترل هیچ گونه فعالیت بدنی انجام ندادند. تعداد آزمودنی های مطالعات با حداقل ۲۰ نفر [۳۷، ۳۱-۲۱] و حداکثر ۱۰۰ نفر [۳۸] بود.

کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از Pedro نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۵ و حداکثر امتیاز ۷ بود (جدول ۲).

ویژگی پروتکل های تمرین

۱۴ مطالعه وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند، مدت هر جلسه برای تمرینات ورزشی حداقل ۱۶ تا ۳۰ دقیقه [۳۳] و حداکثر ۹۰ دقیقه



شکل ۱- فلوچارت انتخاب مطالعات

جدول ۱- ویژگی آزمودنی‌ها و پروتکل ورزشی

شدت تمرین	مدت تمرین (دقیقه)	طول مداخله به هفته (تعداد جلسات در هفته)	تمرین	نمایه توده بدن (کیلوگرم بر متر)	سن (سال)	متغیرها	ویژگی‌های آزمودنی‌ها (جنسیت)	نوع مطالعه - نمونه کشور	مطالعه - سال	تعی و همکاران
تمرین دویدن با شدت ۵۰ تا ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه	۴۵ دقیقه	۶ (۳)	هوازی	تمرین + چای سبز: ۲۹/۳۰ ± ۲/۳۰ کنترل: ۲۸/۳۲ ± ۳/۳۰	۲۸ تا ۳۵ سال	TC LDL HDL	چاق	۲۰ مرد	RCT - ایران	[۳۱]
تمرین ایروبیک موزمن با شدت ۶۰ تا ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه	۳۰ تا ۴۰ دقیقه	۸ (۳)	هوازی	تمرین + چای سبز: ۳۵/۶۹ ± ۲/۲۸ کنترل: ۳۴/۶۵ ± ۳/۰۲	۱۶ تا ۳۰ سال	TG	چاق	۲۰ زن	RCT - ایران	[۳۲]
تمرین مقاومتی و مقاومتی راه رفتن و دویدن آهسته با شدت ۵۵ تا ۶۵٪ حداکثر ضربان قلب	۱۶ تا ۳۰ دقیقه	۸ (۳)	هم‌زمان (هوازی و مقاومتی)	تمرین + چای سبز: ۲۹/۰۰ ± ۳/۶۸ کنترل: ۲۸/۲۱ ± ۴/۲۲	۱۱ تا ۳۰ سال	TC TG LDL HDL	اضافه وزن	۲۰ زن	RCT - ایران	[۳۳]
تمرین دویدن هوازی با شدت ۶۰ تا ۸۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه، تمرین مقاومتی کار با وزنه‌های آزاد با شدت ۵۰ تا ۷۰٪ یک تکرار بیشینه	۹۰ دقیقه	۶ (۳)	ترکیبی	تمرین + چای سبز: ۳۲/۸۰ ± ۲/۰۴ کنترل: ۳۱/۸۰ ± ۱/۱۲	۲۰ تا ۳۰ سال	TC TG LDL HDL	اضافه وزن و چاق	۲۰ زن	RCT - ایران	[۳۴]
تمرین در آب با شدت ۶۵ تا ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه	۶۰ دقیقه	۱۲ (۳)	هوازی	تمرین + چای سبز: ۳۲/۴۸ ± ۴/۸۵ کنترل: ۳۲/۲۱ ± ۱/۲۴	۲۴ تا ۳۲ سال	TC TG LDL HDL	چاق غیر فعال	۳۰ زن	RCT - ایران	[۴۰]
تمرین دویدن بر روی تردمیل با شدت ۴۰ تا ۸۰٪ حداکثر ضربان قلب هدف	۸۰ تا ۹۰ دقیقه	۸ (۳)	هوازی	تمرین + چای سبز: ۳۳/۴۴ ± ۳/۷۸ کنترل: ۳۳/۸۷ ± ۴/۲۵	۴۸ تا ۷۸ سال	TC TG LDL HDL	چاق و اضافه وزن	۲۶ زن	RCT - ایران	[۳۹]
-	۹۰ دقیقه	۸ (۳)	مقاومتی	تمرین + چای سبز: ۳۰/۶۶ ± ۲/۳۴ کنترل: ۲۸/۰۵ ± ۲/۱۷	۲۱ تا ۳۲ سال	TC LDL HDL	چاق و اضافه وزن	۳۰ مرد	RCT - ایران	[۲۰]
تمرین هوازی با شدت ۶۵ تا ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه	-	۸ (۳)	هوازی	تمرین + چای سبز: ۳۳/۱۰ ± ۱/۷۰ کنترل: ۳۱/۸۰ ± ۱/۴۰	۲۰ تا ۳۲ سال	TC LDL HDL	چاق غیر فعال	۲۰ زن	RCT - ایران	[۳۵]
تمرین دوی سرعت ۵۰ تا ۶۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه	۶۰ دقیقه	۱۲ (۳)	هوازی	تمرین + چای سبز: ۲۹/۰۴ ± ۱/۲۸ کنترل: ۲۹/۵۱ ± ۱/۳۱	۷۰ تا ۲۶ سال	TC TG LDL HDL	اضافه وزن	۲۰ مرد	RCT - ایران	[۳۶]

ویکیلی و حسن پور ۲۰۱۵ [۴۱]	ایزدی قهفرخی و همکاران ۲۰۱۵ [۲۲]	مرادی و همکاران ۲۰۱۴ [۲۱]	حقیقی و همکاران ۲۰۱۳ [۳۷]	بلکارو و همکاران ۲۰۱۳ [۳۸]
تمرین + چای سبز (۱۲ نفر): سبز ۴۳/۴۰ ± ۴/۵۴ کنترل (۱۰ نفر): ۴۴/۸۰ ± ۳/۹۶	تمرین + چای سبز (۱۲ نفر): ۴۵ تا ۶۰ سال کنترل (۱۰ نفر): ۴۵ تا ۶۰ سال	تمرین + چای سبز (۱۰ نفر): ۲۶/۲۷ ± ۱/۶۷ کنترل (۱۰ نفر): ۲۶/۶۰ ± ۲/۲۳	تمرین + چای سبز (۱۱ نفر): سبز ۳۸/۵۴ ± ۹/۴۴ کنترل (۹ نفر): ۴۰/۰۰ ± ۷/۵۱	تمرین + چای سبز (۵۰ نفر): سبز ۴۷/۶۰ ± ۵/۵۰ کنترل (۵۰ نفر): ۴۵/۳۰ ± ۳/۵۰
۲۲ زن چاق	۲۲ زن چاق دیابتی	۲۰ مرد اضافه وزن	۲۰ زن اضافه وزن و چاق	۱۰۰ زن و مرد ۴۹ مرد و ۵۱ زن اضافه وزن و چاق
۸ (۳)	۱۰ (۳)	۸ (۳)	۸ (۳)	۲۴ هفته
تمرین دویدن با شدت ۵۵ تا ۶۵٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره	تمرین ایروبیک همراه با ۴۰ تا ۵۰ دقیقه موسیقی با شدت ۴۰ تا ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه	تمرین مقاومتی (کار با وزنه) با شدت ۶۰ تا ۸۰٪ یک تکرار بیشینه	تمرین دویدن و حرکات ایروبیک با شدت ۶۵ تا ۸۵٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه	تمرین متوسط هوازی با شدت ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه و تمرین قدرت عضلانی با شدت ۳۰٪
هوازی	هوازی	مقاومتی	هوازی	هوازی

جدول ۲- بررسی کیفیت مطالعات

مطالعه - سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	امتیاز
تهی و همکاران ۲۰۲۲ [۳۱]	✓	✓	✓	×	×	✓	×	✓	✓	۶
مروی اصفهانی و عالیزاده ۲۰۲۱ [۳۲]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷
حسینی و همکاران ۲۰۲۰ [۳۳]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷
حجتی ذی دشتی و همکاران ۲۰۲۰ [۳۴]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷
بابایی بناب ۲۰۲۰ [۴۰]	✓	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	۵
عموزاد و همکاران ۲۰۱۸ [۳۹]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷
عابدی و همکاران ۲۰۱۷ [۲۰]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
بنایی بروجنی و همکاران ۲۰۱۷ [۳۵]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
قهرمان و همکاران ۲۰۱۶ [۳۶]	✓	✓	✓	✓	×	×	×	✓	✓	۶
ویکیلی و حسن پور ۲۰۱۵ [۴۱]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷
ایزدی قهفرخی و همکاران ۲۰۱۵ [۲۲]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
مرادی و همکاران ۲۰۱۴ [۲۱]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷
حقیقی و همکاران ۲۰۱۳ [۳۷]	✓	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	۵
بلکارو و همکاران ۲۰۱۳ [۳۸]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷

۱) مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲) اختصاص شرکت کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳) آشنایی نداشتن شرکت کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان، ۴) یکسان بودن آزمودنی‌ها از نظر وزن بدن در گروه‌های مختلف مطالعه، ۵) وجود ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی پژوهش (Blinding of all assessors)، ۶) خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت کنندگان از پژوهش (۷) انجام تجزیه و تحلیل به‌صورت (ITT)، ۸) وجود گزارش تفاوت‌های آماری بین گروه‌ها برای متغیر اصلی پژوهش، ۹) وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معنی‌داری (P value).

نتایج فراتحلیل

تحلیل اصلی

اثر تمرین ورزشی و چای سبز بر TC

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۱ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی و چای سبز سبب کاهش معنی‌دار TC [P= ۰/۰۰۱، ۳۳/۱۹۲-] الی ۱۲/۶۵۵ (-) [WMD= -۲۲/۹۲۳ mg/dl] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون (I²) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنی‌دار وجود دارد (P= ۰/۰۰۱، I²= ۸۴/۸۳۲).

اثر تمرین ورزشی و چای سبز بر TG

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۱ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی و چای سبز سبب کاهش معنی‌دار TG [P= ۰/۰۰۱، ۱۱/۴۰۹-] الی ۸/۴۸۳ (-) [WMD= -۹/۹۴۶ mg/dl] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی شد (شکل ۳). با استفاده از آزمون (I²) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی پایین و غیرمعنی‌دار وجود دارد (P= ۰/۹۸۴، I²= ۰/۰۰۰).

اثر تمرین ورزشی و چای سبز بر LDL

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۲ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی و چای سبز سبب کاهش معنی‌دار LDL [P= ۰/۰۰۱، ۱۸/۳۴۴-] الی ۵/۰۰۷ (-) [WMD= -۱۱/۶۷۵ mg/dl] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی شد (شکل ۴). با استفاده از آزمون (I²) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنی‌دار وجود دارد (P= ۰/۰۰۱، I²= ۷۰/۸۷۲).

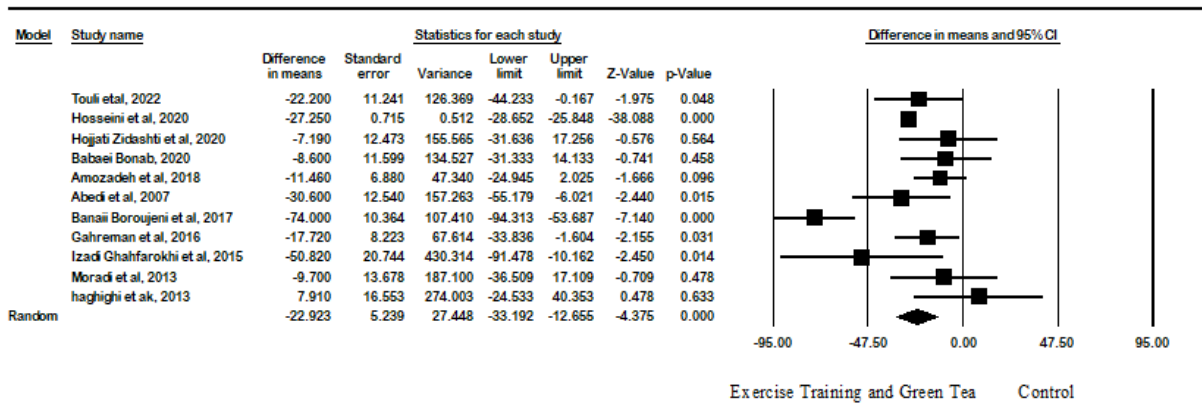
اثر تمرین ورزشی و چای سبز بر HDL

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۳ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی و چای سبز سبب افزایش معنی‌دار HDL [P= ۰/۰۱۷، ۱/۶۰۹] الی ۱۶/۱۶۷ (۱) [WMD= ۸/۸۸۸ mg/dl] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی شد (شکل ۵). با استفاده از آزمون (I²) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنی‌دار وجود دارد (P= ۰/۰۰۱، I²= ۹۸/۶۴۱).

سوگیری انتشار

نتیجه تست آزمون Egger نشان‌دهنده وجود سوگیری انتشار عدم معنی‌دار برای TC (P= ۰/۷۵۵)، TG (P= ۰/۳۰۴)، HDL (P= ۰/۵۳۴) و LDL (P= ۰/۶۳۱) بود.

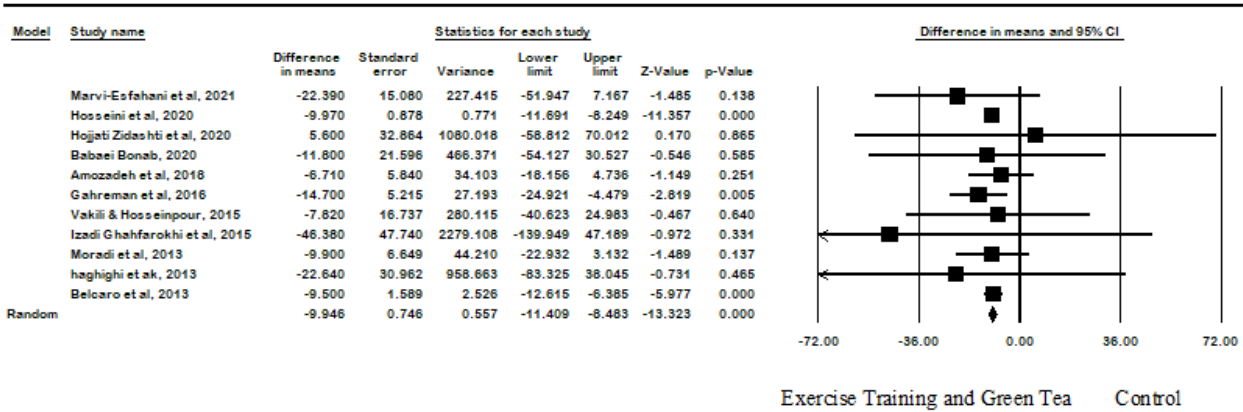
Meta Analysis



Meta Analysis

شکل ۲- نمودار انباشت (Forest plot). اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر TC در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی

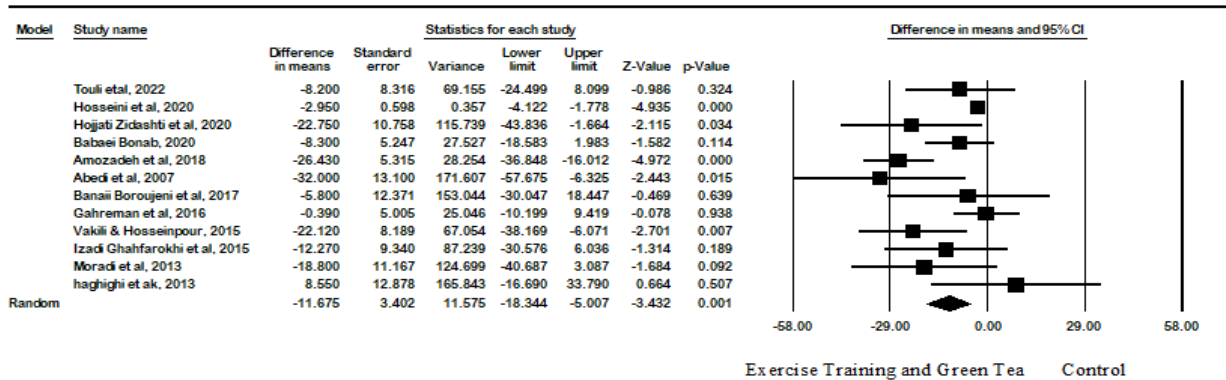
Meta Analysis



Meta Analysis

شکل ۳- نمودار انباشت (Forest plot) اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر TG در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی

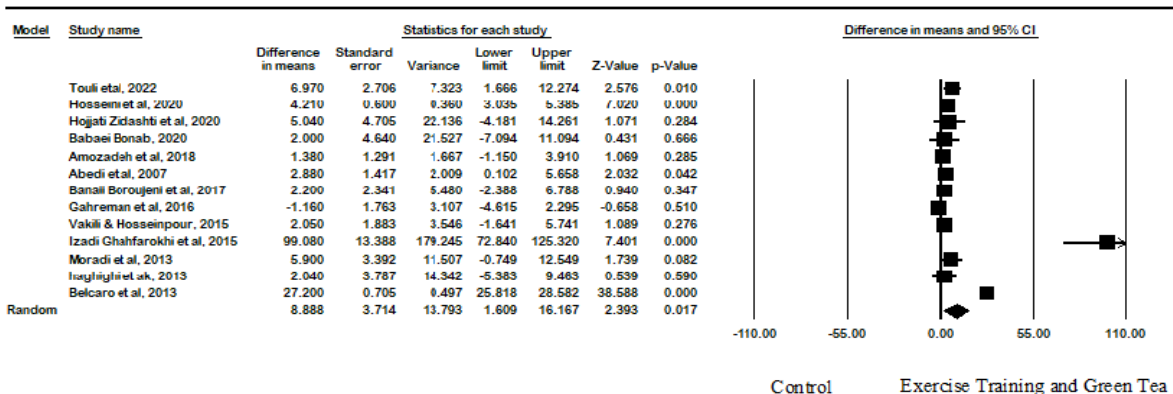
Meta Analysis



Meta Analysis

شکل ۴- نمودار انباشت (Forest plot) اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر LDL در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی

Meta Analysis



Meta Analysis

شکل ۵- نمودار انباشت (Forest plot) اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر HDL در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاقی

بحث

هدف مطالعه فراتحلیل حاضر، بررسی اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر نیم‌رخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق بود. نتایج ۱۴ مطالعه با ۳۹۰ آزمودنی حاکی از این بود که ترکیب تمرین ورزشی و چای سبز سبب کاهش معنی‌دار TC، TG، LDL و افزایش معنی‌دار HDL نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق شد.

در پژوهش Moradi و همکاران (۲۰۱۴)، آثار ترکیبی چای سبز و تمرین مقاومتی با شدت ۶۰ تا ۸۰٪ یک تکرار بیشینه را بر روی ۲۰ مرد دارای اضافه وزن که به مدت هشت هفته بود و مصرف چای در سه وعده مساوی ۶ گرم در روز را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد، ترکیب تمرین مقاومتی و چای سبز موجب کاهش معنی‌دار TC، TG، LDL و افزایش معنی‌دار HDL در مردان دارای اضافه وزن شد [۲۱]. همچنین در پژوهش Marvi-Esfahani و Alizade (۲۰۲۱)، آثار هم‌زمان ترکیب چای سبز و تمرین ایروبیک موزون با شدت ۶۰ تا ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه را بر روی ۲۰ زن چاق که به مدت هشت هفته بود و مصرف روزانه ۵۰۰ میلی‌گرم کپسول حاوی چای سبز را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد، ترکیب تمرین ایروبیک و چای سبز سبب کاهش TG شد [۳۲]. در پژوهش Abedi و همکاران (۲۰۱۶)، آثار ترکیبی چای سبز و تمرین مقاومتی بر روی ۳۰ مرد دارای اضافه وزن و چاق که به مدت ۸ هفته بود و مصرف مکمل چای سبز به صورت سه عدد قرص ۵۰۰ میلی‌گرم در روز را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد، که ترکیب تمرین مقاومتی و چای سبز موجب کاهش معنی‌دار TG و افزایش معنی‌دار HDL شد ولی بر TC، LDL سرمی تأثیر معنی‌داری نداشت [۲۰]. در پژوهشی دیگر Haghghi و همکاران (۲۰۱۳)، آثار ترکیبی چای سبز و تمرین هوازی با شدت ۶۵ تا ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه را بر روی ۲۰ زن دارای اضافه وزن و چاق که به مدت هشت هفته بود و مصرف مکمل چای سبز به صورت سه عدد قرص ۹ گرمی در روز را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد، ترکیب چای سبز و تمرین هوازی سبب کاهش معنی‌دار وزن بدن و درصد چربی شد ولی بر TC، TG، LDL، HDL سرمی تأثیر معنی‌داری نداشت [۳۷]. این ناهم‌سویی در نتایج، ممکن است به دلیل پروتکل‌های تمرین مختلف، دوزهای متفاوت مصرفی مکمل چای سبز، زمان‌بندی نمونه‌گیری و وضعیت فیزیولوژیکی و پاتولوژیک مختلف

شرکت‌کنندگان باشد.

نتایج مطالعه حاضر و برخی مطالعات قبلی در این زمینه از اثرات مثبت مصرف مکمل چای سبز به همراه تمرین بر بهبود وضعیت استرس اکسیداتیو چربی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق حمایت می‌کند. در حین انجام فعالیت‌های ورزشی میزان ترشح اپی‌نفرین افزایش می‌یابد. افزایش این هورمون بر متابولیسم کربوهیدرات‌ها از طریق آدنوزین مونوفوسفات حلقوی اثر می‌گذارد. افزایش میزان ترشح اپی‌نفرین در حین فعالیت‌های ورزشی باعث افزایش میزان ترشح اسیدهای چرب آزاد از بافت ذخیره چربی در بدن می‌شود. این عمل از طریق فعال کردن لیپازها به کمک آدنوزین مونوفوسفات حلقوی صورت می‌گیرد [۴۲]. چنین به نظر می‌رسد که فعالیت بدنی توانایی عضله اسکلتی را برای استفاده از چربی به جای گلیکوژن افزایش می‌دهد و لذا سطح لیپیدهای خون را می‌کاهد [۴۳]. سازکارهای درگیر در این فرآیند شامل افزایش میزان آنزیم‌های لسیتین کلسترول آسپیل ترانسفراز LCAT آنزیمی که در انتقال استر به کلسترول HDL دخالت دارد و لیپوپروتئین لیپاز و کاهش پروتئین انتقال دهنده کلسترول استریف CETP آنزیم پاسخگوی انتقال کلسترول HDL به سایر لیپوپروتئین‌ها است. تغییر در میزان آنزیم‌ها با بهبود توانایی فیبرهای عضلانی برای اکسیداسیون اسیدهای چرب پلازما، باعث کاهش کلسترول VLDL و TG می‌شود [۵].

چای سبز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نوشیدنی‌های حاوی پلی‌فنول‌ها به‌ویژه اپی‌کاتچین، اپی‌کاتچین‌گالات و اپی‌گالو کاتچین است [۴۴]. حدود ۹۸ درصد چای سبز مصرفی در مدت زمان ۶۰ تا ۱۲۰ دقیقه بعد از گوارش توسط باکتری‌های رودهای و کبد در پلازما به‌صورت کنژوگه تبدیل شده و تنها کمتر از ۲٪ کاتچین به‌صورت آزاد در خون باقی می‌ماند که تأثیرات فیزیولوژیک و بیولوژیک متفاوتی را اعمال می‌کند [۴۵]. افزایش کاتچین چای سبز از طریق سازکارهای مستقیم از قبیل پاک‌سازی گونه‌های اکسیژن واکنشی (مانند سوپراکساید و پراکسیل) و گونه‌های نیتروژن واکنشی (مانند نیتریک‌اکساید^۱ و پراکسی نیتريت^۲) و همچنین از طریق سازکارهای غیرمستقیم مانند افزایش آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی مانند سوپر اکسید دیسمیوتاز، کاتالاز و گلوکوتایون پراکسیداز، منجر به گسترش اثرات ضد اکسیداتیوی می‌شود [۴۶]. چای سبز، باعث افزایش سطح آزادسازی نوراپی‌نفرین در خون می‌شود. نوراپی‌نفرین باعث

^۱ Nitric oxide

^۲ Peroxynitrite

متغیر محدود بود، امکان انجام تحلیل زیرگروه براساس نوع تمرین، مدت تمرین و شدت تمرین و دوز چای سبز وجود نداشت. از اطلاعات مطالعات موجود مشخص است که پنهان‌سازی تخصیص به اندازه کافی در همه کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی شده گزارش نشده است، که ممکن است سوگیری انتخابی را در این ارزیابی وارد کند. همچنین هیچ‌یک از کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی شده و کنترل شده که در این تحلیل گنجانده شده‌اند، کور کردن ارزیابان پیامد را گزارش نکردند، که احتمال سوگیری انتخابی بالقوه را برای این ارزیابی این مطالعه معرفی می‌کند. بنابراین، انجام مطالعات بیشتر با حجم نمونه‌های بیشتر برای تأیید و تقویت یافته‌های مطالعه حاضر ضروری است.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج فراتحلیل حاضر نقش مهم ترکیب تمرین ورزشی و چای سبز در بهبود نیم‌رخ لیپیدی را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که ترکیب تمرین ورزشی و چای سبز به‌عنوان یک مداخله و کاربردی برای کاهش نیم‌رخ لیپیدی در بزرگسالان با اضافه وزن و چاقی پیشنهاد می‌شود. بنابراین، مکمل چای سبز به‌دلیل اثر آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی می‌تواند همراه با تمرینات ورزشی برای بهبود نیم‌رخ لیپیدی مصرف شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

سپاسگزاری

از نویسندگانی که داده‌های مطالعات خود را در اختیار ما قرار دادند، تشکر می‌نمایم.

افزایش آزاد شدن اسیدهای چرب آزاد از آدیپوسیت‌ها و تجزیه تری گلیسرید می‌شود. تحریک سیستم اعصاب سمپاتیک، متابولیسم پایه بدن حتی در حالت استراحت را بالا می‌برد و باعث تجزیه چربی‌ها می‌گردد، روندی که از تجمع چربی ممانعت به‌عمل می‌آورد [۴۲]. یکی از سازکارهایی که چای سبز از طریق آن می‌تواند بر متابولیسم چربی‌ها تأثیر گذارد، کاهش آنزیم داخل سلولی کاتکول او متیل ترانسفراز^۱ COMT توسط اپی‌گالوکاتچین موجود در چای سبز است که در نتیجه شاهد افزایش کاتکول آمین‌های در گردش و متعاقب آن افزایش تحریک لیپولیز و اکسیداسیون اسیدهای چرب خواهیم بود [۴۶]. به‌علاوه، مصرف چای سبز در طولانی مدت می‌تواند موجب کاهش ژن‌های آدیپوژنیک از جمله PPAR γ ^۲، پروتئین آلفا^۳ Ccaat، پروتئین یک سی اتصالی به عوامل تنظیم کننده استرول^۴، پروتئین فعال شده^۵، لیپوپروتئین لیپاز و اسید چرب سنتاز شد [۴۸]. به‌علاوه، می‌تواند در افزایش بیان پیام‌رسان mRNA^۶ لیپولیتیک و آنزیم‌های بتا اکسیداسیون در کبد و بافت چربی از جمله کارنیتین پالمیتوئیل ترانسفراز^۷، لیپاز حساس به هورمون و TG لیپاز چربی نیز مؤثر است [۴۹]. با توجه به این‌که تمام این موارد در کاهش ذخایر چربی به‌واسطه مصرف چای سبز نقش دارند. از سویی گزارش شده که عصاره چای سبز می‌تواند در تغییر سیگنالینگ مولکول‌های PGC1 α و PPAR که پاسخگوی سازگاری‌های اکسیداسیون چربی‌ها هستند، دخالت داشته و برای فعال شدن این مسیرهای سیگنالی، انجام فعالیت بدنی ضروری است [۵۰]. بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده چنین می‌توان نتیجه گرفت که عصاره چای سبز برای ایجاد سازگاری در اکسیداسیون آنزیم‌ها و پروتئین‌های درگیر در اکسیداسیون چربی نیازمند فعالیت بدنی است.

نقاط قوت و محدودیت‌ها

مطالعه حاضر دارای چندین نقاط قوت است. با توجه به این‌که تفاوت در نوع تمرین، مدت و یا شدت تمرین می‌تواند بر نتایج کل فراتحلیل تأثیرگذار باشد، پروتکل‌های ورزشی مطالعات وارد شده در این فراتحلیل شامل تمرین مختلف ورزشی بودند. از محدودیت‌های مطالعه حاضر به مطالعات وارد شده دارای حجم نمونه پایین اشاره کرد. با توجه به اینکه تعداد مطالعات برای هر

^۵ Activated protein 2 (aP2)

^۶ Messenger RNA

^۷ Carnitine palmitoyl transporter I (CPTI)

^۱ Catechol-O-methyltransferase

^۲ Peroxisome proliferator activated receptor γ

^۳ Ccaat-enhancer binding protein- α (C/EBP- α)

^۴ Sterol regulatory element binding protein-1c (SREBP-1c)

References

- Swift DL, Johannsen NM, Lavie CJ, Earnest CP, Church TS. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014; 56(4):441-7.
- Mehrzad R. Definition and introduction to epidemiology of obesity. 2020; p. 1-6.
- Ogden CL, Carroll MD, Fryar CD, Flegal KM. Prevalence of Obesity Among Adults and Youth: United States, 2011-2014. *NCHS Data Brief*. 2015(219):1-8.
- Diepvens K, Kovacs EM, Nijs IM, Vogels N, Westerterp-Plantenga MS. Effect of green tea on resting energy expenditure and substrate oxidation during weight loss in overweight females. *Br J Nutr*. 2005; 94(6):1026-34.
- Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Med*. 2014; 44(2):211-21.
- Kianbakht S. A Review on Medicinal Plants Used in Treatment of Obesity and Overweight. *Journal of Medicinal Plants*. 2010; 9(36):1-23.
- Nieman DC, Lila MA, Gillitt ND. Immunometabolism: A Multi-Omics Approach to Interpreting the Influence of Exercise and Diet on the Immune System. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2019; 10:341-63.
- Zhao B-L. Antioxidant effects of green tea polyphenols. *Chinese Science Bulletin*. 2003; 48:315-9.
- Benzie IF, Szeto YT. Total antioxidant capacity of teas by the ferric reducing/antioxidant power assay. *J Agric Food Chem*. 1999; 47(2):633-6.
- Kawase M, Wang R, Shiomi T, Saijo R, Yagi K. Antioxidative Activity of (-)-Epigallocatechin-3-(3"-O-methyl)gallate Isolated from Fresh Tea Leaf and Preliminary Results on Its Biological Activity. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2000; 64(10):2218-20.
- Farzaei MH, Bahramsoltani R, Abbasabadi Z, Braidy N, Nabavi SM. Role of green tea catechins in prevention of age-related cognitive decline: Pharmacological targets and clinical perspective. *J Cell Physiol*. 2019; 234(3):2447-59.
- Eng QY, Thanikachalam PV, Ramamurthy S. Molecular understanding of Epigallocatechin gallate (EGCG) in cardiovascular and metabolic diseases. *J Ethnopharmacol*. 2018; 210:296-310.
- 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.
- Dulloo AG, Seydoux J, Girardier L, Chantre P, Vandermander J. Green tea and thermogenesis: interactions between catechin-polyphenols, caffeine and sympathetic activity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24(2):252-8.
- Cabrera C, Artacho R, Giménez R. Beneficial effects of green tea--a review. *J Am Coll Nutr*. 2006; 25(2):79-99.
- 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.
- Cardoso GA, Salgado JM, Cesar Mde C, 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(2):120-7.
- Narotzki B, Reznick AZ, Navot-Mintzer D, Dagan B, Levy Y. Green tea and vitamin E enhance exercise-induced benefits in body composition, glucose homeostasis, and antioxidant status in elderly men and women. *J Am Coll Nutr*. 2013; 32(1):31-40.
- 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(4):598-605.
- Abedi B, Poorfakhimi Abarghu J, Ghadami A, Amini Rarani S. The Effects of Resistance Training and Green Tea Supplementation on Lipid Profile and Insulin Resistance in Obese and Overweight Men. *Complementary Medicine Journal*. 2017; 7(1):1767-76.
- Moradi H, Kolahdozi S, Ahmadi Kani Golzar F, Arabzade H, Asjodi F, Rezvan K. The effects of eight weeks resistance training and green tea supplementation on cardiovascular risk factors in overweight men. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*. 2014; 16(4):77-87.
- Izadi Ghahfarokhi M, Mogharnasi M, Faramarzi M. The Impact of 10 weeks of Aerobic Exercise and Supplementation of Green Tea on Lipid Profile, Insulin Resistance and Liver Enzymes (GGT, ALT, AST) in Obese Diabetic Women (type 2). *Armaghane Danesh*. 2015; 20(2):161-71.
- Rains TM, Agarwal S, Maki KC. Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *J Nutr Biochem*. 2011; 22(1):1-7.
- Zafarmand o, Mogharnasi M, moghadasi m. The effect of exercise training on serum levels of adipokines related to energy homeostasis (adropin, asprosin) and insulin resistance in patients with type 2 diabetes or obesity: A Systematic review and meta-Analysis. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2024.
- Mogharnasi M, Kazeminasab F, Zafarmand O, Hassanpour N. The effect of aerobic and resistance training on Omentin-1 and Nesfatin-1 levels in adults: A systematic review and meta -Analysis. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2024; 30(4):295-315.
- Kazemi Nesab F, Zafarmand O. Comparison of the effects of high-intensity intermittent training and moderate-intensity continuous training on cardiometabolic factors in type 2 diabetic patients: a systematic review and meta-analysis. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2024; 28(1):96-109.
- COPAS J SJQ. Meta-analysis, funnel plots and sensitivity analysis. *Biostatistics*. 2000;1(3):247-62.
- De Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother*. 2009; 55(2):129-33.
- Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *Bmj*. 2003; 327(7414):557-60.
- Egger M, Davey Smith G, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *Bmj*. 1997; 315(7109):629-34.

31. Hematinezhad Touli M, Elmieh A, Hosseinpour A. The Effect of Six-Week Aerobic Exercise Combined with Green Tea Consumption on PON1 and VO2max Increase and Apelin, Blood Pressure, and Blood Lipids Reduction in Young Obese Men. *Archives of Razi Institute*. 2022; 77(6):2115-23.
32. Marvi-Esfahani M, Alizade S. The effect of green tea supplement on some metabolic indicators and body composition after eight weeks of moderate intensity rhythmic aerobic exercise in obese women. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2021; 64(2):2999-3013.
33. Hosseini Z, Ghaedi H, Ahmadi M, Hosseini SA. Lipid-Lowering Effects of Concurrent Training and Green Tea Consumption in Overweight Women. *J Obes Metab Syndr*. 2020; 29(4):313-9.
34. Hojjati Zidashti Z, heydari E, Izaddoust F. Effects of green tea consumption and aerobic- resistance training on lipid profile and body composition in overweight and obese postmenopausal women. *Medical Sciences Journal of Islamic Azad University*. 2020; 30(1):67-74.
35. Banaei Borojeni J, Zadeh Hendijani B, Karimi M, Keshavarz S. The Effect of Continues Aerobic Training with Green Tea Supplementation on Lipid Profiles of Inactive Obese Females. *Annals of Applied Sport Science*. 2017; 5(1):45-50.
36. Gahreman D, Heydari M, Boutcher Y, Freund J, Boutcher S. The Effect of Green Tea Ingestion and Interval Sprinting Exercise on the Body Composition of Overweight Males: A Randomized Trial. *Nutrients*. 2016; 8(8).
37. Haghghi AH, Yaghoubi M, Hosseini kakhk SAR. 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.
38. Belcaro G, Ledda A, Hu S, Cesarone MR, Feragalli B, Dugall M. Greenselect phytosome for borderline metabolic syndrome. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2013; 2013:869061.
39. Amozadeh H, Shabani R, Nazari M. The Effect of Aerobic Training and Green Tea Supplementation on Cardio Metabolic Risk Factors in Overweight and Obese Females: A Randomized Trial. *Int J Endocrinol Metab*. 2018; 16(4):e60738.
40. Babaei bonab S. Effect of 12 weeks of Aqua training and green tea supplement on serum TNF α , CRP and cardiovascular risk factors in inactive obese women. *Studies in Medical Sciences*. 2020; 30(12):950-9.
41. Vakili J, Hosseinpour L. The effects of 8 weeks aerobic exercise training along with green tea consumption on the cardiovascular risk factors in obese women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2015; 3(5):78-88.
42. Hixian Q, VanCrey B, Shi J, Kakuda Y, Jiang Y. Green tea extract thermogenesis-induced weight loss by epigallocatechin gallate inhibition of catechol-O-methyltransferase. *J Med Food*. 2006; 9(4):451-8.
43. Onakpoya IJ, Heneghan CJ. Effect of the novel functional fibre, polyglycoplex (PGX), on body weight and metabolic parameters: A systematic review of randomized clinical trials. *Clin Nutr*. 2015; 34(6):1109-14.
44. Wang Y, Ho CT. Polyphenolic chemistry of tea and coffee: a century of progress. *J Agric Food Chem*. 2009; 57(18):8109-14.
45. Kroon PA, Clifford MN, Crozier A, Day AJ, Donovan JL, Manach C, et al. How should we assess the effects of exposure to dietary polyphenols in vitro? *Am J Clin Nutr*. 2004; 80(1):15-21.
46. Xing L, Zhang H, Qi R, Tsao R, Mine Y. Recent Advances in the Understanding of the Health Benefits and Molecular Mechanisms Associated with Green Tea Polyphenols. *J Agric Food Chem*. 2019; 67(4):1029-43.
47. Goldstein DS, Eisenhofer G, Kopin IJ. Sources and significance of plasma levels of catechols and their metabolites in humans. *J Pharmacol Exp Ther*. 2003; 305(3):800-11.
48. Chen N, Bezzina R, Hinch E, Lewandowski PA, Cameron-Smith D, Mathai ML, et al. Green tea, black tea, and epigallocatechin modify body composition, improve glucose tolerance, and differentially alter metabolic gene expression in rats fed a high-fat diet. *Nutr Res*. 2009; 29(11):784-93.
49. Sae-Tan S, Grove KA, Kennett MJ, Lambert JD. (-)-Epigallocatechin-3-gallate increases the expression of genes related to fat oxidation in the skeletal muscle of high fat-fed mice. *Food Funct*. 2011; 2(2):111-6.
50. Haramizu S, Ota N, Hase T, Murase T. Catechins attenuate eccentric exercise-induced inflammation and loss of force production in muscle in senescence-accelerated mice. *J Appl Physiol* (1985). 2011; 111(6):1654-63.