

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

امید ظفرمندا^۱، فاطمه کاظمی نسب^{۲*}

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، شهر یاسوج، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۹-۰۰۰۰-۵۹۵۹-۰۰۵۸

۲. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. پست الکترونیک: f_kazemi85@yahoo.com، تلفن: ۰۳۱-۵۵۹۱۳۷۰۶، کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۲-۷۳۰۹-۳۶۳۷

*نویسنده مسئول: دکتر فاطمه کاظمی نسب، آدرس: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. پست الکترونیک: f_kazemi85@yahoo.com

چکیده

هدف: 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 چاق بود.

روش‌ها: جستجوی سیستماتیک مقالات انگلیسی و فارسی منتشر شده از پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، Scopus، Sid، Civilica و Magiran 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 چاق 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=-۲۲/۹۲۳ mg/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 چاق شد.

نتیجه‌گیری: نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و چای سبز در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق سبب کاهش LDL، TG، TC و افزایش HDL می‌شود. بنابراین، تمرین ورزشی و چای سبز می‌تواند به عنوان یک راهکار غیردارویی و کاربردی برای بهبود نیمرخ لیپیدی و کاهش بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت و التهاب کبدی به آن‌ها پیشنهاد شود.

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

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. MSc in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, University of Yasouj, Yasouj, Iran. ORCID ID: 0009-0000-5959-0058
2. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, School of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran. (Corresponding Author), Tel: 031-55913706, Email: f_kazemi85@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-7309-3637.

Corresponding author*: Dr. Fatemeh Kazeminasab, Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, School of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran. Email: fkazeminasab@kashanu.ac.ir

Abstract:

Background: Physical activity and green tea is 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 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 insignificant increase 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 them as a non-medicinal and practical solution to improve lipid profile and reduce cardiovascular diseases, diabetes and liver inflammation.

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

مقدمه

چاقی علت اصلی بسیاری از بیماری‌های مزمن است، لذا بررسی علل آن از اهمیت بالایی برخوردار است. در افراد چاق، چربی‌های مضرى هم چون کلسترول تام^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 آنجایی 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 طبقه بندی 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 به عنوان اولین مداخله جهت کاهش چربی اضافی بدن و عارضه‌های متابولیکی توصیه شده است [۱]. در واقع، بی‌حرکی ممکن است عامل موثرتری در توسعه چاقی نسبت به پر خوری باشد. برای کاهش وزن، توازن منفی انرژی مورد نیاز است که با کاهش کالری دریافتی و افزایش کالری مصرفی به دست 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. هر چه 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 پر خطر بودن چاقی، مداخله‌هایی که به کاهش یا حفظ وزن کمک نمایند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند [۴]. فعالیت بدنی نیز به عنوان 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 به عنوان عاملی موثر 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 بسزایی 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 سیننسیز^۵ به‌دست می‌آید. در فرآیند تولید چای سبز، اکسیداسیون اندکی صورت می‌گیرد. چای سبز به دلیل 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 خنثی نمودن استرس اکسیداتیو ناشی از تمرین ورزشی، می‌تواند استراتژی مناسبی در جهت مقابله با استرس اکسیداتیو ناشی از چاقی هم باشد [۱]. EGCG از قدرتمندترین ترکیبات چای سبز محسوب می‌شود که به واسطه مواد آنتی‌اکسیدانتی و با تقویت اثرات هورمون‌های موثر 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 سوخت و ساز انرژی را تحریک کرده و میزان HDL خون را افزایش می‌دهد [۱۵، ۱۶].

با توجه به تاثیرات مصرف چای سبز و فعالیت بدنی، به نظر می‌رسد که استفاده همزمان از هر دو عامل به عنوان راهکاری مناسب به منظور هم افزایشی تاثیرات برای کنترل و درمان اضافه وزن و چاقی باشد که این موضوع در پژوهش‌های متعددی نیز مورد بررسی قرار گرفته

1. Total Cholesterol

2. Triglyceride

3. Low density lipoprotein

4. High density lipoprotein

5. Camellia sinensis

6. Epigallocatechin gallate (EGCG)

است [۱۷-۱۹] و نتایج ضد و نقیضی به دست آمده است. عابدی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی گزارش دادند که هشت هفته ترکیب تمرین مقاومتی و چای سبز موجب کاهش معنادار TG و افزایش معنادار HDL شد، ولی بر TC و LDL در مردان دارای اضافه وزن و چاق تاثیری نداشت [۲۰]. در پژوهشی دیگر، مرادی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که هشت هفته ترکیب تمرین مقاومتی موجب کاهش معنادار LDL، TC، TG و افزایش معنادار HDL در مردان دارای اضافه وزن شد [۲۱]. همچنین در پژوهش ایزدی قهفرخی و همکاران (۲۰۱۵) نتایج آنها نشان داد که ده هفته ترکیب تمرین هوازی و چای سبز موجب کاهش معنادار LDL، TC، TG و افزایش معنادار 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 مکانیسم‌ها مرتبط با آنها پیشنهاد شود [۲۳].

تاکنون مطالعه‌ای فراتحلیلی که در زمینه جمع‌بندی تمام مطالعات تاثیر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر روی نیمرخ لیپیدی در افراد دارای اضافه وزن و چاق یک مطالعه مورد ارزیابی قرار داده باشند، وجود نداشت. 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 روشن سازی نقش ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر نیمرخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق را مورد ارزیابی قرار دادند تا بتوانند از این طریق ضمن بر طرف کردن ابهامات موجود به این پرسش پاسخ دهد که آیا انجام تمرینات ورزشی و چای سبز به عنوان روشی موثر 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^۶ 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 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

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

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^۱ 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 RCT^۲ 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 اختلاف نظر با مشورت هر دو محقق حل شد.

استخراج داده‌ها

اطلاعات مربوط به نوع مطالعه، نویسنده‌ی اول، سال انتشار، تصادفی یا غیر تصادفی 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 [۲۴-۲۶]. در صورت نبود وجود داده‌های کافی برای انجام فراتحلیل، از طریق ایمیل با نویسنده‌ی 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^3) از خطای استاندارد میانگین (SEM^4) 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 سوالی Pedro انجام شد [۲۸]. معیارهای ارزیابی شامل موارد زیر می‌باشد: ۱- مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲- اختصاص شرکت کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳- آشنایی نداشتن شرکت کنندگان نسبت به گروه بندی‌هایشان، 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 به صورت Intention to treat (ITT)، ۸- وجود گزارش تفاوت‌های آماری بین گروه‌ها برای متغیر اصلی پژوهش، ۹- وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value). به تمام سوالات 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

1. Google Scholar
2. Randomized control trial
3. Standard deviation
4. Standard Error of the Mean

مطالعه فراتحلیل حاضر برای تعیین اثر ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز بر نیمرخ لیپیدی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق 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^۱) 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 به عنوان ملاک لحاظ شد [۲۷]. سوگیری انتشار نیز با استفاده از تفسیر بصری فونل پلانت بررسی گردید که در صورت مشاهده سوگیری تست (Egger) به عنوان یک تست تعیین کننده‌ی ثانویه استفاده شد که در آن سطح معنی‌داری برابر با ۰/۱ به عنوان 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 از 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 شرکت کنندگان، بزرگسال دارای اضافه وزن و چاق بودند. ۱۹۸ آزمودنی در گروه ترکیبی تمرین ورزشی و چای سبز با میانگین سنی $3/73 \pm 34/67$ و BMI با میانگین $2/61 \pm 30/84$ بود که ۱۹۲ آزمودنی در گروه کنترل با میانگین سنی $2/69 \pm 34/39$ و BMI با میانگین $2/17 \pm 31/08$ بودند. همه‌ی شرکت کنندگان پیش از شروع پروتکل ورزشی غیرفعال بودند و همچنین در تمام مطالعات گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیت بدنی انجام ندادند. تعداد آزمودنی‌های مطالعات با حداقل ۲۰ نفر [۳۱-۳۷، ۳۸] و حداکثر ۱۰۰ نفر [۳۸] بود.

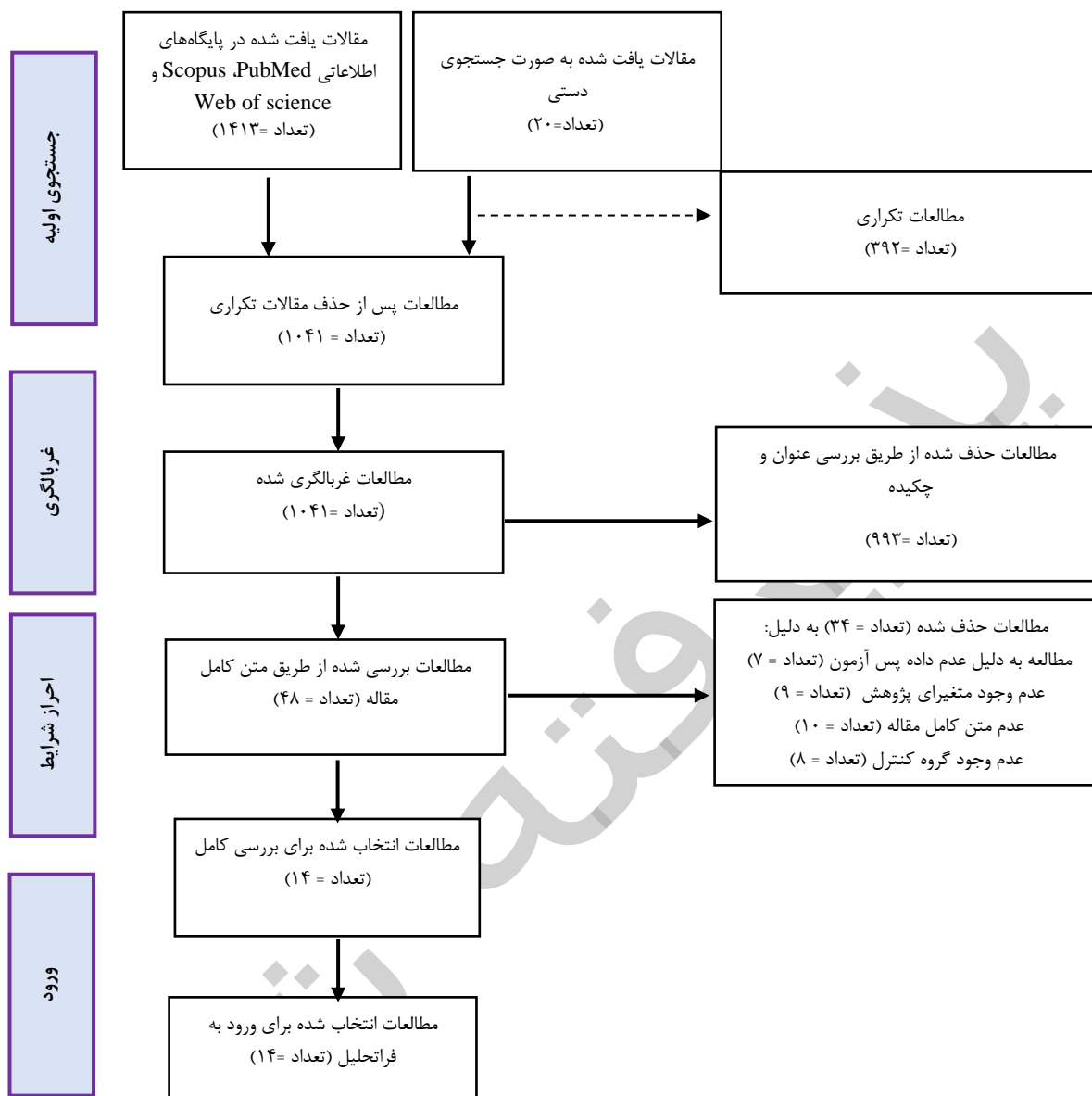
ویژگی پروتکل‌های تمرین

۱۴ مطالعه وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند، مدت هر جلسه برای تمرینات ورزشی حداقل ۱۶ تا ۳۰ دقیقه [۳۳] و حداکثر ۹۰ دقیقه [۳۹، ۳۴، ۲۰] بود. شدت تمرین برای تمرینات ورزشی حداقل ۵۰ تا ۶۰ درصد [۳۶] و حداکثر ۶۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب [۳۷] 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).

¹. Heterogeneity



شکل ۱. فلوچارت انتخاب مطالعات

جدول ۱- ویژگی آزمودنی‌ها و پروتکل ورزشی

مطالعه - سال	نوع مطالعه - کشور	نمونه (جنسیت)	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	متغیرها	سن (سال)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر)	تمرین	طول مداخله به هفته (تعداد جلسات در هفته)	مدت تمرین (دقیقه)	شدت تمرین
تهی و همکاران ۲۰۲۲ [۳۱]	RCT - ایران	۲۰ مرد	چاق	TC LDL HDL	تمرین + چای سبز (۱۰ نفر): ۲۸ تا ۳۵ سال کنترل (۱۰ نفر): ۲۸ تا ۳۵ سال	تمرین + چای سبز: ۲۹/۳۰ ± ۲/۳۰ کنترل: ۲۸/۳۲ ± ۳/۳۰	هوازی	۶ (۳)	۴۵ دقیقه	تمرین دوییدن با شدت ۵۰ تا ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه
مروی اصفهانی و عالیزاده ۲۰۲۱ [۳۲]	RCT - ایران	۲۰ زن	چاق	TG	تمرین + چای سبز (۱۰ نفر): ۵/۱۶ ± ۳۰/۷۷ کنترل (۱۰ نفر): ۷/۱۱ ± ۳۰/۳۷	تمرین + چای سبز: ۳۵/۶۹ ± ۲/۲۸ کنترل: ۳۴/۶۵ ± ۳/۰۲	هوازی	۸ (۳)	۳۰ تا ۴۰ دقیقه	تمرین ایروبیک موزمن با شدت ۶۰ تا ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه
حسینی و همکاران ۲۰۲۰ [۳۳]	RCT - ایران	۲۰ زن	اضافه وزن	TC TG LDL HDL	تمرین + چای سبز (۱۰ نفر): ۳/۸۳ ± ۳۲/۱۲ کنترل (۱۰ نفر): ۳/۱۱ ± ۳۳/۰۴	تمرین + چای سبز: ۲۹/۰۰ ± ۳/۶۸ کنترل: ۲۸/۲۱ ± ۴/۲۲	همزمان (هوازی و مقاومتی)	۸ (۳)	۱۶ تا ۳۰ دقیقه	تمرین مقاومتی و مقاومتی راه رفتن و دوییدن آهسته با شدت ۵۵ تا ۶۵٪ حداکثر ضربان قلب
حجتی ذی دشتی و همکاران ۲۰۲۰ [۳۴]	RCT - ایران	۲۰ زن	اضافه وزن و چاق	TC TG LDL HDL	تمرین + چای سبز (۱۰ نفر): ۲/۳۹ ± ۵۵/۲۰ کنترل (۱۰ نفر): ۲/۰۳ ± ۵۴/۹۰	تمرین + چای سبز: ۳۲/۸۰ ± ۲/۰۴ کنترل: ۳۱/۸۰ ± ۱/۱۲	ترکیبی	۶ (۳)	۹۰ دقیقه	تمرین دوییدن هوازی با شدت ۶۰ تا ۸۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه، تمرین مقاومتی کار با وزنه‌های آزاد با شدت ۵۰ تا ۷۰٪ یک تکرار بیشینه
بابایی بناب ۲۰۲۰ [۴۰]	RCT - ایران	۳۰ زن	چاق غیر فعال	TC TG LDL HDL	تمرین + چای سبز (۱۵ نفر): ۵/۹۳ ± ۳۲/۵۸ کنترل (۱۵ نفر): ۱/۲۴ ± ۳۲/۸	تمرین + چای سبز: ۳۲/۴۸ ± ۴/۸۵ کنترل: ۳۲/۲۱ ± ۱/۲۴	هوازی	۱۲ (۳)	۶۰ دقیقه	تمرین در آب با شدت ۶۵ تا ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه
عموزاد و همکاران ۲۰۱۸ [۳۹]	RCT - ایران	۲۶ زن	چاق و اضافه وزن	TC TG LDL HDL	تمرین + چای سبز (۱۳ نفر): ۷/۴۸ ± ۲۸/۱۴ کنترل (۱۳ نفر): ۶/۵۴ ± ۲۸/۱۳	تمرین + چای سبز: ۳۳/۴۴ ± ۳/۷۸ کنترل: ۳۳/۸۷ ± ۴/۲۵	هوازی	۸ (۳)	۸۰ تا ۹۰ دقیقه	تمرین دوییدن بر روی تردمیل با شدت ۴۰ تا ۸۰٪ حداکثر ضربان قلب هدف
عابدی و همکاران ۲۰۱۷	RCT - ایران	۳۰ مرد	چاق و اضافه وزن	TC LDL	تمرین + چای سبز (۱۵ نفر): ۳/۸۲ ± ۳۶/۴۵	تمرین + چای سبز: ۳۰/۶۶ ± ۲/۳۴	مقاومتی	۸ (۳)	۹۰ دقیقه	-

				کنترل : ۲۸/۰۵ ± ۲/۱۷	کنترل (۱۵ نفر): ۳۲/۹۲ ± ۳/۲۱	HDL				[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	تمرین + چای سبز (۱۰ نفر): ۳۲/۲۰ ± ۱/۹۰ کنترل (۱۰ نفر): ۳۲/۹۰ ± ۲/۰۰	TC LDL HDL	چاق غیر فعال	زن ۲۰	RCT - ایران	بنایی بروجنی و همکاران ۲۰۱۷ [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	تمرین + چای سبز (۱۰ نفر): ۲۶/۰۰ ± ۰/۷۰ کنترل (۱۰ نفر): ۲۶/۰۰ ± ۰/۷۰	TC TG LDL HDL	اضافه وزن	مرد ۲۰	RCT - ایران	فهرمان و همکاران ۲۰۱۶ [۳۶]
تمرین دویدن با شدت ۵۵ تا ۶۵٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره	۶۰ دقیقه	۸ (۳)	هوازی	تمرین + چای سبز : - کنترل : -	تمرین + چای سبز (۱۲ نفر): ۴۳/۴۰ ± ۴/۵۴ کنترل (۱۰ نفر): ۴۴/۸۰ ± ۳/۹۶	TG LDL HDL	چاق	زن ۲۲	RCT - ایران	وکیلی و حسن پور ۲۰۱۵ [۴۱]
تمرین ایروبیک همراه با موسیقی با شدت ۴۰ تا ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه	۴۰ تا ۵۰ دقیقه	۱۰ (۳)	هوازی	تمرین + چای سبز : - کنترل : -	تمرین + چای سبز (۱۲ نفر): ۴۵ تا ۶۰ سال کنترل (۱۰ نفر): ۴۵ تا ۶۰ سال	TC TG LDL HDL	چاق دیابتی	زن ۲۲	RCT - ایران	ایزدی قهفرخی و همکاران ۲۰۱۵ [۲۲]
تمرین مقاومتی (کار با وزنه) با شدت ۶۰ تا ۸۰٪ یک تکرار بیشینه	-	۸ (۳)	مقاومتی	تمرین + چای سبز : ۲۶/۲۷ ± ۱/۶۷ کنترل : ۲۶/۶۰ ± ۲/۲۳	تمرین + چای سبز (۱۰ نفر): ۲۱/۶۰ ± ۱/۱۳ کنترل (۱۰ نفر): ۲۰/۳۰ ± ۱/۲۴	TC TG LDL HDL	اضافه وزن	مرد ۲۰	RCT - ایران	مرادی و همکاران ۲۰۱۴ [۲۱]
تمرین دویدن و حرکات ایروبیک با شدت ۶۵ تا ۸۵٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه	۴۵	۸ (۳)	هوازی	تمرین + چای سبز : ۲۹/۱۱ ± ۳/۱۷ کنترل : ۳۱/۰۲ ± ۲/۶۲	تمرین + چای سبز (۱۱ نفر): ۳۸/۵۴ ± ۹/۴۴ کنترل (۹ نفر): ۴۰/۰۰ ± ۷/۵۱	TC TG LDL HDL	اضافه وزن و چاق	زن ۲۰	RCT - ایران	حقیقی و همکاران ۲۰۱۳ [۳۷]
تمرین متوسط هوازی با شدت ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه و تمرین قدرت عضلانی با شدت ۳۰٪	-	۲۴ هفته	هوازی	تمرین + چای سبز : ۳۱/۰۰ ± ۲/۰۰ کنترل : ۲۶/۷۰ ± ۱/۷۰	تمرین + چای سبز (۵۰ نفر): ۴۷/۶۰ ± ۵/۵۰ کنترل (۵۰ نفر): ۴۵/۳۰ ± ۳/۵۰	TG HDL	اضافه وزن و چاق	۱۰۰ زن و مرد (۴۹ مرد و ۵۱ زن)	RCT - ایتالیا	بلکارو و همکاران ۲۰۱۳ [۳۸]

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
وکیلی و حسن پور ۲۰۱۵ [۴۱]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷
ایزدی قهفرخی و همکاران ۲۰۱۵ [۲۲]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
مرادی و همکاران ۲۰۱۱ [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 گروه بندی‌هایشان، (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 به صورت (ITT)، (۸) وجود گزارش تفاوت‌های آماری بین گروه‌ها برای متغیر اصلی پژوهش، (۹) وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value).

نتایج فراتحلیل

تحلیل اصلی

اثر تمرین ورزشی و چای سبز بر TC

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۲ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی و چای سبز سبب کاهش معنادار LDL ($P=0/001$)، LDL (-۱۸/۳۴۴) الی $(I^2=5/007)$ $WMD=-11/675$ mg/dl نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق شد (شکل ۴). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنادار وجود دارد ($P=0/001$)، $I^2=70/872$.

اثر تمرین ورزشی و چای سبز بر HDL

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۳ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی و چای سبز سبب افزایش معنادار HDL ($P=0/017$)، HDL (۱/۶۰۹) الی $(I^2=16/167)$ $WMD=8/888$ mg/dl نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق شد (شکل ۵). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنادار وجود دارد ($P=0/001$)، $I^2=98/641$.

سوگیری انتشار

نتیجه تست آزمون Egger نشان‌دهنده وجود سوگیری انتشار عدم معنادار برای TC ($P=0/755$)، HDL ($P=0/304$)، LDL ($P=0/534$) و ($P=0/631$) بود.

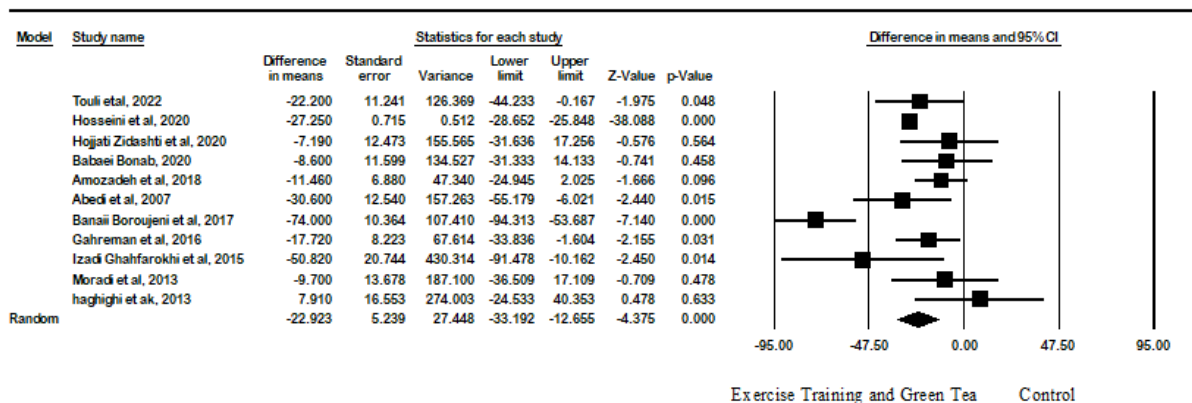
اثر تمرین ورزشی و چای سبز بر TG

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۱ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی و چای سبز سبب کاهش معنادار TC ($P=0/001$)، TC (-۳۳/۱۹۲) الی $(I^2=12/655)$ $WMD=-22/923$ mg/dl نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنادار وجود دارد ($P=0/001$)، $I^2=84/832$.

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۱ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی و چای سبز سبب کاهش معنادار TG ($P=0/001$)، TG (-۱۱/۴۰۹) الی $(I^2=8/483)$ $WMD=-9/946$ mg/dl نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق شد (شکل ۳). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی پایین و غیرمعنادار وجود دارد ($P=0/984$)، $I^2=0/000$.

اثر تمرین ورزشی و چای سبز بر LDL

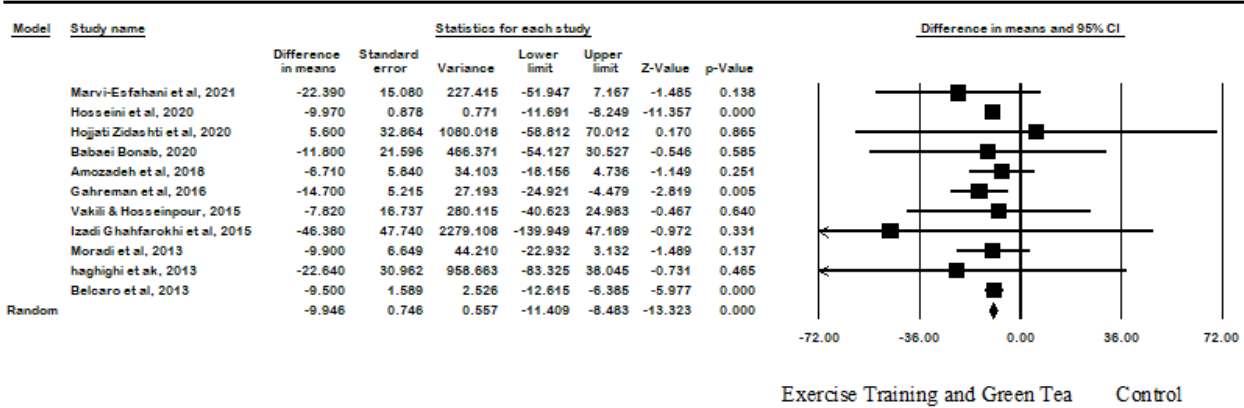
Meta Analysis



Meta Analysis

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

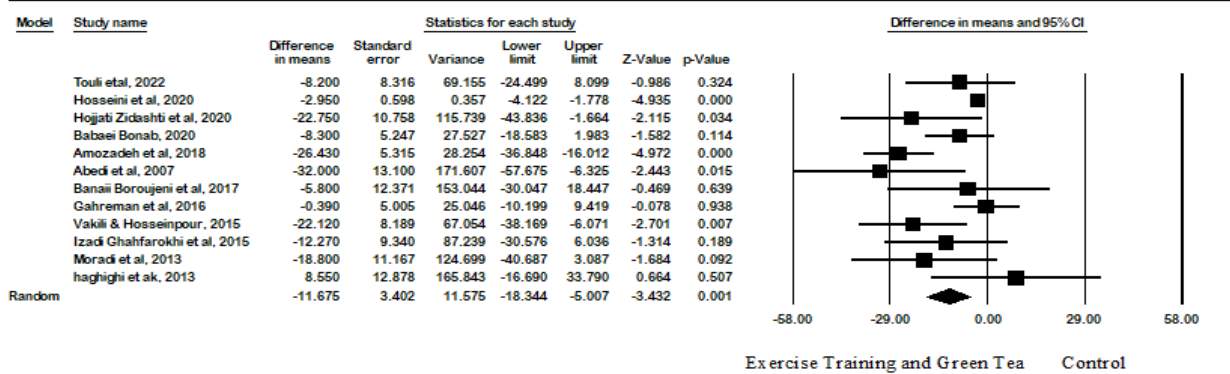
Meta Analysis



Meta Analysis

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

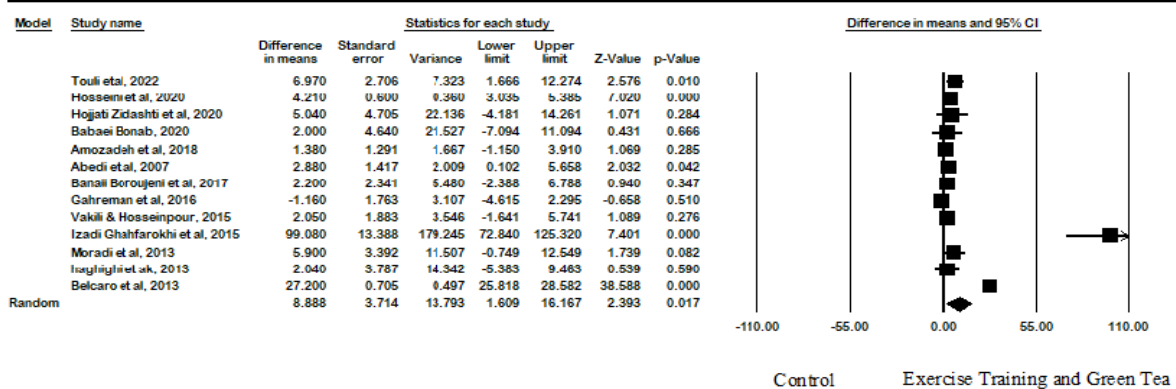
Meta Analysis



Meta Analysis

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

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 چاق

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 معنادار TC، TG، LDL و افزایش معنادار HDL نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق شد.

در پژوهش مرادی 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 معنادار TC، TG، LDL و افزایش معنادار HDL در مردان دارای اضافه وزن شد [۲۱]. همچنین در پژوهش مروی اصفهانی و علیزاده (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 عابدی 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 معنادار TG و افزایش معنادار HDL شد ولی بر LDL، TC، سرمی تاثیر معناداری نداشت [۲۰]. در پژوهشی دیگر حقیقی 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 معنادار وزن بدن و درصد چربی شد ولی بر HDL، LDL، TG، TC، سرمی تاثیر معناداری 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 مونوفسفات 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 مونوفسفات 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]. مکانیسم‌های درگیر در این فرآیند شامل افزایش میزان آنزیم‌های لسیتین کلاسترول آسیل ترانسفراز LCAT آنزیمی که در انتقال استر به کلاسترول HDL دخالت دارد و لیوپروتئین لیپاز و کاهش پروتئین انتقال دهنده کلاسترول استریف CETP آنزیم پاسخگوی انتقال کلاسترول HDL به سایر لیوپروتئین‌ها است. تغییر در میزان آنزیم‌ها با بهبود توانایی فیبرهای عضلانی برای اکسیداسیون اسیدهای چرب پلاسما، باعث کاهش کلاسترول VLDL و TG می‌شود [۵].

چای سبز به عنوان یکی از مهم‌ترین نوشیدنی‌های حاوی پلی‌فنول‌ها به‌ویژه اپی‌کاتچین، اپی‌کاتچین‌گالات و اپی‌گالو کاتچین می‌باشد [۴۴]. حدود ۹۸ درصد چای سبز مصرفی در مدت زمان ۶۰ تا ۱۲۰ دقیقه بعد از گوارش توسط باکتری‌های رودهای و کبد در پلاسما به صورت کنژوگه تبدیل شده و تنها کمتر از ۲٪ کاتچین به صورت آزاد در خون باقی می‌ماند که تاثیرات فیزیولوژیک و بیولوژیک متفاوتی را اعمال می‌کند [۴۵]. افزایش کاتچین چای سبز از طریق مکانیسم‌های مستقیم از قبیل پاک‌سازی گونه‌های اکسیژن واکنشی (مانند سوپراکساید و پراکسید) و گونه‌های نیتروژن واکنشی (مانند نیتریک‌اکساید^۱ و پراکسی نیتريت^۲) و همچنین از طریق مکانیسم‌های غیرمستقیم

^۱ . Nitric oxide
^۲ . Peroxynitrite

مانند افزایش آنتی اکسیدان‌های آنزیمی مانند سوپر اکسید دیسمیوتاز، کاتالاز و گلوکاتایون پراکسیداز، منجر به گسترش اثرات ضد اکسیداتیوی می‌شود [۴۶]. چای سبز، باعث افزایش سطح آزاد سازی نوراپی‌نفرین در خون می‌شود. نوراپی‌نفرین باعث افزایش آزاد شدن اسیدهای چرب آزاد از آدیپوسیت‌ها و تجزیه TG می‌شود. تحریک سیستم اعصاب سمپاتیك، متابولیسم پایه بدن حتی در حالت استراحت را بالا می‌برد و باعث تجزیه چربی‌ها می‌گردد، روندی که از تجمع چربی ممانعت به عمل می‌آورد [۴۲]. یکی از مکانیسم‌هایی که چای سبز از طریق آن می‌تواند بر متابولیسم چربی‌ها تاثیر گذارد، کاهش آنزیم داخل سلولی کاتکول او متیل ترانسفراز^۱ COMT توسط اپی گالوکاتچین 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]. به علاوه، مصرف چای سبز در طولانی مدت می‌تواند موجب کاهش ژن‌های آدیپوژنیک از جمله PPAR^۲، پروتئین آلفا اتصالی افزایش دهنده Ccaat^۳، پروتئین یک سی اتصالی به عوامل تنظیم کننده استرول^۴، پروتئین فعال شده^۵، لیپوپروتئین لیپاز و اسید چرب سنتاز شد [۴۸]. به علاوه، 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 موثر می‌باشد [۴۹]. با توجه به این که تمام این موارد در کاهش ذخایر چربی به واسطه 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 این که تفاوت در نوع تمرین، مدت و یا شدت تمرین می‌تواند بر نتایج کل فراتحلیل تاثیرگذار 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 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 پنهان سازی تخصیص به اندازه کافی در همه کارآزمایی‌های تصادفی سازی شده گزارش نشده است، که ممکن است سوگیری انتخابی را در این ارزیابی وارد کند. همچنین هیچ یک از کارآزمایی‌های تصادفی سازی 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 تایید و تقویت یافته‌های مطالعه حاضر ضروری است.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج فراتحلیل حاضر نقش مهم ترکیب تمرین ورزشی و چای سبز در بهبود نیمرخ لیپیدی را نشان می‌دهد. به طوری که ترکیب تمرین ورزشی و چای سبز به عنوان یک مداخله غیردارویی و کاربردی برای کاهش نیمرخ لیپیدی و کاهش اختلالات مرتبط با اضافه وزن و چاقی در بزرگسالان و به خصوص بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابتی و التهاب کبدی پیشنهاد می‌شود. بنابراین، مکمل چای سبز به دلیل اثر آنتی اکسیدانی و ضد التهابی می‌تواند همراه با تمرینات ورزشی برای بهبود نیمرخ لیپیدی مصرف شود.

تعارض منافع

1. Catechol-O-methyltransferase
2. Peroxisome proliferator activated receptor γ
3. Ccaat-enhancer binding protein- α (C/EBP- α)
4. Sterol regulatory element binding protein-1c (SREBP-1c)
5. Activated protein 2 (aP2)
6. Messenger RNA
7. Carnitine palmitoyl transporter I (CPTI)

1. 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.
2. Mehrzad R. Definition and introduction to epidemiology of obesity. 2020. p. 1-6.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Kianbakht S. A Review on Medicinal Plants Used in Treatment of Obesity and Overweight. *Journal of Medicinal Plants*. 2010;9(36):1-23.
7. 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.
8. Zhao B-L. Antioxidant effects of green tea polyphenols. *Chinese Science Bulletin*. 2003;48:315-9.
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.
10. Kawase M, Wang R, Shiomu 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.
11. 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.
12. Eng QY, Thanikachalam PV, Ramamurthy S. Molecular understanding of Epigallocatechin gallate (EGCG) in cardiovascular and metabolic diseases. *J Ethnopharmacol*. 2018;210:296-310.
13. 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.
14. 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.
15. Cabrera C, Artacho R, Giménez R. Beneficial effects of green tea--a review. *J Am Coll Nutr*. 2006;25(2):79-99.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. Hadi M, Sarkawt K, Farhad Ahmadi Kani G, Hosein A, Foad A, Khatere R. 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.
22. 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.
23. Rains TM, Agarwal S, Maki KC. Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *J Nutr Biochem*. 2011;22(1):1-7.
24. 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:-.
25. 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.
26. 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. *Fez Medical Sciences Journal*. 2024;28(1):96-109.
27. COPAS J SJQ. Meta-analysis, funnel plots and sensitivity analysis. *Biostatistics*. 2000;1(3):247-62.
28. 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.
29. Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *Bmj*. 2003;327(7414):557-60.
30. 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. Banaii 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. Haghighi AH, Yaghoobi 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. Shixian 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.