



The effect of four weeks of Pilates training and turmeric supplementation on C-reactive protein and lipid profiles in overweight women

Mozhgan Jafari¹, Mehdi Mogharnasi², Mohammad Esmaeil Afzalpour³

1. MSC., Department of Sport Sciences, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran. jafari.mozhgan2018@gmail.com
2. Professor at the Department of Sport Sciences, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran. mogharnasi@birjand.ac.ir
3. Corresponding Author, Professor at the Department of Sport Sciences, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran. mafzalpour@birjand.ac.ir

Article Information

Article type: Research Article

Vol: 17

No: 33

P: 1-12

Article history:

Received: 2024-06-11

Revised: 2024-10-19

Accepted: 2024-10-29

Cite this Article:

Mozhgan Jafari, Mehdi Mogharnasi, Mohammad Esmaeil Afzalpou. The effect of four weeks of Pilates training and turmeric supplementation on C-reactive protein and lipid profiles in overweight women. *Journal of Sport and Biomotor Sciences*. 2025; 17(33): 1-12.

doi: 10.22034/sbs.2024.462368.1105

Publisher: Hakim Sabzevari University

Authors retain the copyright and full publishing rights.



Abstract

Introduction and Purpose: Research has demonstrated that herbal medicines and exercise can be effective in preventing and treating obesity and overweight conditions. The present study aimed to investigate the effects of four weeks of Pilates training and turmeric supplementation on the plasma levels of C-reactive protein (CRP) and lipid profiles in overweight women.

Materials and Methods: This research employed a semi-experimental design. Sixty women, aged 20 to 40 years, with a body mass index of 27.34 ± 1.36 kg/m², were selected and randomly divided into four groups: Pilates exercise + supplement, Pilates exercise + placebo, supplement only, and placebo only. Pilates training was conducted for four weeks, with three sessions per week, each lasting 45 minutes. The supplement groups received a 700 mg capsule of turmeric three times a day, 30 minutes after meals, while the placebo group received a capsule containing breadcrumbs. Blood samples were collected 48 hours before and after the intervention. Analysis of covariance and SPSS statistical software (version 26) were used for statistical analysis at a significance level of $P < 0.05$.

Results: Pilates exercise, both alone and in combination with turmeric, significantly improved CRP ($p=0.001$ for both) and lipid profiles ($p=0.001$ for both) in overweight women, with the combined effect being greater. Conversely, turmeric alone improved CRP ($p=0.001$) but had no significant effect on lipid profiles ($p=1.00$).

Discussion and Conclusion: The results of this study suggest that a regular, short protocol of Pilates exercise, combined with low to moderate doses of turmeric supplements, can improve inflammatory indices and lipid profiles in overweight women.

Key Words: Pilates Exercise, Turmeric, C-reactive protein, Lipid profile, Overweight women.

Extended Abstract

1. Introduction and Purpose

Obesity poses a critical threat to public health, often accompanied by unfavorable lipid profiles that heighten the risk of cardiovascular disease. Elevated C-reactive protein (CRP), a marker of inflammation, is strongly associated with obesity and serves as a predictor of cardiovascular events, particularly in women. Notably, obese individuals consistently display higher CRP levels compared to their normal-weight counterparts, highlighting a direct link between inflammation and obesity.

This chronic inflammatory state, linked to obesity, contributes to the development of various diseases, including type 2 diabetes, cardiovascular disease, chronic kidney disease, and cancer. Metabolic changes, encompassing alterations in LDL cholesterol, HDL cholesterol, total cholesterol, and triglyceride levels, contribute to this systemic inflammation, potentially involving CRP.

Lifestyle modifications, such as regular physical activity and nutritional interventions, are crucial for managing obesity and its complications. Pilates, a unique fitness approach that emphasizes flexibility and strength across all body parts without increasing muscle mass, offers a promising avenue for improving physiological processes. Medical professionals recognize its distinctive nature, and some researchers suggest its potential for effective fat and weight reduction.

A deeper understanding of Pilates' specific effects on lipid profiles, CRP levels, and overall inflammatory status in obese individuals is essential. This research could provide valuable insights into Pilates' potential as a therapeutic intervention for managing obesity-related complications.

Nutritional interventions, often used independently or alongside exercise, are a common strategy for improving health and reducing chronic disease risk. Turmeric, known for its polyphenol content, holds promise as an anti-aging agent by mitigating oxidative and inflammatory stress. It may also contribute to reducing inflammation, regulating cholesterol homeostasis, lowering LDL-C, and raising HDL-C levels, thereby positively influencing lipid profiles.

This study aimed to evaluate the combined impact of four weeks of Pilates training and turmeric supplementation on plasma CRP levels and lipid profiles in overweight and obese women.

2. Materials and Methods

This semi-experimental study included 60 women aged 20-40 years from Birjand city, Iran, with a mean body mass index of 27.34 ± 1.36 kg/m². After obtaining informed consent, participants were randomly assigned to four groups: (1) exercise + turmeric supplement, (2) exercise + placebo, (3) turmeric supplement, and (4) placebo (each group containing 15 individuals). Ethical considerations were strictly adhered to throughout the research process.

The Pilates training program lasted four weeks, with three sessions per week, each lasting 45 minutes (including warm-up, main movements, and cool-down). The number of repetitions for each movement started at 8 and gradually increased to 12 (two repetitions added every two weeks).

The supplement group received a 700 mg capsule of turmeric (manufactured by Elixir Nanosina Company in Iran) three times daily, 30 minutes after each meal, for four weeks. The placebo group received a capsule containing breadcrumbs.

The Shapiro-Wilk test was used to evaluate data normality, and the Levene test was employed to assess the homogeneity of variances. After confirming a normal data distribution, analysis of covariance (ANCOVA) and Bonferroni's post hoc tests were utilized to analyze group differences at a significance level of $P < 0.05$.

3. Results

Overweight women who participated in four weeks of Pilates training and turmeric supplementation experienced a significant decrease in CRP levels ($P = 0.0001$). Additionally, four weeks of Pilates training alone, as evidenced by the Pilates-placebo group, significantly reduced total cholesterol, triglycerides, and LDL-C levels while significantly increasing HDL-C levels ($P = 0.0001$). However, turmeric supplementation alone did not demonstrate a significant impact on lipid indices.

4. Conclusions

Performing Pilates exercises (even for a duration of four weeks with three sessions per week) and consuming turmeric supplements (at a low to medium dose of 700 mg/day), either independently or in combination, significantly improved CRP levels in overweight women. Moreover, the combined intervention resulted in further improvements in CRP levels.

5. Acknowledgement & Funding

This article is not sponsored.

6. Ethical Consideration

This research was approved by the ethics committee with the ethical code of IR.BUMS.REC.1398.046.

7. Contribution of authors

All authors have actively participated in the process of the study and writing the article.

8. Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.



ورزش و علوم زیست حرکتی



تأثیر چهار هفته تمرین پیلاتس و مصرف مکمل زردچوبه بر سطوح پلاسمایی پروتئین واکنش پذیر C و نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن

مژگان جعفری^۱، مهدی مقرنسی^۲، محمد اسماعیل افضل پور^{۳*}

۱. کارشناس ارشد؛ گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. Jafari.mozhgan2018@gmail.com

۲. استاد گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. mogharnasi@birjand.ac.ir

۳. نویسنده مسئول، استاد گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. mafzalpour@birjand.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه و هدف: استفاده از داروهای گیاهی و ورزش می‌تواند در پیشگیری و درمان چاقی و اضافه وزن مؤثر باشد. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر چهار هفته تمرین پیلاتس و مصرف مکمل زردچوبه، بر سطوح پلاسمایی پروتئین واکنش‌پذیر C (CRP) و نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن بود.
دوره: ۱۷	مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر نیمه تجربی بود. بدین منظور ۶۰ زن مبتلا به اضافه وزن و چاقی با دامنه سنی ۲۰ تا ۴۰ سال و نمایه توده بدنی $27/34 \pm 1/36$ کیلوگرم بر متر مربع انتخاب و به صورت تصادفی، در چهار گروه تمرین پیلاتس + مکمل، تمرین پیلاتس + دارونما، مکمل، و دارونما (هر گروه مشتمل بر ۱۵ نفر) تقسیم شدند. تمرین پیلاتس به مدت چهار هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ دقیقه، به اجرا درآمد. گروه‌های مکمل، سه وعده در روز ۳۰ دقیقه بعد از غذا، یک کپسول ۷۰۰ میلی‌گرمی زردچوبه دریافت کردند. آزمودنی‌های گروه دارونما یک کپسول پودر سوخاری مصرف نمودند. نمونه خونی ۴۸ ساعت قبل و پس از پایان مداخلات گرفته شد. از آزمون تحلیل کوواریانس و نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۶) در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ استفاده گردید.
شماره: ۳۳	یافته‌ها: تمرینات پیلاتس به تنهایی و توأم با زرد چوبه، موجب بهبود CRP (به ترتیب با $P=0/001$) و $P=0/001$) و نیمرخ لیپیدی (به ترتیب با $P=0/001$) و $P=0/001$) زنان دارای اضافه وزن شد؛ ضمن آن که اثر توأم آن‌ها بیشتر بود. از طرف دیگر، زردچوبه به تنهایی موجب بهبود CRP شد ($P=0/001$)، ولی بر نیمرخ لیپیدی اثر معنی‌داری نداشت ($P=1/00$).
صفحه: ۱-۱۲	نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج به دست آمده، حتی اجرای منظم و کوتاه مدت تمرینات پیلاتس (۴ هفته) و مصرف مکمل زردچوبه (با دوز کم تا متوسط) می‌تواند در بهبود التهاب و نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن، مؤثر واقع شود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۲	واژه‌های کلیدی: تمرین پیلاتس، زردچوبه، پروتئین واکنش‌پذیر C، نیمرخ لیپیدی، زنان دارای اضافه وزن.
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۸	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۸	
نحوه ارجاع به این مقاله: مژگان جعفری، مهدی مقرنسی، محمد اسماعیل افضل‌پور، تأثیر چهار هفته تمرین پیلاتس و مصرف مکمل زردچوبه بر سطوح پلاسمایی پروتئین واکنش‌پذیر C و نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن. نشریه ورزش و علوم زیست حرکتی. ۱۴۰۴؛ ۱۷(۳۳): ۱-۱۲. doi:10.22034/sbs.2024.462368.1105	
ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری	



نویسندگان حق نشر و حقوق انتشار کامل را حفظ می‌کنند.

مقدمه

طبق آخرین گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت (WHO)، شیوع چاقی در سراسر جهان از سال ۱۹۷۵ سه برابر شده است. بیش از ۱/۹ میلیارد بزرگسال (۱۸ سال یا بالاتر) در سال ۲۰۱۶ دارای اضافه وزن (۳۹٪) بودند. از این تعداد، بیش از ۶۵۰ میلیون نفر بزرگسالان (۱۳٪) چاق بودند (۱). عدم تعادل انرژی بین دریافت و مصرف کالری، دلیل اساسی اضافه وزن و چاقی است. افزایش مصرف غذاهای پر انرژی (چربی و شکر) در طی یک دوره زمانی، و عدم تحرک بدنی، از عوامل اصلی اضافه وزن و چاقی هستند (۱، ۲).

شواهد پژوهشی نشان می‌دهد افزایش وزن و چاقی با افزایش لیپیدها و لیپوپروتئین‌های سرم رابطه دارد و از جمله عوامل خطررزی بیماری‌های قلبی - عروقی، می‌توان به تغییرات پاتولوژیک لیپیدها و لیپوپروتئین‌های سرم اشاره کرد (۳). تحقیقات همچنین نشان داده‌اند که چاقی باعث آزاد شدن سایتوکاین‌های پیش التهابی مانند اینترلوکین-۶^۱ (IL-6) از بافت چربی می‌شود. سطح سرمی بالای IL-6 باعث افزایش سنتز کبدی پروتئین واکنشگر^۲ C (CRP) می‌شود (۴). عامل CRP یکی از زیست نشانگرهای غیرتخصصی التهاب بوده که مستقل از سایر عوامل خطر سنتی پیش‌بینی کننده حوادث قلبی - عروقی، به ویژه در زنان معرفی شده است و نشان داده شده است که سطح خونی آن در افراد چاق بالاتر از افراد با وزن طبیعی است و با نمایه توده بدن (BMI) رابطه مثبت دارد (۵). مطالعات نشان داده‌اند که افزایش تولید این بیومارکرهای التهابی ارتباط نزدیکی با شیوع بیماری‌های مزمن مانند دیابت نوع ۲ (D2T)، بیماری‌های قلبی عروقی (CVDs)، بیماری مزمن کلیوی و سرطان دارد (۶، ۷). همچنین بیان شده است که بیش از ۵۰ درصد از کل مرگ و میرها در سراسر جهان به طور مستقیم یا غیرمستقیم به پیشرفت بیماری‌های التهابی بستگی دارد (۸). CRP یک پروتئین فاز حاد است که در سلول‌های کبدی سنتز می‌شود. غلظت آن در خون در چندین واکنش التهابی مرتبط با عفونت‌ها، بیماری‌های قلبی عروقی و بیماری‌های متابولیک افزایش می‌یابد. اختلالات مرتبط با متابولیسم لیپیدها، تغییراتی را در کلسترول لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، کلسترول تام و سطوح تری گلیسیرید

نشان می‌دهد که به وضعیت التهابی سیستمیک کمک می‌کند و احتمال می‌رود CRP در آن درگیر باشد؛ وضعیتی که خطر بالاتری برای عوارض شدید، مانند آترواسکلروز دارد (۹). لویز و همکاران (۲۰۱۹) نشان داده‌اند که بین پروفایل لیپیدی و سطوح CRP در سرم ارتباط وجود دارد و این موضوع به این فرضیه کمک می‌کند که دیس لیپیدمی ممکن است باعث واکنش‌های التهابی شود. با توجه به این که سطوح بالای کلسترول تام، کلسترول LDL و تری گلیسیرید باعث ایجاد آترواسکلروز می‌شود، ارتباط این پارامترها با سطوح بالاتر CRP می‌تواند به عنوان یک نشانگر خطر برای ایجاد عوارض قلبی عروقی مورد استفاده قرار گیرد (۹).

در میان راهکارهای مختلف تغییر شیوه زندگی، فعالیت بدنی منظم و مداخلات تغذیه‌ای باعث بهبود فرآیندهای فیزیولوژیکی بدن می‌گردند. به نظر می‌رسد که فعالیت بدنی منظم، علاوه بر فواید فیزیولوژیک مرتبط با سلامتی، می‌تواند موجب افزایش کیفیت زندگی افراد شود (۱۰). از این رو، امروزه استفاده از تمرینات بدنی مانند پیلاتس که به طور همزمان با ورزش، به فعالیت‌های ذهنی هم پرداخته می‌شود، مورد توجه محققان قرار گرفته است. تمرینات پیلاتس نخستین بار در سال ۱۹۲۰ میلادی توسط ژورف پیلاتس^۳ مطرح شد و متشکل از تمریناتی است که بر بهبود انعطاف‌پذیری و قدرت در تمام اندام‌های بدن، بدون افزایش حجم عضلانی تمرکز دارد (۱۱). این ورزش به تازگی مورد توجه پژوهشگران علوم ورزشی قرار گرفته و در حال فراگیر شدن است، پیلاتس از نظر پزشکان به عنوان یک روش منحصربه‌فرد از آمادگی جسمانی است و برخی پژوهشگران بر این باورند که ورزش هوازی مانند پیلاتس بهترین روش کاهش وزن چربی و وزن بدن است (۵). متعاقباً از دیدگاه مداخله‌گرایانه، پیلاتس می‌تواند یکی از راه‌های رسیدن به کاهش وزن باشد. این روش را می‌توان به عنوان یک ورزش غیر تکراری و شدید، متناسب با نیازهای هر فرد، با مزایایی در سطوح مختلف توصیف کرد (۱۲). اجرای تمرینات پیلاتس نیاز به مهارت و تجهیزات خاصی نداشته و بر روی تشک و برای افراد با سطح آمادگی جسمانی معمولی قابل اجرا است (۱۳). پیلاتس^۴ بین افراد جامعه به ویژه زنان به دلیل امکان انجام این تمرینات با هر سطح آمادگی جسمانی،

1. Interleukin 6
2. C-reactive protein
3. Joseph Pilates

وزن، اخیراً مورد توجه بسیاری از زنان قرار گرفته است. از طرف دیگر، بیشتر مطالعات قبلی، اثر تمرین یا مکمل زردچوبه و یا کورکومین (بر شاخص‌های تن سنجی، پروفایل‌های لیپیدی، CRP و مقاومت به انسولین) را به طور جداگانه بررسی کرده‌اند؛ این در حالی است که مطالعات محدودتری در مورد اثرات همزمان زردچوبه (و یا کورکومین) و فعالیت بدنی با هم، بر شاخص‌های التهابی و عوامل خطر انجام شده است. به علاوه، به دلیل محدودیت‌های زمانی برای شرکت در تمرینات ورزشی برای بانوان در کشور ما و در عصر حاضر؛ ضرورت شناسایی اثر دوره‌های کوتاه مدت تمرین اهمیت دارد؛ لذا طول دوره تمرین، ۴ هفته در نظر گرفته شد که دوره‌ای کوتاه در مقایسه با مداخلات معمولی انجام شده (۸ تا ۱۰ هفته) به شمار می‌رود، از نوآوری‌های دیگر مطالعه حاضر، بررسی اثر تمرینات پیلاتس است که در کشور ما طی سال دهه اخیر مورد توجه و اقبال زنان جامعه قرار گرفته است؛ این در حالی است که در مطالعات مشابه؛ معمولاً اثر تمرینات هوازی، مقاومتی یا ترکیبی؛ مورد بررسی قرار گرفته است. از دیگر جنبه‌های جدید تحقیق حاضر، استفاده از دوز ۷۰۰ میلی گرم در روز زردچوبه است که خود دوز معمول یا کم بشمار می‌آید. در بعضی منابع استفاده از دوز یک تا دو گرم در روز کورکومین را بدون عارضه دانسته و پیشنهاد کرده (۲۳) و در اغلب مطالعات به اجرا در آمده هم، اثر دوز یک تا دو گرم (۱۰۰۰ میلی گرم) در روز واکاوی شده است (۲۴). با توجه به عوارض احتمالی مصرف بالای این ماده و هزینه مادی تهیه آن؛ در صورت رسیدن به نتایج قایل انتظار، مصرف مقادیر کمتر از یک گرم در روز هم می‌تواند برای مخاطبین مهم و کاربردی باشد. از این رو، در مطالعه حاضر اثر چهار هفته تمرین پیلاتس و مصرف مکمل زردچوبه بر سطوح پلاسمایی پروتئین CRP و نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن و چاق مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود، نمونه آماری این پژوهش شامل ۶۰ زن ۲۰ تا ۴۰ سال شهر بیرجند با نمایه توده بدن (BMI) $27/34 \pm 1/36$ کیلوگرم بر متر مربع تشکیل دادند که فاقد سابقه بیماری‌های قلبی - عروقی، بیماری‌های کلیوی، دیابت، آسیب‌های عضلانی اسکلتی، اختلالات قاعدگی، مصرف منظم دارو و مکمل‌های غذایی

هزینه کم، خطر آسیب دیدگی پایین و بهبود عملکردهای فیزیولوژیکی بدن بدون عوارض جانبی، محبوبیت بالایی دارد. تحقیقات متعدد، اثرات مفید تمرینات پیلاتس را بر شاخص‌های سلامت عمومی زنان و مردان بزرگسال از جمله ترکیب بدنی، نیم رخ لیپیدی (کلسترول تام، تری گلیسرید، لیپوپروتئین با دانسیته بالا (HDL-C)) و لیپوپروتئین با دانسیته پایین (LDL-C)، پاسخ‌های هورمونی، سلامت ذهنی، پوکی استخوان و ناهنجاری‌های قامتی نشان داده‌اند (۱۴-۱۶).

استفاده از مداخلات تغذیه‌ای امری رایج و کارآمد است که توسط افراد مختلف جامعه به تنهایی یا در کنار تمرینات ورزشی برای دستیابی به فواید سلامتی آن‌ها با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن استفاده می‌شود (۱۷). در این میان، زردچوبه به دلیل داشتن ترکیبات پلی فنولی به عنوان ماده غذایی برای تأخیر لنداختن فرآیند سالمندی از طریق کاهش استرس اکسایشی و التهابی شناخته شده است. ترکیب اصلی زردچوبه یعنی کورکومینوئیدها^۱ شامل کورکومین (۷۵ درصد)، دی متوکسی کورکومین^۲ (۲۰-۱۰ درصد) و بی دمتوکسی کورکومین (۵ درصد) است. زردچوبه از طریق کاهش التهاب، تنظیم هموستاز کلسترول، کاهش LDL-C و پراکسیداسیون لیپیدی؛ و افزایش HDL-C، بر نیمرخ لیپیدی اثر مطلوب دارد (۱۸). کورکومین که ۲ تا ۸ درصد از ترکیبات زردچوبه را تشکیل می‌دهد، عامل اصلی رنگ طلایی و زرد زردچوبه و مسئول بسیاری از خواص پزشکی آن است. کورکومین سمیت کمی دارد و طیف وسیعی از عملکردهای دارویی از جمله اثرات ضد اکسایشی، ضد التهابی، ضد میکروبی و ضد سرطانی آن شناخته شده است (۱۹). برخی از کارآزمایی‌های بالینی تأثیر معنی‌دار مصرف کورکومین بر شاخص‌های ترکیب بدن و آنتروپومتریک را تایید کرده‌اند (۲۰، ۲۱). در مقابل، برخی از پژوهش‌ها عدم تأثیر معنی‌دار مصرف مکمل کورکومین بر وزن یا شاخص توده بدنی را گزارش کرده‌اند (۲۲). استراتژی‌های مدیریت وزن برای بهبود سلامت روان و جسم افراد چاق و دارای اضافه وزن از اهمیت زیادی برخوردار است. در نتایج مطالعات پیشین هم ابهاماتی وجود دارد و بیشتر بازه‌های زمانی نسبتاً طولانی (۸ هفته تا ۱۲ هفته) مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ و اجرای ورزش پیلاتس برای حفظ تندرستی و جلوگیری از عوارض چاقی و اضافه

1. Curcuminoids

2. Dimethoxy Curcumin

نگهداری شدند. در پژوهش حاضر، سطوح CRP با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون به روش الایزا^۱ و اجزای نیمرخ لیپیدی (کلسترول تام، تری گلیسرید، HDL-C و LDL-C) با استفاده از کیت بیونیک و به روش آنزیمی اندازه‌گیری شدند.

پروتکل تمرینی به مدت چهار هفته در داخل سالن ورزشی با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد اجرا شد. قبل از آن به مدت یک جلسه شرکت کنندگان با نحوه اجرای تمرینات آشنا شدند جلسه‌ی تمرینی پیلاتس ۴۸ ساعت بعد از خون‌گیری اولیه آغاز شد و پروتکل به این صورت بود که آزمودنی‌های گروه تمرین+ مصرف مکمل و نیز گروه تمرین+ دارونما، در طول چهار هفته و سه جلسه در هفته تمرینات پیلاتس را انجام دادند. هر جلسه ۴۵ دقیقه و شامل مرحله گرم کردن، حرکات اصلی و مرحله سرد کردن بود. تعداد تکرار هر حرکت از ۸ تکرار در جلسات اول شروع شده و به تدریج به ۱۲ تکرار افزایش یافت (هر دو هفته، دو تکرار افزایش یافت). پروتکل برنامه تمرین پیلاتس با توجه به مطالعه‌ی سبزواری و همکاران (۲۰۲۲) طراحی و اجرا شد (۱۱) (جدول ۱).

(در یک ماه منتهی به اجرای پژوهش)، استعمال دخانیات (در ۶ ماه منتهی به پژوهش)، شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم (در طی ۶ ماه قبل از شروع تحقیق)، و حساسیت به زردچوبه بودند. آزمودنی‌ها پس از اظهار تمایل به شرکت در تحقیق، به طور تصادفی به چهار گروه شامل تمرین+ مکمل زردچوبه، تمرین+ دارونما، مکمل زرد چوبه، و دارونما؛ (هر گروه مشتمل بر ۱۵ نفر) تقسیم شدند. معیارهای خروج از تحقیق شامل عدم توانایی آزمودنی برای انجام تمرینات پیلاتس، عدم تمایل آزمودنی برای ادامه همکاری و غیبت بیش از دو جلسه در تمرینات بود.

به منظور ملاحظات اخلاقی، تمام مراحل پژوهش به اطلاع آزمودنی‌ها رسانده شد؛ سپس رضایت نامه کتبی برای حضور در برنامه اخذ گردید. برای اندازه‌گیری متغیرهای ترکیب بدنی، از جمله BMI و درصد چربی بدن (BF) از دستگاه تحلیل ترکیب بدنی مدل IOI353 ساخت کره جنوبی استفاده شد. خون‌گیری در حالت ناشتایی ۱۲ ساعته، ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره مداخله انجام گرفت. نمونه‌های خونی در لوله‌های فاقد ماده ضد انعقادی ریخته شدند و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. پس از جدا کردن سرم، نمونه‌ها در دمای منفی ۷۰ درجه سانتیگراد

جدول ۱. تمرینات پیلاتس

زمان بندی	نوع حرکات اجرا شده	مراحل تمرین
۱۰ دقیقه	تنفس، ایستادن صحیح و احترام پیلاتس، اسکات، رفتن روی پنجه پا، کشش دست و پای مخالف در حالت چهار دست و پا، مهره به مهره خوابیدن به پشت و برگشت	گرم کردن
۲۵ دقیقه	تعادل یک پا از روبرو با پای خم، دایره تک پا، رساندن کف هر دو دست به زمین، ستاره، پایین رفتن از پشت به زمین، کشش تک پا، کشش تک پا با پیچ بالا تنه، کشش جفت پا، دارت، حرکت صد	تمرینات اصلی
۱۰ دقیقه	کشش ستون مهره‌ها، کشش سر و گردن، سجده، حرکت نخ در سوزن، تنفس جانبی، احترام پیلاتس	سرد کردن

غذایی و نحوه‌ی مصرف مکمل زردچوبه (کپسول) به آزمودنی‌ها اعلام شد.

• روش‌های آماری

داده‌های جمع‌آوری شده به کمک نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شدند. برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک^۲ و برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون^۳ استفاده شد. بعد از حصول اطمینان نرمال

آزمودنی‌های گروه مکمل به مدت چهار هفته، سه وعده در روز و ۳۰ دقیقه بعد از صرف هر وعده غذایی، یک کپسول ۷۰۰ میلی‌گرمی زردچوبه ساخت شرکت اکسیر نانوسینا کشور ایران دریافت کردند (۲۵). آزمودنی‌های گروه دارونما، یک کپسول حاوی پودر سوخاری دریافت کردند (۲۶) که از تفاوت بین کپسول‌ها و محتویات داخلشان، فقط محقق آگاهی داشت. توصیه‌های لازم در خصوص رژیم

1. ELISA
2. Shapiro-Wilk test
3. Levene's test

چهار هفته تمرین پیلاتس و مصرف مکمل زردچوبه سبب کاهش معنی‌دار CRP زنان دارای اضافه وزن ($P = 0/0001$) همچنین چهار هفته تمرین پیلاتس (بر اساس نتایج گروه پیلاتس - دارونما)، کاهش معنی‌دار کلسترول تام، تری گلیسرید و LDL-C و افزایش معنی‌دار HDL-C زنان دارای اضافه وزن را موجب شده است ($P = 0/0001$)؛ اما مصرف مکمل زردچوبه بر شاخص‌های لیپیدی (کلسترول تام، تری گلیسرید، HDL-C و LDL-C) زنان دارای اضافه وزن و چاق تأثیر معنی‌داری نداشت ($P = 1/00$) (جدول ۲).

بودن توزیع داده‌ها، اختلاف بین گروه‌ها با آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی^۱ در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ بررسی گردید.

یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع متغیرهای وابسته طبیعی است ($P > 0/05$) و آزمون لون همگنی واریانس‌ها را تایید کرد ($P > 0/05$). طبق جدول ۲ در مورد مقادیر میانگین و انحراف معیار CRP چهار گروه در مرحله پیش و پس آزمون همراه با نتایج آزمون تحلیل کوواریانس؛

جدول ۲. توصیف و مقایسه CRP و نیمرخ لیپیدی شرکت‌کنندگان در تحقیق

P	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	پیش آزمون		گروه‌ها	متغیرها
					انحراف معیار ± میانگین	انحراف معیار ± میانگین		
0/0001*	127/59	1/17	3	3/53	1/92 ± 0/29	2/53 ± 0/35	پیلاتس + مکمل	CRP
					2/08 ± 0/15	2/46 ± 0/24	پیلاتس + دارونما	
					2/41 ± 0/32	2/51 ± 0/31	مکمل	
0/0001*	56/41	95/68	3	287/05	2/63 ± 0/26	2/64 ± 0/29	دارونما	IC (دسی لیتر/امیلی گرم)
					174/80 ± 2/23	179/66 ± 2/19	پیلاتس + مکمل	
					174/86 ± 2/77	178/46 ± 2/31	پیلاتس + دارونما	
0/0001*	56/41	95/68	3	287/05	179/46 ± 2/66	179/80 ± 2/85	مکمل	TC (دسی لیتر/امیلی گرم)
					179/00 ± 2/48	178/60 ± 2/25	دارونما	
					174/80 ± 2/23	179/66 ± 2/19	پیلاتس + مکمل	
0/0001*	61/20	73/17	3	219/51	83/46 ± 2/26	87/53 ± 2/06	پیلاتس + مکمل	TG (دسی لیتر/امیلی گرم)
					83/20 ± 2/90	86/66 ± 2/26	پیلاتس + دارونما	
					87/60 ± 2/87	88/00 ± 2/95	مکمل	
0/0001*	116/54	86/56	3	259/76	88/66 ± 2/60	88/46 ± 2/94	دارونما	LDL-C (دسی لیتر/امیلی گرم)
					84/40 ± 2/61	88/66 ± 2/79	پیلاتس + مکمل	
					86/00 ± 1/77	90/13 ± 1/55	پیلاتس + دارونما	
0/0001*	58/15	60/38	3	181/14	88/86 ± 1/95	89/20 ± 1/97	مکمل	HDL-C (دسی لیتر/امیلی گرم)
					89/86 ± 2/35	89/66 ± 2/58	دارونما	
					61/00 ± 1/92	56/46 ± 1/84	پیلاتس + مکمل	
0/0001*	58/15	60/38	3	181/14	60/93 ± 1/53	58/00 ± 1/51	پیلاتس + دارونما	HDL-C (دسی لیتر/امیلی گرم)
					57/40 ± 1/63	57/06 ± 1/75	مکمل	
					57/13 ± 2/13	57/46 ± 2/02	دارونما	

* اختلاف معناداری در سطح $P < 0/05$

جدول ۳. آزمون تعقیبی بونفرونی در مورد مقایسه زوجی متغیرهای وابسته

P	تفاوت میانگین‌ها	گروه‌ها	متغیرها
0/0001*	0/11	مکمل	CRP
0/0001*	0/41	پیلاتس + دارونما	
0/0001*	0/62	پیلاتس + مکمل	
0/0001*	0/29	پیلاتس + دارونما	
0/0001*	0/50	پیلاتس + مکمل	
0/0001*	0/21	پیلاتس + دارونما	

۱/۰۰	۰/۵۸	مکمل		
۰/۰۰۰۱*	۴/۰۱	پیلاتس+دارونما	دارونما	
۰/۰۰۰۱*	۵/۱۳	پیلاتس+مکمل		TC
۰/۰۰۰۱*	۳/۴۳	پیلاتس+دارونما	مکمل	
۰/۰۰۰۱*	۴/۵۵	پیلاتس+مکمل		
۰/۱۴	۱/۱۱	پیلاتس+مکمل	پیلاتس+دارونما	
۱/۰۰	۰/۵۲	مکمل		
۰/۰۰۰۱*	۳/۸۷	پیلاتس+دارونما	دارونما	
۰/۰۰۰۱*	۴/۳۷	پیلاتس+مکمل		TG
۰/۰۰۰۱*	۳/۳۵	پیلاتس+دارونما	مکمل	
۰/۰۰۰۱*	۳/۸۷	پیلاتس+مکمل		
۱/۰۰۰	-۰/۴۹	پیلاتس+مکمل	پیلاتس+دارونما	
۰/۴۸	۰/۵۸	مکمل		
۰/۰۰۰۱*	۴/۲۸	پیلاتس+دارونما	دارونما	
۰/۰۰۰۱*	۴/۵۷	پیلاتس+مکمل		LDL-C
۰/۰۰۰۱*	۳/۶۹	پیلاتس+دارونما	مکمل	
۰/۰۰۰۱*	۳/۹۹	پیلاتس+مکمل		
۱/۰۰۰	-۰/۲۹	پیلاتس+مکمل	پیلاتس+دارونما	
۱/۰۰	-۰/۳۴	مکمل		
۰/۰۰۰۱*	-۳/۲۰	پیلاتس+دارونما	دارونما	
۰/۰۰۰۱*	-۳/۹۹	پیلاتس+مکمل		HDL-C
۰/۰۰۰۱*	-۲/۸۶	پیلاتس+دارونما	مکمل	
۰/۰۰۰۱*	-۳/۶۴	پیلاتس+مکمل		
۰/۲۹	-۰/۷۸	پیلاتس+مکمل	پیلاتس+دارونما	

* اختلاف معناداری در سطح $P < 0.05$

بحث

منظم بدنی بر CRP را تایید می کنند؛ اما جنبه برجسته تحقیق حاضر، مفید واقع شدن تمرینات پیلاتس (به عنوان نوع خاصی از فعالیت بدنی مورد علاقه جامعه زنان) در طول دوره ۴ هفته ای بود. از مکانیسم بالقوه اثر تمرینات ورزشی بر سطوح در گردش CRP می توان به پایین تر بودن غلظت پایه اینترلوکین های پلازما اشاره کرد. یکی از مهم ترین اینترلوکین های مسئول کاهش سطوح CRP در افراد پس از تمرین ورزشی، سایتوکاین التهابی IL-6 است که تحریک سنتز CRP در کبد را در پی دارد. بافت چربی یکی از منابع اصلی تولید IL-6 است و با کاهش بافت چربی، سطح سرمی این سایتوکاین نیز کاهش می یابد. این افت در سطح سرمی IL-6، باعث تعدیل مسیرهای تولید CRP می شود. بنابراین، احتمالاً تاثیر تمرینات منظم بر سطح IL-6 می تواند مسئول کاهش سطوح CRP پس از تمرین پیلاتس باشد. اگرچه به تازگی مقالات مروری با ماهیت تحلیل چندگانه

یافته های پژوهش نشان داد که چهار هفته تمرین پیلاتس و مصرف مکمل زردچوبه سبب کاهش CRP در زنان دارای اضافه وزن و چاق می شود. در رابطه با تاثیر تمرین پیلاتس بر کاهش CRP، نتایج مطالعه حاضر با یافته های عوض پور و همکاران (۲۰۲۲) که نشان دادند که یک دوره تمرین ترکیبی (تداومی هوازی و تناوبی) و تناوبی سبب کاهش CRP در بیماران قلبی می شود (۲۷)؛ و نتایج پورفوا (۲۰۱۳) که نشان داد ۸ هفته تمرین اینتروال با فشار و شدت مشخص، تاثیر معنی داری بر کاهش سطوح CRP دختران دارای اضافه وزن دارد (۲۸)؛ همخوانی دارد. پیرسون و همکاران (۲۰۱۸) در یک مطالعه مروری سیستماتیک، تاثیر تمرینات هوازی و مقاومتی بر نشانگرهای التهابی را بررسی کرده و تاثیر مثبت تمرینات ورزشی بر شاخص CRP را نشان دادند (۲۹). اکثر مطالعات صورت گرفته اثر تمرین

کاهش بیشتر CRP در نتیجه‌ی مصرف همزمان مکمل زردچوبه با تمرینات ورزشی دور از انتظار نخواهد بود.

علاوه بر مورد فوق، یافته‌های پژوهش نشان داد که چهار هفته تمرین پیلاتس سبب بهبود نیمرخ لیپیدی (کاهش کلسترول تام، تری گلیسرید و LDL-C؛ و افزایش HDL-C) در افراد چاق می‌شود؛ اما مصرف مکمل زردچوبه بر نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن و چاق، تأثیر معنی‌داری ندارد. کریمی و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داده‌اند که هشت هفته تمرین هوازی، سبب بهبود نیمرخ لیپیدی در زنان چاق می‌شود (۳۴)؛ یافته‌هایی که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. از سازوکارهای اثر تمرین هوازی در بهبود نیمرخ لیپیدی، می‌توان به بهبود فرآیندهای آنزیمی دخیل در سوخت و ساز لیپیدها اشاره کرد. همچنین، افزایش فعالیت آنزیمی لیپوپروتئین لیپاز که می‌تواند در طول تمرین اتفاق بیافتد، از اصلی‌ترین سازوکارهای دخیل به شمار می‌رود که در پژوهش‌ها به آن اشاره شده است (۳۵).

در رابطه با عدم تأثیر مصرف مکمل زردچوبه بر تعدیل نیمرخ لیپیدی، نتایج ما با یافته‌های فخری و همکاران (۲۰۲۰) که نشان دادند مصرف مکمل نانوکورکومین به مدت شش هفته، تغییر معنی‌دار در شاخص‌های آنترپومتریک (وزن بدن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به باسن) و اجزای نیمرخ لیپیدی (TG، TC، LDL و HDL)، ایجاد نمی‌کند (۲۶)؛ و با نتایج بایوم و همکاران (۲۰۰۷) که گزارش کرده‌اند شش ماه مصرف کورکومین اثر قابل توجهی بر غلظت کلسترول تام و TG سرمی ندارد (۳۶)؛ همسو است. یک مطالعه سیستمیک و متا-آنالیز هم هیچ تأثیر معنی‌داری در مورد مصرف مکمل کورکومین بر سطوح نیمرخ لیپیدی را گزارش نکرده است (۳۷). با این حال، برخی تحقیقات اثر مطلوب مکمل کورکومین بر نیمرخ لیپیدی را تأیید می‌کنند؛ چنان‌که یک کارآزمایی متقاطع پس از ۳۰ روز مصرف مکمل کورکومین، کاهش معنی‌دار سطوح سرمی TG را در افراد چاق گزارش کرده است؛ در حالی که در سایر اجزای نیمرخ لیپیدی تغییری مشاهده نشده است (۳۸). این نتایج با یافته‌های سان و همکاران (۲۰۲۲) که نشان داده‌اند مکمل کورکومین به طور قابل توجهی BMI و وزن بدن را کاهش داده و اثر قابل توجهی در زیر

آشکار نموده‌اند که به دنبال مداخلات تمرینی هوازی نیز کاهش قابل ملاحظه‌ای در CRP ایجاد می‌شود (۳۰).

مصرف زردچوبه هم بر CRP اثر مطلوبی داشت و موجب کاهش آن شد. در رابطه با تأثیر مصرف مکمل زردچوبه بر CRP، نتایج ما با یافته‌های تحقیق شادکام و همکاران (۲۰۱۶) که نشان داده‌اند مصرف روزانه یک گرم زردچوبه، منجر به کاهش معنی‌دار سطح CRP می‌شود (۲۴)؛ و همچنین با یافته‌های هولت و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر کاهش سطح CRP پس از دو ماه مصرف کورکومین در بیماران دارای التهاب روده (۳۱)؛ همسو است. با این حال، یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج فخری و همکاران (۲۰۲۰) که عنوان کرده‌اند سطوح سرمی CRP پس از مصرف شش هفته مکمل نانوکورکومین، تغییر معنی‌داری نمی‌کند (۲۶)؛ و یافته‌های سهایی و همکاران (۲۰۱۹) که عنوان کرده‌اند، سطوح سرمی CRP پس از مصرف شش هفته مکمل نانوکورکومین در زنان ۱۸ تا ۴۰ سال، تغییر معنی‌داری نمی‌کند (۳۲)؛ همسو نیست. از دلایل احتمالی این ناهمخوانی می‌توان به تفاوت آزمودنی‌ها اشاره کرد؛ زیرا نمونه‌های فخری زنان با وزن نرمال بودند، در حالی که آزمودنی‌های پژوهش حاضر زنان دارای اضافه وزن بوده‌اند. احتمالاً مصرف زردچوبه در زنان دارای اضافه وزن و یا چاق، با تغییرات بیشتری همراه است؛ زیرا معمولاً این افراد سطح خطر بالاتری دارند. در کل، تحقیقات نشان داده‌اند که کورکومین پاسخ‌های التهابی را از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های سیکلواکسیژناز ۲، لیپواکسیژناز ۲، نیترواکسید سنتاز ۳ و کاهش تولید سایتوکاین‌های التهابی از جمله، عامل نکروز دهنده تومور آلفا^۱ (TNF- α)، و اینترلوکین‌های ۱، ۲، ۶، ۸ و ۱۲؛ کاهش می‌دهد، همچنین این ماده مانع از بیان عامل هسته‌ای تقویت‌کننده زنجیره‌ی سبک کاپا از لنفوسیت‌های B فعال شده^۵ (NF-KB)، آنزیم سیکلواکسیژناز و آنزیم نیترواکسید سنتاز شده و از این طریق فرآیند التهاب و تومورزایی را مهار می‌کند (۳۳). علل کاهش CRP در نتیجه تمرینات پیلاتس و مصرف مکمل زردچوبه در بالا بحث شد. از آنجایی که هم تمرینات ورزشی (تمرینات پیلاتس) و هم مصرف مکمل زردچوبه سبب کاهش CRP در زنان چاق و دارای اضافه وزن شد، بنابراین

1. Cyclooxygenase-2
2. Lipoxigenase
3. Nitric oxide synthases
4. Tumor necrosis factor alpha
5. Nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B

تمرین پیلاتس به تنهایی و توام با مصرف مکمل زردچوبه، توانست نیمرخ لیپیدی شرکت کنندگان را بهبود بخشد، اما زردچوبه به تنهایی چنین اثری نداشت؛ ضمن آنکه اثر توام تمرین و مکمل بیشتر بود. بر این اساس، هرچند اجرای منظم تمرینات پیلاتس می‌تواند شاخص CRP و نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن و چاقی را تعدیل نماید؛ اما اجرای این تمرینات توام با مصرف زردچوبه اثرات به مراتب بیشتری به همراه دارد.

تشکر و قدردانی

از تمام افرادی که در این تحقیق همکاری کرده‌اند، به ویژه شرکت کنندگان زن حاضر در بخش عملی (تمرین پیلاتس)، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافع نداشتند.

حمایت مالی

این کار پژوهشی، مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه بیرجند است.

گروه‌های بیماران، به ویژه در بزرگسالان مبتلا به چاقی و دیابت دارد؛ همسو نیست (۳۹). از دلایل احتمالی این ناهمسویی می‌توان به تفاوت در نوع آزمودنی‌ها اشاره کرد. نمونه‌های سان بزرگسالان مبتلا به چاقی و دیابت بودند. تحقیقات نشان داده‌اند که کورکومین مانع از تشکیل رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود و اثرات آنتی‌اکسیدانی آن ممکن است در کاهش پیشرفت و عوارض التهاب و هایپر لیپیدمی مؤثر باشد. همچنین کورکومین فعالیت اسیدهای چرب سنتتاز (FAS) را مهار می‌کند و باعث تقویت اکسیداسیون β -اسیدهای چرب می‌شود؛ در نتیجه، می‌تواند منجر به کاهش مؤثر ذخایر چربی شود و با استفاده از این مکانیسم، متابولیسم لیپیدها را تنظیم کند (۴۰).

نتیجه‌گیری

همان‌طور که نتایج نشان داد اجرای تمرینات پیلاتس (حتی در طول ۴ هفته و تکرار ۳ بار در هفته) و مصرف مکمل زردچوبه (با دوز کم تا متوسط/ یا ۷۰۰ میلی‌گرم/روز) به تنهایی و توام با یکدیگر، موجب بهبود CRP زنان دارای اضافه وزن می‌شود؛ ضمن آن که اثر توام این مداخله بهبودی بیشتر این شاخص را در پی دارد. از طرف دیگر،

منابع

1. WHO. Fact sheet: obesity and overweight. Geneva Switzerland; 2018.
2. Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nature Reviews Endocrinology*. 2019;15(5):288-98. DOI: 10.1038/s41574-019-0176-8
3. khairandish r, Ranjbar R, Habibi A. Effects of Pilates Training on Body Composition, Lipid Profile and Some Physical Fitness Parameters in Sedentary Obese Women. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2018;17(1):49-61. DOI: 10.22118/JSMJ.2018.59635 [In Persian]
4. Alappat L, Awad AB. Curcumin and obesity: evidence and mechanisms. *Nutrition reviews*. 2010;68(12):729-38. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2010.00341.x
5. Atashak S. The effect of eight weeks of pilates training on C-reactive protein, insulin resistance, and body composition in middle-aged obese women. 2018. URL: <http://journal.rums.ac.ir/article-1-3997-en.html> [In Persian]
6. Coussens LM, Werb Z. Inflammation and cancer. *Nature*. 2002;420(6917):860-7. DOI: 10.1038/nature01322
7. Hotamisligil GS. Inflammation and metabolic disorders. *Nature*. 2006;444(7121):860-7. DOI: 10.1038/nature05485
8. Furman D, Campisi J, Verdin E, Carrera-Bastos P, Targ S, Franceschi C, et al. Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. *Nature medicine*. 2019;25(12):1822-32. DOI: 10.1038/s41591-019-0675-0
9. Lopes A, Alves M, Pontes J, Dias N, Figueiredo J, Santos R, et al. Association between serum levels of C-reactive protein and lipid profile. *European Journal of Public Health*. 2019;29(Supplement_1):ckz035. 01. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz035.001>
10. Woods JA, Wilund KR, Martin SA, Kistler BM. Exercise, inflammation and aging. *Aging and disease*. 2012;3(1):130. PMID: PMC3320801
11. Sabzevari F, Mogharnasi M, Golestani F. Effect of 6 weeks Pilates training along with dill supplementation on serum concentrations of nesfatin-1, lipocalin-2, and insulin resistance in females with overweight and

- obesity: A randomized controlled trial. *Journal of Research in Medical Sciences*. 2022;27(1):59. DOI: 10.4103/jrms.JRMS_612_20 [In Persian]
12. Pereira MJ, Mendes R, Mendes RS, Martins F, Gomes R, Gama J, et al. Benefits of pilates in the elderly population: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*. 2022;12(3):236-68. DOI: 10.3390/ejihpe12030018
 13. Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: a systematic review. *Complementary therapies in medicine*. 2012;20(4):253-62. DOI: 10.3390/ejihpe12030018
 14. Sevimli D, Sanri M. Effects of Cardio-Pilates Exercise Program on Physical Characteristics of Females. *Universal Journal of Educational Research*. 2017;5(4):677-80. DOI: 10.22049/JASSP.2019.26558.1224
 15. Pereira MJ, Dias G, Mendes R, Mendes RS, Martins F, Gomes R, et al. Efficacy of Pilates in functional body composition: a systematic review. *Applied Sciences*. 2022;12(15):7523. DOI:org/10.3390/app12157523
 16. Khajehlandi M, Mohammadi R. The effect of Pilates training on body composition, lipid profile, and serum 25-hydroxy vitamin D levels in inactive overweight women. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*. 2021;23(2). DOI:10.5812/zjrms.100502 [In Persian]
 17. Shen L-R, Xiao F, Yuan P, Chen Y, Gao Q-K, Parnell LD, et al. Curcumin-supplemented diets increase superoxide dismutase activity and mean lifespan in *Drosophila*. *Age*. 2013;35(4):1133-42. DOI: 10.1007/s11357-012-9438-2
 18. Kapakos G, Youreva V, Srivastava AK. Cardiovascular protection by curcumin: molecular aspects. 2012. PMID: 23651956
 19. Mohammadi A, Sahebkar A, Iranshahi M, Amini M, Khojasteh R, Ghayour Mobarhan M, et al. Effects of supplementation with curcuminoids on dyslipidemia in obese patients: a randomized crossover trial. *Phytotherapy Research*. 2013;27(3):374-9. DOI: 10.1002/ptr.4715 [In Persian]
 20. Panahi Y, Khalili N, Sahebi E, Namazi S, Karimian MS, Majeed M, et al. Antioxidant effects of curcuminoids in patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial. *Inflammopharmacology*. 2017;25:25-31. DOI: 10.1007/s10787-016-0301-4 [In Persian]
 21. Jalali M, Mahmoodi M, Mosallanezhad Z, Jalali R, Imanieh MH, Moosavian SP. The effects of curcumin supplementation on liver function, metabolic profile and body composition in patients with non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary therapies in medicine*. 2020;48:102283. DOI: 10.1016/j.ctim.2019.102283 [In Persian]
 22. Mohammadi A SA, Iranshahi M. Effects of supplementation with curcuminoids on dyslipidemia in obese patients: a randomized crossover trial. *Phytotherapy research : PTR*. 2013;27(3):5. DOI: 10.1002/ptr.4715 [In Persian]
 23. Khajehdehi P, Zanjaninejad B, Aflaki E, Nazarinia M, Azad F, Malekmakan L, et al. Oral supplementation of turmeric decreases proteinuria, hematuria, and systolic blood pressure in patients suffering from relapsing or refractory lupus nephritis: a randomized and placebo-controlled study. *Journal of Renal Nutrition*. 2012;22(1):50-7. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2011.03.002>
 24. Shadkam T, Nazarali P, Bijeh N. The effect of aerobic exercises combined with curcuma longa supplementation on cardiovascular inflammatory indexes and body composition in sedentary women. *Journal of Sport Biosciences*. 2016;8(2):193-206. DOI: <https://doi.org/10.22059/jsb.2016.59095> [In Persian]
 25. Dolgari Sharaf R, Amirsasan R, Vakili J. Effects of 12 weeks Pilates training with and without turmeric supplementation on serum Klotho level and health related quality of life in overweight middle-aged women: A Randomized clinical trial. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2018;5(2):64-70. DOI :10.22049/JASSP.2019.26558.1224 [In Persian]
 26. Fakhri F, Fakhri S, Shakeryan S, Alizadeh A. The Effect of short-term nanocurcumin supplementation on the anthropometric indices, lipid Profile and C-Reactive protein of overweight girls. *Complementary Medicine Journal*. 2020;10(1):94-105. URL: <http://cmja.arakmu.ac.ir/article-1-738-en.html> [In Persian]
 27. Avazpour S, Nemati J, Dejbakht M. Effect of a period of combined and interval training on C Reactive protein and galactin levels in coronary heart disease. *Research in Medicine*. 2022;46(2):40-9. URL: <http://pejouhesh.sbmu.ac.ir/article-1-3056-en.html> [In Persian]
 28. Pourvaghari MJ. Impact of a 2-month aerobic exercise on CRP of overweight female students. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2013;17(4):380-6.
 29. Pearson MJ, Mungovan S, Smart N. Effect of aerobic and resistance training on inflammatory markers in heart failure patients: systematic review and meta-analysis. *Heart failure reviews*. 2018;23:209-23. DOI: 10.1007/s10741-018-9677-0
 30. Leick L, Lindegaard B, Stensvold D, Plomgaard P, Saltin B, Pilegaard H. Adipose tissue interleukin 18 mRNA and plasma interleukin 18: effect of obesity and exercise. *Obesity*. 2007;15(2):356-63. DOI: 10.1038/oby.2007.528

31. Holt PR, Katz S, Kirshoff R. Curcumin therapy in inflammatory bowel disease: a pilot study. *Digestive diseases and sciences*. 2005;50:2191-3. DOI: 10.1007/s10620-005-3032-8
32. Sohaei S, Amani R, Tarrahi MJ, Ghasemi-Tehrani H. The effects of curcumin supplementation on glycemic status, lipid profile and hs-CRP levels in overweight/obese women with polycystic ovary syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Complementary therapies in medicine*. 2019;47:102201. DOI: 10.1016/j.ctim.2019.102201 [In Persian]
33. Jurenka JS. Anti-inflammatory properties of curcumin, a major constituent of *Curcuma longa*: a review of preclinical and clinical research. *Alternative medicine review*. 2009;14(2). PMID: 19594223.
34. Karimi M, Rafrat M, Rashidi M, Jafari A. Effect of l-carnitine supplementation with or without moderate aerobic training on serum lipid profile and body fat percentage in obese women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2013; 14 (5) :445-454. URL: <http://ijem.sbmu.ac.ir/article-1-1368-en.html> [In Persian]
35. Valle VSd, Mello DBd, Fortes MdSR, Dantas EHM, Mattos MAd. Effect of diet and indoor cycling on body composition and serum lipid. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 2010;95:173-8. DOI: 10.1590/s0066-782x2010005000080
36. Baum L, Cheung SK, Mok VC, Lam LC, Leung VP, Hui E, et al. Curcumin effects on blood lipid profile in a 6-month human study. *Pharmacological research*. 2007;56(6):509-14. DOI: 10.1016/j.phrs.2007.09.013
37. Kocher A, Bohnert L, Schiborr C, Frank J. Highly bioavailable micellar curcuminoids accumulate in blood, are safe and do not reduce blood lipids and inflammation markers in moderately hyperlipidemic individuals. *Molecular nutrition & food research*. 2016;60(7):1555-63. DOI: 10.1002/mnfr.201501034
38. Ramirez-Boscá A, Soler A, Carrion MA, Diaz-Alperi J, Bernd A, Quintanilla C, et al. An hydroalcoholic extract of *Curcuma longa* lowers the apo B/apo A ratio: implications for atherogenesis prevention. *Mechanisms of ageing and development*. 2000;119(1-2):41-7. DOI: 10.1016/s0047-6374(00)00169-x
39. Sun Z, Wei X, Bai J, Li W, Yang J, Deng Z, et al. The effects of curcumin on anthropometric and cardiometabolic parameters of patients with metabolic related diseases: a systematic review and dose-effect meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023;63(28):9282-98. DOI: 10.1080/10408398.2022.2067826
40. Zingg JM, Hasan ST, Meydani M. Molecular mechanisms of hypolipidemic effects of curcumin. *Biofactors*. 2013;39(1):101-21. DOI: 10.1002/biof.1072

