

The Effect of Six Weeks of Tart Cherry Juice Consumption Combined with Concurrent Training on Inflammatory Markers, Lipid Profile, and Body Composition in Overweight and Obese Women

Shakila rostamzadeh¹, Saeid Nikookheslat^{1*}, Mostafa khani¹

Receive 2025 January 03; Accepted 2025 April 04

Abstract

Aim: Obese and overweight women experience a temporary increase in inflammatory markers when starting an training program, and consuming micronutrients such as polyphenols and anthocyanins found in fruits is beneficial in managing this inflammation. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of six weeks of tart cherry juice consumption combined with concurrent training on inflammatory markers, lipid profile, and body composition in overweight and obese women.

Methods: This semi-experimental study was conducted in a pre-test and post-test design. For this purpose, 26 healthy young women aged 20-35 years with a BMI of 30.6 ± 3.5 kg/m², who had no history of physical activity in the past six months, were recruited through a call and randomly assigned to two groups of 13 participants each: training and training+supplement groups. The concurrent training was performed for six weeks, including resistance training at 55-70% of 1RM and aerobic training at 55-70% of heart rate reserve. The training+supplement group consumed 240 ml of tart cherry juice daily. IL-6, hs-CRP, serum lipid profile, and body composition were measured and analyzed using covariance analysis and paired t-tests at a significance level of $P \leq 0.05$.

Results: In the within-group comparison, exercise alone resulted in a significant increase in IL-6 ($P=0.018$) and a significant decrease in TG ($P=0.040$), TC ($P \leq 0.05$), LDL-C ($P \leq 0.05$), and BF% ($P \leq 0.001$) significantly decreased in both groups. Additionally, in the training+supplement group, HDL-C ($P \leq 0.001$) significantly increased, and BMI ($P=0.005$) significantly decreased. In the between-group comparison, there was a significant decrease in hs-CRP ($P=0.003$), IL-6 ($P=0.010$), and SLM ($P=0.008$), along with a significant increase in HDL-C ($P=0.009$) in the training+supplement group.

Conclusion: Tart cherry juice consumption combined with concurrent training appears to have a significant effect on reducing hs-CRP and IL-6 and increasing HDL-C, which are more pronounced compared to concurrent training alone.

Keywords: Inflammation, Obesity, Overweight, Tart cherry juice.

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Physical Education, University of Tabriz, Tabriz, Iran..

***(corresponding author)**

(nikookheslat@tabrizu.ac.ir)

Cite as: Shakila rostamzadeh ,Saeid Nikookheslat, Mostafa khani. Six weeks of tart cherry juice supplementation reduces exercise-induced inflammation following combined training in overweight and obese women. Applied Health Studies in Sport Physiology. ????:?(In press): ?-??.

Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

Journal ISSN (online): 2676-6507

Access Type: Open Access

DOI: 10.22049/jahssp.2025.30243.1712

:

Extended abstract

Background

Obesity is a global health issue linked to chronic inflammation and increased risks of type 2 diabetes and cardiovascular diseases. Managing obesity typically involves lifestyle changes, including increased physical activity and dietary modifications. Combined exercise regimens have been effective in reducing inflammation and improving physical health in obese individuals (1). Incorporating fruits rich in bioactive compounds, such as cherries, into the diet can offer additional health benefits. Cherries are high in polyphenols and anthocyanins, which possess antioxidant and anti-inflammatory properties. Regular consumption of cherry juice has been shown to improve lipid profiles and reduce inflammatory markers (2). While studies have separately examined the benefits of combined exercise and cherry consumption, research on their combined effects is limited. This study aims to investigate the effect of six weeks of tart cherry juice consumption combined with concurrent training on inflammatory markers, lipid profile, and body composition in overweight and obese women.

Research method

This semi-experimental study aimed to investigate the effect of six weeks of cherry juice consumption combined with combined exercise training on inflammatory markers and lipid profile in overweight and obese women. Study Population, Sampling Method, and Data Collection: The study population consisted of young overweight and obese women living in Tabriz with a BMI greater than 24. A total of 26 participants volunteered for the study, and after the exclusion of two participants, 24 remained. Recruitment was done through social media and advertisements distributed throughout the city. Inclusion and exclusion criteria included the absence of chronic diseases and the non-use of specific medications or dietary supplements. Study Procedure: After participant selection, a one-week training session was conducted to familiarize participants with the combined exercise and equipment. Participants were randomly divided into two groups based on their body fat percentage: the exercise-only group and the exercise combined with daily 240 mL cherry juice group. The intervention lasted for six weeks, with three sessions per week. Supplementation Procedure: Cherry juice was purchased from certified orchards, processed under hygienic conditions, and distributed weekly as 240 mL servings to the exercise + supplement group. The exercise-only group consumed a diluted artificial beverage with the same caloric content as the cherry juice. Exercise Protocol: The protocol included resistance and aerobic exercises. Resistance exercises consisted of two types of circuit training with 10 different exercises in each round, while aerobic exercises were performed as continuous running on the track. The intensity of the resistance exercises started at 50-55% of 1RM and progressed to 70-65%. Measurement of Variables: Blood samples were taken before and after the intervention to measure lipid profile (total cholesterol, triglycerides, HDL, LDL) and inflammatory markers (IL-6, CRP). Additionally, body fat percentage and lean body mass were measured using a body composition analyzer. Statistical Methods: Data were analyzed using the Shapiro-Wilk test for normality. To compare between groups, ANCOVA was used, and paired t-tests were used for within-group comparisons. All statistical analyses were performed using SPSS software.

Findings

According to the results of the covariance test in the exercise group compared to the exercise+supplement group, the values of hs-CRP ($P=0.003$), IL-6 ($P=0.01$) and SLM ($P=0.008$) significantly. There was more alcohol and HDL-C values ($P=0.024$) were significantly lower. However, there is a significant difference between the two groups in the values of TC ($P=0.659$), TG ($P=0.512$), LDL-C ($P=0.697$), BMI ($P=0.098$) and PBF ($P=0.184$) was not observed.

On the other hand, the results of the paired t test showed that in the training group, the values of IL-6 ($P=0.018$) increased and the values of TG ($P=0.040$) decreased significantly. Also, in the exercise+supplement group, a significant decrease in BMI ($P=0.005$) and a significant increase in HDL-C ($P<0.001$) were observed. In addition, in both exercise and exercise+supplement groups, TC values ($P=0.005$ and $P=0.018$, respectively), LDL-C ($P=0.004$ and $P=0.001$, respectively) and PF% (both $P<0.001$) decreased significantly. In other cases, no significant difference was observed.

Discussion

The present study showed that after six weeks of combined training, an increase in hs-CRP and IL-6 levels was observed, but this increase was only significant for IL-6. These results are consistent with the study by Colato et al. (2014), which reported an increase in TNF- α and CRP after 12 weeks of combined training in overweight and obese individuals (3). However, in the exercise + supplement group, the consumption of cherry juice significantly reduced hs-CRP and IL-6, which is similar to the results of Norouzzadeh et al. (2023), who showed that cherry juice can reduce CRP levels (4).

In contrast to these findings, the meta-analysis by Norouzzadeh et al. (2023) showed that cherry had no significant effect on IL-6 and TNF- α (4). Similarly, Han et al. (2020) also found that the consumption of cherries had no significant effect on IL-6 and TNF- α (5). Their findings were inconsistent with the present study, although they did not consider an exercise intervention. In the current study, after controlling for the pre-tests and removing their effect, we observed a significant difference between the two groups, with cherry juice leading to a significant reduction in CRP in the exercise+supplement group compared to the exercise-only group. Additionally, Martin et al. (2018) in their study showed that cherry juice had anti-inflammatory effects on ESR, MCP-1, and TNF- α , but had no significant effect on hs-CRP and IL-6 (6). These differences are likely due to the variations in the types of exercise interventions and the different doses of cherry juice used in the various studies.

Regarding the lipid profile, the results of the present study showed that TC and LDL-C decreased in both groups, while TG decreased only in the exercise group, and HDL-C increased solely in the exercise + supplement group. Similar to the study by Martin et al. (2022), which observed a reduction in TG in individuals with high BMI, the present study also showed a decrease in LDL-C and an increase in HDL-C (7).

Regarding body composition, a significant difference in SLM was observed between the two groups, although the intra-group changes in SLM were not significant. Additionally, BMI and PBF significantly decreased in the exercise+supplement group. Soori et al. (2019) and Davis et al. (2022) also pointed out the positive effects of combined exercise on body composition (8,9) . Overall, combined exercise with cherry consumption helped improve lipid profile and body composition, but the results related to SLM require further investigation.

Conclusion

The conclusion of the present study is that the consumption of tart cherry juice supplementation combined with a combined training program led to a reduction in hs-CRP, IL-6, and SLM, and an increase in HDL-C compared to the training-only group. This suggests that tart cherry juice may enhance anti-inflammatory effects and improve lipid profile and body composition.

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال ؟، شماره ؟

؟ و ؟؟؟؟؟ صفحات ؟-؟؟

Open Access

مقاله پژوهشی

تأثیر شش هفته مصرف آب آلبالو همراه با تمرینات ترکیبی بر برخی شاخص‌های التهابی، نیم‌رخ لیبیدی و ترکیب بدنی در زنان چاق و دارای اضافه‌وزن

شکیلا رستم زاده^۱، سعید نیکو خصلت^{۱*}، مصطفی خانی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۵

چکیده

هدف: زنان چاق و دارای اضافه‌وزن هنگام آغاز دوره تمرینی احتمالاً با افزایش موقت شاخص‌های التهابی مواجه هستند که مصرف ریزمغذی‌هایی همچون پلی‌فنول و آنتوسیانین موجود در میوه‌ها می‌تواند در مدیریت این التهاب مفید باشد. لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر شش هفته مصرف آب آلبالو همراه با تمرینات ترکیبی بر شاخص‌های التهابی، نیم‌رخ لیبیدی و ترکیب بدنی در زنان چاق و دارای اضافه‌وزن بود. **روش پژوهش:** پژوهش حاضر در قالب طرح نیمه‌تجربی و به‌صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون انجام گرفت. بدین منظور ۲۶ زن جوان سالم در محدوده سنی ۲۰-۳۵ سال با BMI 30.3 ± 5.5 کیلوگرم بر مجذور قد بدون سابقه فعالیت ورزشی در شش ماه گذشته، از طریق فراخوان دعوت و به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۳ نفری تمرین و تمرین+مکمل قرار گرفتند. تمرین ترکیبی به مدت شش هفته شامل تمرین مقاومتی با شدت ۷۰-۸۵٪ 1RM و تمرین هوازی با شدت ۷۰-۵۵٪ ضربان قلب ذخیره اجرا شد. مصرف آب آلبالو در گروه تمرین+مکمل به‌طور روزانه ۲۴۰ میلی‌لیتر بود. شاخص‌های IL-6، hs-CRP، نیم‌رخ لیبیدی سرم خون و ترکیب بدنی اندازه‌گیری و با استفاده از آزمون کوواریانس و آزمون t زوجی در سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. **یافته‌ها:** در مقایسه درون-گروهی، تمرین به تنهایی باعث افزایش معنی‌دار IL-6 ($P=0.018$) و کاهش معنی‌دار TG ($P=0.040$) شد. مقادیر TC ($P \leq 0.05$)، LDL-C ($P \leq 0.05$) و BF% ($P \leq 0.01$) در هر دو گروه کاهش معنی‌داری یافت. همچنین در گروه تمرین+مکمل، HDL-C ($P \leq 0.01$) افزایش و BMI ($P=0.005$) کاهش معنی‌داری داشت. از سوی دیگر در مقایسه بین گروهی، کاهش معنی‌داری در hs-CRP ($P=0.003$)، IL-6 ($P=0.010$) و SLM ($P=0.008$) و افزایش معنی‌داری در HDL-C ($P=0.009$) در گروه تمرین+مکمل مشاهده شد. **نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد مکمل‌دهی آب آلبالو منجر به بهبود وضعیت التهابی و تا حدودی بهبود نیم‌رخ لیبیدی و ترکیب بدنی می‌شود که می‌تواند افزایش هرچند اندک التهاب ناشی از تمرین را به طور مؤثری کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: آب آلبالو، اضافه وزن، التهاب، چاقی.

نحوه ارجاع: رستم زاده، شکیلا، نیکو خصلت، سعید، خانی، مصطفی. "تأثیر شش هفته مصرف آب آلبالو همراه با تمرینات ترکیبی بر برخی شاخص‌های التهابی، نیم‌رخ لیبیدی و ترکیب بدنی در زنان چاق و دارای اضافه‌وزن". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ؟ (؟)؟؟؟؟؟.؟.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/jahssp.2025.30243.1712



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مقدمه

طی چند دهه گذشته، شیوع چاقی در سراسر جهان افزایش یافته است به‌طوری که به یک اپیدمی بهداشت عمومی در دنیا تبدیل شده و کشورهای در حال توسعه و حتی توسعه یافته را تحت تأثیر قرار داده است (۱۰). چاقی با افزایش بافت چربی در بدن (آدیپوز)، همراه است. بافت چربی به‌صورت یک غده درون‌ریز فعالیت کرده و به واسطه آدیپوکین‌ها باعث ترشح هورمون‌ها، سایتوکین‌ها و عوامل رشد می‌شود (۱۱).

افزایش بافت چربی در چاقی، با تنظیم مثبت نشانگرهای پیش‌التهابی مانند: اینترلوکین-۶ (IL-6)، پروتئین واکنشی C (CRP) و عامل نکروز تومور آلفا^۱ (TNF-α) و کاهش سایتوکین‌های ضدالتهابی همراه است که منجر به حالت التهابی مزمن در بدن می‌شود (۱۲). این عوامل التهابی ناشی از چاقی می‌تواند بر اکثر بافت‌های بدن، از جمله کبد، بافت چربی، مغز، قلب، پانکراس و... تأثیر بگذارد. تشدید وضعیت التهابی این بافت‌ها، احتمال ابتلا به دیابت نوع دو، بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان را افزایش می‌دهد (۱۳-۱۹). IL-6، عضوی از خانواده سایتوکین‌های پیش‌التهابی است که با تحریک تولید CRP از کبد همراه است. CRP یک واکنش‌دهنده مرحله حاد است که مقادیر آن در گردش خون، به‌سرعت در پاسخ به التهاب افزایش می‌یابد (۲۰). بنابراین هر دو شاخص IL-6 و CRP در بزرگسالان، به‌عنوان شاخص‌های مهم التهاب در نظر گرفته می‌شود. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که چاقی و داشتن اضافه‌وزن با اختلال در چربی‌ها و لیپوپروتئین‌های سرم، مانند لیپوپروتئین با چگالی کم^۲ (LDL)، لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم^۳ (VLDL)، کلسترول کل^۴ (TC)، تری‌گلیسرید^۵ (TG) و لیپوپروتئین با چگالی بالا^۶ (HDL) که از عوامل خطر برای بیماری‌های قلبی-عروقی محسوب می‌شوند همراه است (۲۱). چاقی می‌تواند با تأثیر بر سایتوکین‌های التهابی، تغییرات قابل‌توجهی را در متابولیسم و نمایه چربی افراد ایجاد کند (۱۲).

چاقی حاصل عدم تعادل بین دریافت و مصرف کالری است بنابراین مداخلات درمان چاقی عمدتاً شامل تغییر سبک زندگی، محدودیت‌های غذایی، افزایش فعالیت بدنی، استفاده از مکمل‌ها، داروها و در صورت لزوم، جراحی است که از میان مداخلات سبک زندگی، افزایش فعالیت بدنی برای مدیریت چاقی مهم‌تر است (۱۲). انجام فعالیت‌های ورزشی منظم می‌تواند با افزایش مصرف انرژی، از تجمع بیش از حد چربی‌ها جلوگیری و تولید سایتوکین‌ها را تنظیم کرده و از این طریق وضعیت التهابی را بهبود بخشد. بنابراین به‌عنوان راهکاری مؤثر و کم‌هزینه برای پیشگیری و درمان عوامل خطرزای قلبی-عروقی توصیه شده است (۲۲). روش‌های مختلف

تمرین، عمدتاً شامل تمرین هوازی، مقاومتی، ترکیبی و تمرینات تناوبی با شدت بالا^۷ (HIIT) است. در پژوهشی مروری که تأثیر روش‌های مختلف تمرینی را بر پاسخ‌های التهابی در نوجوانان چاق مورد بررسی قرار داده‌اند، مشخص شد که از بین تمرین‌های مختلف، تمرینات ترکیبی بهترین روش تمرینی برای کاهش عوامل IL-6 و CRP و در نتیجه مبارزه با التهاب در نوجوانان مبتلاء به چاقی بوده است (۲۳). در مطالعه‌ای دیگر که تأثیر تمرین ترکیبی بر نشانگرهای التهابی مردان چاق مورد بررسی قرار گرفته بود، نتیجه‌گیری کرده‌اند که تمرین ترکیبی به مدت هشت هفته نسبت به تمرین هوازی، اثرات بهتری بر بهبود آمادگی جسمانی، ترکیب بدنی و التهاب دارد (۲۴). طبق تحقیقات قبلی تمرین ترکیبی با افزایش مصرف انرژی، بهبود حساسیت انسولین، کاهش چربی احشایی و تنظیم ترشح سایتوکین‌های التهابی اثرات قابل توجهی بر بهبود وضعیت التهابی اعمال می‌کند (۲۵). در هر حال تمرینات ترکیبی به عنوان یک روش جدید برای کاهش وزن در افراد چاق مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، مطالعات در این زمینه به ویژه در ارتباط با زنان محدود بوده و تنوع در اجرای این تمرینات زیاد است.

اگرچه اغلب مطالعات کاهش التهاب ناشی از تمرینات را نشان داده‌اند اما برخی از مطالعات افزایش التهاب ناشی از تمرین به ویژه در زنان غیرفعال چاق و دارای اضافه وزن را گزارش کرده‌اند. نشان داده شده است که در زنان چاق غیرفعال، پاسخ‌های التهابی در اوایل دوره تمرینی افزایش می‌یابند و سپس در درازمدت کاهش می‌یابند (۲۶). از همین روی توجه به کنترل التهاب و تسریع آن پس از تمرین به ویژه در افراد دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در همین راستا مطالعات متعدد نشان می‌دهد که مصرف میوه‌ها و سبزیجات غنی از اجزای زیست‌فعال مغذی و غیرمغذی، با بروز بیماری‌های مزمن ارتباط معکوس دارد. این خاصیت حفاظتی، به دلیل فعالیت‌های ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی انبوهی از مولکول‌های موجود در این مواد غذایی است (۶). یکی از میوه‌هایی که اخیراً مطالعات زیادی جهت بررسی خواص التهابی و آنتی‌اکسیدانی آن انجام گرفته است، آلبالو^۸ می-باشد. آلبالوی ترش^۹ (TC) با نام علمی Prunus cerasus L. منبعی غنی از ترکیبات پلی‌فنولی، به‌ویژه پروآنتوسیانین‌ها، آنتوسیانین‌ها و فلاونول‌ها هستند که آنتی‌اکسیدان‌هایی قوی محسوب می‌شوند (۲۷). مشخص شده است که مصرف آب آلبالو منجر به بهبود نیم‌رخ لیپیدی از جمله کاهش LDL و TG در افراد دارای سندرم متابولیک می‌شود (۷). در پژوهشی با هدف بررسی تأثیر دو هفته مکمل‌دهی آب آلبالو (۴۸۰ میلی‌لیتر روزانه) بر

⁷ Triglyceride⁸ High Density Lipoprotein⁹ High Intensity Interval Training¹⁰ Sour cherry¹¹ Tart cherry¹ Interleukin 6² C-Reactive Protein³ Tumor Necrosis Factor-Alpha⁴ Low Density Lipoprotein⁵ Very Low Density Lipoprotein⁶ Total Cholesterol

پژوهش حاضر در قالب طرح نیمه تجربی کاربردی در دو گروه به صورت پیش آزمون و پس آزمون پس از تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه تبریز با کد IR.TABRIZU.REC.1403.37 انجام شد.

جامعه و نمونه آماری و روش گردآوری داده‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر شامل زنان جوان چاق و دارای اضافه وزن ساکن شهر تبریز، در دامنه سنی ۳۵-۲۰ سال، با دوره ماهانه منظم، با شاخص توده بدنی 12 (BMI) بزرگتر از ۲۴/۹ کیلوگرم بر متر مربع بود. معیارهای ورود به مطالعه شامل زنان دارای اضافه وزن و چاق بدون سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی، تیروئیدی، دیابت، مشکلات کلیوی، پرفشاری خونی، عدم وجود مشکلات جسمانی و ارتوپدی که اجرای تمرینات را مختل کند، نداشتن سابقه شرکت در فعالیت ورزشی منظم طی شش ماه گذشته و عدم مصرف هرگونه داروی خاص و مکمل غذایی، عدم حساسیت به مصرف میوه و سبزیجات، عدم مصرف دخانیات و الکل، عدم تبعیت از رژیم غذایی خاص، عدم بارداری بود. همچنین معیارهای خروج از مطالعه شامل عدم پایبندی به برنامه مصرف مکمل، غیبت بیش از سه جلسه از تمرین، آسیب دیدگی حین تمرین، ابتلا به بیماری و مصرف دارو، عدم حفظ کالری دریافتی قبل از شروع پژوهش در حین مطالعه و عدم تمایل آزمودنی به ادامه حضور در پژوهش بود. حجم نمونه مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار G^*power ، با آلفای ۰/۰۵، توان ۰/۸ و اندازه اثر ۰/۶۰٪، ۲۴ نفر برآورد شد که با توجه به احتمال ریزش آزمودنی‌ها در طول مطالعه، ۴۶ نفر آزمودنی در پژوهش حضور داشتند که دو نفر (هر گروه یک نفر) به دلایل شخصی از پژوهش خارج شدند. افراد از طریق فراخوان و به صورت داوطلبانه در این پژوهش جذب شدند. فراخوان از طریق پیام رسان‌های مجازی، نصب و پخش آگهی در سطح شهر اعم از بازار، باشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، داروخانه‌ها، مراکز خرید و دانشگاه تبریز انجام شد. شرکت کنندگان پس از آشنایی با اهداف و روش اجرای پژوهش، فرم رضایت کتبی حضور در تحقیق و سپس پرسشنامه‌های مربوطه که شامل مشخصات فردی و سوابق پزشکی و ورزشی بودند را تکمیل کردند. در جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی آزمودنی‌ها ارائه شده است.

نشانگرهای التهابی در زنان کاهش سایتوکین‌های پیش التهابی پلاسما مشاهده شد (۲۸). در هر حال مطالعات نشان داده‌اند که آب آلبالو از طریق مکانیسم‌هایی چون مهار استرس اکسیداتیو، کاهش تولید سایتوکین‌های التهابی، بهبود عملکرد اندوتلیال و متابولیسم چربی‌ها، اثرات سودمندی بر کنترل التهاب اعمال می‌کند (۲۷).

از سوی دیگر شیوع اضافه وزن و چاقی در زنان در بسیاری از جوامع نسبت به مردان بالاتر است و زنان بیشتر از مردان به دنبال روش‌های تغذیه‌ای برای کاهش التهاب و بهبود وضعیت لیپیدی خود هستند. همچنین زنان در مقایسه با مردان متابولیسم متفاوتی نسبت به چربی‌ها و شاخص‌های التهابی دارند (۲۹). از همین روی تغییرات هورمونی، شرایط یائسگی و تأثیر استروژن بر متابولیسم چربی و پاسخ‌های التهابی می‌تواند نقش مهمی در نتایج مطالعات مرتبط با مکمل‌ها داشته باشد (۳۰). علاوه بر این در ارتباط با آب آلبالو برخی تحقیقات کاهش بالقوه بیشتری در سطوح CRP و IL-6 در زنان را نشان می‌دهند، در حالی که مردان ممکن است بهبود بارزتری را در سطوح HDL تجربه کنند (۳۱،۳۲). با این حال، پژوهش‌های بیشتری برای تعیین دقیق این تفاوت‌ها لازم است.

نهایتاً بر اساس پژوهش‌های انجام شده، برخی از مطالعات نشان داده‌اند که آب آلبالو اثرات ضد التهابی دارد (۲۷،۲۸،۲۹) اما تأثیر آن در ترکیب با تمرین به ویژه از نوع تمرین ترکیبی مشخص نشده است. علاوه بر این طبق جستجوی علمی ما، مزایای آب آلبالو در گروه‌های زنان و مردان، به صورت جداگانه بررسی نشده است و در اکثر مطالعات کنترل جنسیت صورت نگرفته است (۶،۷،۳۳). از سوی دیگر اکثر مطالعات، روی نمونه‌های حیوانی انجام شده است (۱۱،۳۴،۳۵). همچنین پژوهش‌های قبلی تأثیر تمرینات ترکیبی و مصرف آب آلبالو را به صورت جداگانه مورد بررسی قرار داده و هیچ مطالعه‌ای تأثیر همزمان آن دو را نسنجیده است؛ لذا با توجه به کمبود مطالعات در مورد اثرات آلبالو به طور همزمان به خصوص روی نمونه‌های انسان همراه با کنترل جنسیت و همچنین بررسی تأثیر همزمان تمرینات ترکیبی و آب آلبالو و تناقضات موجود در پژوهش‌های انجام شده (۷،۳۳،۳۶) بر اساس تأثیر مکمل بر عوامل مورد اندازه‌گیری در این پژوهش، نیاز است تا مطالعه‌ای در جهت بررسی تأثیر تمرین ترکیبی همراه با مصرف آب آلبالو بر برخی شاخص‌های نیمرخ لیپیدی و التهابی انجام شود. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر شش هفته مصرف آب آلبالو همراه با تمرینات ترکیبی بر شاخص‌های التهابی، نیمرخ لیپیدی و ترکیب بدنی در زنان چاق و دارای اضافه وزن بود.

روش پژوهش

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

¹² Body Mass Index

گروه	تمرین (n=۱۲)	تمرین+مکمل (n=۱۲)
سن (year)	۲۵/۰۸±۵/۷۰	۲۴/۲۵±۳/۸۴
قد (cm)	۱۶۶/۶۷±۴/۹۱	۱۶۵/۴۲±۵/۹۵
وزن (kg)	قبل	۸۵/۹۷±۱۳/۰۲
	بعد	۸۴/۹۷±۱۲/۵۶
BMI (kg/m2)	قبل	۳۰/۵۷±۳/۲۰
	بعد	۲۹/۳۵±۳/۸۷

جدول ۲. مواد مغذی و فنولیک‌های موجود در آب آلبالو

آب آلبالو	مواد مغذی و فنولیک‌ها (در هر ۲۴۰ میلی لیتر)
۱۴۰ (کیلوکالری)	کالری
۳۴ (گرم)	کربوهیدرات کل
۱ (گرم)	پروتئین
۲۵ (میلی گرم)	سدیم
۳۶۰ (میلی گرم)	پتاسیم
۱۰۷۰ (میلی گرم)	فنولیک‌های کل
۸۸ (میلی گرم)	آنتوسیانین‌های کل

پروتکل تمرین

ابتدا یک هفته دوره آماده‌سازی با انجام حرکات اصلی تمرین مقاومتی با شدت ۵۵-۵۰٪ 1RM و سپس ۱۵ دقیقه انجام تمرین هوازی با شدت ۵۵-۵۰٪ ضربان قلب ذخیره در همان جلسه، صورت پذیرفت. در نهایت بعد از انجام مراحل فوق پروتکل تمرین شش هفته‌ای شروع شد. تمرین مقاومتی (جدول ۳) شامل دو نوع متفاوت از تمرینات دایره‌ای و هر کدام شامل ۱۰ حرکت بود. تمرینات دایره‌ای اول شامل پرس پا، پرس سینه، جلو پا، پارویی با سیم‌کش، ساق پا با دمبل، جلو بازو، شکم، پشت بازو با سیم‌کش و تمرینات پلانک و عضلات سرینی بود. تمرینات دایره‌ای دوم شامل جلو پا، پول اور، پرس پا، نشر جانب، ساق پا با دمبل، پشت بازو با سیم‌کش، هپ تراست با هالتر، پارویی با هالتر و پلانک و پارویی با دمبل بود. تمرینات مقاومتی به‌صورت تمرین با وزنه آزاد و دستگاه بدنسازی در سالن بدنسازی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه تبریز و تمرینات هوازی به شکل دویدن در پیست دو و میدانی بود (۳۷).

همچنین تمرینات هوازی طبق جدول ۴ در هر جلسه تمرینی پس از تمرینات مقاومتی در شدت ۷۰-۵۵٪ ضربان قلب ذخیره به‌صورت دوی تداومی انجام گرفت. ضرب‌آهنگ و مسافت طی شده هر فرد در هر جلسه برای کنترل بار تمرین ثبت شد.

روش اندازه‌گیری شاخص‌ها

در ابتدای و انتهای مطالعه، از تمام شرکت‌کنندگان در حالت ناشتایی و در یک بازه زمانی مشخص (ساعت ۸ تا ۱۰ صبح)، ۵ میلی‌لیتر خون ورید بازوروی اخذ شد. پس از سانتریفیوژ، سرم جدا شده و در دمای منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. نیم‌رخ لیپیدی (کلسترول کل، تری‌گلیسیرید، HDL و LDL) به روش آنزیمی و با استفاده از کیت

روش اجرای پژوهش

پس از انتخاب آزمودنی‌ها، یک دوره آموزشی یک هفته‌ای برای آشنایی با تمرینات ترکیبی، استفاده از دستگاه‌های بدنسازی، آزمون راکپورت و تکمیل فرم‌های ثبت غذایی (یادآمد سه روزه به منظور کنترل تغذیه‌ای) و فعالیت روزانه برگزار شد. قبل از شروع مداخله، قد، وزن، BMI، درصد چربی بدن، توان هوازی (با آزمون راکپورت)، قدرت عضلانی و شاخص‌های خونی شرکت‌کنندگان اندازه‌گیری شد. همچنین، به منظور کنترل تأثیر چرخه قاعدگی، نمونه‌گیری خون در مراحل فولیکولار و لوتال انجام شد. شرکت‌کنندگان بر اساس درصد چربی بدن همگن‌سازی شده و به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند: گروه تمرین ترکیبی و گروه تمرین ترکیبی همراه با مصرف مکمل آب آلبالو. گروه تمرین ترکیبی به مدت ۶ هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۹۰ دقیقه تمرینات ترکیبی انجام دادند. گروه تمرین+مکمل، علاوه بر تمرینات، روزانه ۲۴۰ میلی‌لیتر آب آلبالو مصرف کردند. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، مجدداً تمام ارزیابی‌های اولیه تکرار شد. در طول شش هفته مداخله نیز، پژوهشگران به‌صورت مستمر بر وضعیت تغذیه‌ای آزمودنی‌ها نظارت داشتند. در صورتی که تغییرات عمده‌ای در رژیم غذایی مشاهده می‌شد، تذکرات لازم به آزمودنی‌ها داده می‌شد تا از بروز تغییرات شدید در دریافت انرژی و درشت‌مغذی‌ها که می‌توانست بر نتایج پژوهش تأثیرگذار باشد، جلوگیری شود. به این ترتیب، کنترل رژیم غذایی به‌گونه‌ای انجام شد که در عین حال که محدودیتی غیرطبیعی برای آزمودنی‌ها ایجاد نشود، امکان تأثیرگذاری متغیرهای تغذیه‌ای بر شاخص‌های مورد بررسی نیز به حداقل برسد.

نحوه مکمل‌دهی

آلبالو، پس از خریداری از باغات معتبر، با رعایت موارد بهداشتی آب‌گیری شده و در بطری‌های در بسته به‌صورت هفتگی در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. همچنین یک لیوان مدرج جهت مصرف روزانه در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. آزمودنی‌ها روزانه ۲۴۰ میلی‌لیتر از آب آلبالو را بین وعده صبحانه و ناهار مصرف نمودند (جدول ۲) (۳۳).

($P=0/005$) و افزایش معنی‌داری در HDL-C ($P<0/001$) مشاهده شد. ضمناً در هر دو گروه تمرین و تمرین+مکمل، مقادیر TC (به ترتیب $P=0/005$ و $P=0/018$)، LDL-C (به ترتیب $P=0/004$ و $P=0/001$) و PBF (به ترتیب $P<0/001$ و $P<0/001$) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در سایر موارد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).

بحث

طبق نتایج مطالعه حاضر پس از شش هفته تمرین ترکیبی، در هر دو شاخص hs-CRP و IL-6، افزایش مقادیر را شاهد بودیم؛ هرچند که این افزایش تنها در شاخص IL-6 معنی‌دار بود. به عبارتی دیگر همچنان که انتظار داشتیم تمرین منجر به افزایش التهاب شد. همسو با مطالعه حاضر کلتو^{۱۴} و همکاران (۲۰۱۴)، افزایش سطح TNF- α و CRP را پس از ۱۲ هفته تمرین ترکیبی در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق مشاهده کردند. آن‌ها بیان کردند که پیشرفت ورزش ممکن است از نظر فیزیولوژیکی برای این بیماران استرس‌زا باشد که این اثرات را از طریق نشانگرهای التهابی مشاهده کردند (۳). با این حال دیگر یافته مطالعه حاضر نشان داد که بین دو گروه تمرین و تمرین+مکمل در مقادیر شاخص‌های hs-CRP و IL-6، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به عبارتی دیگر شش هفته مصرف آب آلبالو توانست منجر به کاهش معنی‌دار مقادیر hs-CRP و IL-6 در گروه تمرین+مکمل نسبت به گروه تمرین شود. در همین راستا نوروز زاده و همکاران (۲۰۲۳) مطالعه‌ای با هدف روشن کردن اثربخشی آلبالوی ترش در کنترل فشار خون، ضربان قلب و بیومارکرهای التهابی، دوز مناسب برای این اثر و پیشنهاد دستورالعمل‌هایی برای مطالعات آینده، انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که آلبالوی ترش به‌طور معنی‌داری غلظت پلاسمایی CRP را در مقایسه با گروه مورد مقایسه کاهش داد. به عبارتی دیگر آلبالوی ترش، می‌تواند CRP سرم را کاهش دهد (۴).

در تضاد با نتایج بالا نوروز زاده و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه متآنالیز خود نشان دادند که آلبالو (نه فقط آب آلبالو) تأثیر معنی‌داری بر IL-6 و TNF- α ندارد. با این حال آن‌ها بیان کردند که احتمالاً آلبالو می‌تواند با تجویز دوز مناسب التهاب را کنترل کند که برای تعیین تأثیر آن به مطالعات با کیفیت بالاتری نیاز است (۴). همچنین غلامی و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه متآنالیز خود نشان دادند که آب آلبالو تأثیر معنی‌داری بر کاهش IL-6 و TNF- α پلاسما نداشت (۴۰).

پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر RA1000 اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی با استفاده از فرمول استاندارد محاسبه شد. درصد چربی بدن^{۱۳} (PBF) و توده عضلانی بدون چربی (SLM) نیز با دستگاه بادی کامپوزیشن مدل X-CONTACT 357 ساخت کشور کره جنوبی اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری در محل تمرین و توسط یک متخصص انجام شد. علاوه بر این مقادیر IL-6 به روش الایزا از طریق کیت آزمایشگاهی ساخت شرکت ZellBio GmbH کشور آلمان با شماره ZB-10090C-H9648 با محدوده حساسیت ۳-۵ pg/ml اندازه‌گیری شد (۳۸). همچنین به‌منظور اندازه‌گیری hs-CRP از کیت آزمایشی Aptech ساخت کشور بلژیک دارای حساسیت ۱۰ ng/mL و به روش ایمونوتوربیدومتری استفاده شد (۳۹).

روش‌های آماری

به‌منظور تحلیل داده‌ها ابتدا از طریق آزمون شاپیرو-ویلک نرمال بودن داده‌ها تأیید شد. سپس مفروضه‌های آزمون کوواریانس شامل خطی بودن داده‌ها، همگنی واریانس‌ها و همگنی شیب خط رگرسیون مورد تأیید قرار گرفت. سپس به‌منظور مشاهده تفاوت‌های بین گروهی از آزمون کوواریانس و تفاوت‌های درون گروهی از آزمون t زوجی استفاده شد. تمام تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری $P\leq 0/05$ از طریق نرم‌افزار SPSS^{v26} تحت ویندوز انجام شد.

یافته‌ها

برای تعیین تفاوت شش هفته تمرین ترکیبی با و بدون مصرف آب آلبالو بر مقادیر شاخص‌های مورد مطالعه با توجه به رعایت پیش‌فرض‌ها، از آزمون کوواریانس استفاده گردید (جدول ۵).

با توجه به نتایج حاصل از آزمون کوواریانس (جدول ۵) در گروه تمرین نسبت به گروه تمرین+مکمل مقادیر hs-CRP ($P=0/003$)، $F_{1,33}=12/924$ ، IL-6 ($F_{1,33}=8/057$ ، $P=0/010$) و SLM ($F_{1,33}=8/527$ ، $P=0/008$) به‌طور معنی‌داری بیشتر و مقادیر HDL-C ($F_{1,33}=5/873$ ، $P=0/024$) به‌طور معنی‌داری کمتر بود. با این حال تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در مقادیر TC ($F_{1,33}=0/200$ ، $P=0/659$)، TG ($F_{1,33}=0/445$ ، $P=0/512$)، LDL-C ($F_{1,33}=0/156$ ، $P=0/697$)، BMI ($F_{1,33}=3/122$ ، $P=0/098$) و PBF ($F_{1,33}=1/891$ ، $P=0/184$) مشاهده نشد.

از سوی دیگر نتایج آزمون t زوجی نشان داد که در گروه تمرین، مقادیر IL-6 ($P=0/018$) افزایش و مقادیر TG ($P=0/040$) کاهش معنی‌داری یافتند. همچنین در گروه تمرین+مکمل، کاهش معنی‌داری در BMI

¹⁴ Colato

¹³ Body Fat Percentage

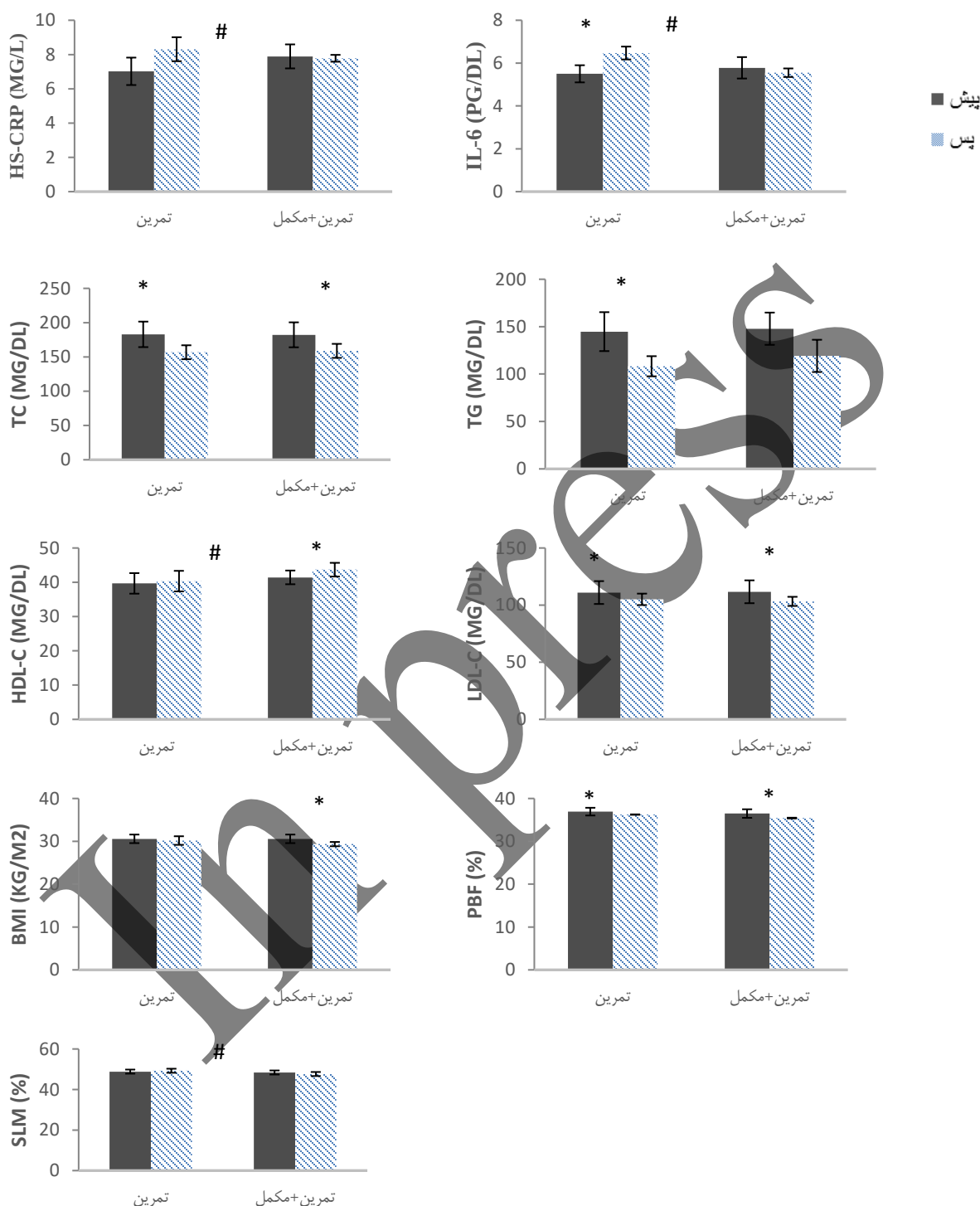
جدول ۳. پروتکل تمرین مقاومتی

هفته	نوع حرکت	شدت 1RM%	تعداد تکرار	تعداد دور	استراحت بین حرکات (دقیقه)	استراحت بین دور (دقیقه)	تعداد جلسه در هفته
۱#	چرخه* ۱	۵۵ - ۵۰	۱۲	۱	۱/۵	۲	۳
۲	چرخه ۱	۶۰ - ۵۵	۱۲	۲	۱/۵	۲	۳
۳	چرخه ۱	۶۰ - ۵۵	۱۲	۲	۱/۵	۲	۳
۴	چرخه ۱	۶۵ - ۶۰	۱۲	۲	۱/۵	۲	۳
۵	چرخه ۲	۶۵ - ۶۰	۱۲	۲	۱/۵	۲	۳
۶	چرخه ۲	۷۰ - ۶۵	۱۲	۲	۱/۵	۲	۳
۷	چرخه ۲	۷۰ - ۶۵	۱۲	۲	۱/۵	۲	۳

* چرخه به معنی اجرای یک دور تمرین دایره‌ای است.
هفته اول به منظور آماده‌سازی اجرا گردید.

جدول ۳. برنامه تمرینات هوازی

هفته	مدت تمرین (دقیقه)	ضربان قلب ذخیره (درصد)
۱	۱۵	۵۵ - ۵۰
۲	۲۰	۶۰ - ۵۵
۳	۲۵	۶۰ - ۵۵
۴	۲۵	۶۵ - ۶۰
۵	۳۰	۶۵ - ۶۰
۶	۳۰	۷۰ - ۶۵
۷	۳۵	۷۰ - ۶۵



شکل ۱. مقادیر شاخص‌های مورد مطالعه پیش و پس از شش هفته در دو گروه تمرین و تمرین + مکمل آب‌آلبالو
 * نشان‌گر تفاوت معنی‌دار درون گروهی ($P \leq 0.05$). # نشان‌گر تفاوت معنی‌دار بین گروهی ($P \leq 0.05$).

پیش‌التهابی مانند IL-6 هستند، به کاهش التهاب کمک کند (۴۵). علاوه بر این، فعالیت ورزشی از طریق کاهش ذخایر چربی، بهبود عملکرد سلول‌های چربی و کاهش هیپوکسی بافت چربی، اثرات مثبتی بر کاهش عوامل خطر متابولیسم و التهابی دارد (۴۲). مطالعات حیوانی نشان داده‌اند که رژیم‌های غنی از پلی‌فنول‌ها و آلبالو، با افزایش بیان PPAR- γ mRNA که مسئول کنترل چربی‌زایی، متابولیسم چربی‌ها و کنترل گلوکز است، مرتبط هستند (۴۶). همچنین، فعال‌سازی PPAR از طریق سیرتوئین-۱ و کو-اکتیواتور PPAR- γ می‌تواند حساسیت انسولین در عضلات اسکلتی را با افزایش اکسیداسیون چربی بهبود بخشد (۴۷). نهایتاً در مطالعه حاضر، افزایش محدود و غیرمعنی‌دار hs-CRP و IL-6 در اثر تمرین را می‌توان به استرس مکانیکی و متابولیسم نسبت داد؛ همان‌طور که در مطالعات قبلی حتی در افراد سالم گزارش شده است (۴۸). افزایش معنی‌دار IL-6 پس از شش هفته تمرین نیز مشاهده شد که با وضعیت جسمانی آزمودنی‌ها و تغییر از حالت کم‌تحرک به حالت فعال مرتبط بود. این افزایش در ابتدای تمرینات ناشی از استرس مکانیکی و آسیب عضلانی طبیعی است و احتمالاً کاهش التهاب مزمن به زمان طولانی‌تری نیاز دارد (۴۸). با این حال، مصرف مکمل آب آلبالو توانست از افزایش این شاخص‌ها جلوگیری کند و حتی کاهش معنی‌داری در مقایسه با گروه تمرین ایجاد کند، هرچند که این کاهش نسبت به پیش‌آزمون معنادار نبود. این نتایج با مطالعات پیشین که به اثرات ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی آب آلبالو اشاره داشتند، همخوانی دارد.

از سوی دیگر بر اساس نتایج مطالعه حاضر، مقادیر TC و LDL-C در هر دو گروه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، مقادیر TG تنها در گروه تمرین کاهش معنی‌دار داشت و نیز مقادیر HDL-C افزایش معنی‌داری را صرفاً در گروه تمرین+مکمل تجربه کرد. علاوه بر این، تفاوت معنی‌داری در مقادیر HDL-C بین دو گروه مشاهده شد، در حالی که مقادیر TC، TG و LDL-C تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌ها نشان نداد. به‌طور کلی نتایج حاضر نشان‌گر بهبود نیم‌رخ لیپیدی تحت تأثیر تمرین ترکیبی و مکمل آب آلبالو است.

مارتین و همکاران (۲۰۲۲) کاهش معنی‌دار TG پلاسما، در شرکت کنندگان با BMI بزرگتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع با مکمل‌دهی روزانه آب آلبالو را مشاهده کردند؛ در حالی که مقادیر HDL-C و LDL-C تحت تأثیر مکمل قرار نگرفتند (۷). علاوه بر این مطالعاتی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد مصرف مکمل آب آلبالو منجر به افزایش معنی‌دار میزان اکسیداسیون چربی در حالت استراحت یا در طول تمرین هوازی با شدت بالا نمی‌شود (۴۹). این مطالعات ناهمسو با مطالعه حاضر بود، چراکه ما عدم تغییر TG همراه با کاهش معنی‌دار LDL-C و افزایش

علاوه بر این‌ها^۱ و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه مرور سیستماتیک و متاآنالیز خود که به بررسی تأثیر مصرف آلبالو بر شاخص‌های التهابی پرداختند، مشاهده کردند که مصرف آلبالو (با میانگین دوز ۱۷۰ میلی‌لیتر آلبالو در روز و میانگین مدت مداخلات شش هفته) تأثیر معنی‌داری بر سطوح IL-6 و TNF- α ندارد (۵). نتایج آن‌ها ناهمسو با مطالعه حاضر بود هرچند که آن‌ها مداخله تمرینی را مد نظر قرار نداده بودند. در واقع در مطالعه حاضر با کوریت قرار دادن پیش‌آزمون‌ها و به عبارتی حذف اثر آن‌ها مشاهده کردیم که بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود داشت و آب آلبالو منجر به کاهش معنی‌دار CRP+تمرین+مکمل نسبت به گروه تمرین شد. علاوه بر این مارتین^۲ و همکاران (۲۰۱۸) در یک مطالعه تصادفی متقاطع هشت هفته‌ای مشاهده کردند که مصرف روزانه ۲۴۰ میلی‌لیتر، آب آلبالو نرخ رسوب گلوبول قرمز (ESR) که یک شاخص التهاب مزمن است، همچنین مقادیر MCP-1 و سایتوکین TNF- α را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. این در حالی است که مکمل آب آلبالو تأثیر معنی‌داری بر سطوح hs-CRP، IL-6 نداشته است. آن‌ها اظهار کردند که بر طبق این

داده‌ها آب آلبالو ممکن است نشانگرهای بیولوژیکی التهاب را که اغلب در بیماری‌های مزمن نقش دارند، کاهش دهد (۶). ناهمسو با مطالعه مارتین و همکاران (۲۰۱۸) ما در مطالعه خود هنگام دریافت آب آلبالو تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در شاخص IL-6 مشاهده کردیم به طوری که در مقایسه با گروه تمرین که افزایش التهاب داشتند، دریافت آب آلبالو باعث تعدیل و حتی کاهش التهاب شد. با این وجود به‌طور کلی آن‌ها نیز بهبود وضعیت التهابی با مصرف آب آلبالو را گزارش کردند.

چاقی که در گذشته صرفاً نتیجه ذخیره بیش از حد انرژی شناخته می‌شد، اکنون به‌عنوان یک وضعیت مرتبط با التهاب مزمن خفیف در بافت چربی مورد توجه است (۴۱،۴۲). این التهاب می‌تواند بیماری‌های مزمن مرتبط با چاقی را تسهیل کند (۴۳). در این میان آلبالو سرشار از ترکیبات پلی‌فنولی و آنتوسیانین است که این مواد به‌عنوان یکی از واسطه‌های تعدیل التهاب شناخته می‌شوند (۴۴). لی^۳ و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که آنتوسیانین‌ها از طریق مهار مسیرهای التهابی مانند NF- κ B، IRF-3 و AP-1، بیان سایتوکین‌های التهابی را کاهش داده و از التهاب مزمن در سلول‌های چربی سفید (WAT) جلوگیری می‌کنند (۴۱،۴۳). همچنین، مصرف آنتوسیانین‌ها در رژیم غذایی به اثرات ضدالتهابی و سلامت‌بخشی منجر می‌شود (۴۱). از سوی دیگر فعالیت ورزشی منظم به همراه کاهش وزن می‌تواند از طریق مکانیسم‌هایی نظیر کاهش سلول‌های تک‌هسته‌ای خون محیطی که منبع سایتوکین‌های

³ Lee¹ Han² Martin

HDL می‌باشد. مطالعات انسانی و حیوانی نشان داده‌اند که آنتوسیانین‌ها فعالیت CETP پلاسما را کاهش می‌دهند (۵۶).

نهایتاً به عنوان آخرین یافته‌ها در ارتباط با ترکیب بدن در مقادیر SLM بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود داشت؛ این در حالی است که در تفاوت‌های درون گروهی برای مقادیر SLM تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در مقادیر BMI و PBF بین دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اما در مقادیر PBF کاهش معنی‌داری در هر دو گروه و در مقادیر BMI کاهش معنی‌دار تنها در گروه تمرین+مکمل مشاهده شد.

به‌طور کلی مطالعات متعددی به بررسی اثرات تمرینات ترکیبی بر ترکیب بدن پرداخته‌اند و غالباً نتایج مثبتی را اخذ کرده‌اند. در همین راستا سوری و همکاران (۲۰۱۹) کاهش معنی‌دار وزن، BMI، PBF، مقاومت به انسولین و برخی شاخص‌های التهابی و همچنین بهبود قدرت و توان هوازی را با ۱۲ هفته تمرین ترکیبی روی ۳۰ مرد چاق ۴۸-۶۰ سال مشاهده کردند (۸). در مطالعه دیگری دیویس^۵ و همکاران (۲۰۲۲) اثربخشی روش‌های مختلف ورزشی و تعیین نسخه ورزشی بهینه برای بهبود آمادگی قلبی-تنفسی، ترکیب بدن و سلامت متابولیکی زنان چاق را در یک مرور سیستماتیک انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که در زنان چاق، ورزش هوازی نسبت به سایر فعالیت‌های ورزشی به‌طور مداوم در بهبود تناسب اندام و ترکیب بدن مؤثر بود. اگرچه هم تمرین مقاومتی و هم مداخلات ورزشی ترکیبی امیدوارکننده به نظر می‌رسند، اما تحقیقات بیشتری برای ارزیابی اثربخشی آن‌ها و تعیین نسخه ورزشی بهینه برای این جمعیت مورد نیاز است (۹). از سوی دیگر در ارتباط با آب آلبالو جانسون و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود روی ۱۹ زن و مرد ۲۰-۶۰ سال مبتلاء به سندرم متابولیک با مصرف روزانه ۲۴۰ میلی‌لیتر آب آلبالو در شش هفته کاهش معنی‌دار نسبت دور کمر به باسن را مشاهده کردند اما تأثیر چشمگیری بر سایر عوامل ترکیب بدنی از جمله BMI و PBF مشاهده نکردند (۳۳).

همچنین از سوی دیگر نتایج تحقیق حاضر تغییر معنی‌داری در مقادیر SLM در قبل و بعد از شش هفته مداخله نشان نداد. با این حال مقادیر SLM در گروه تمرین+مکمل به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه تمرین پایین‌تر بود. اگرچه مصرف آب آلبالو برای اثرات آن بر جنبه‌های مختلف سلامتی و بهبودی در آن و نیز ترکیب بدن مورد مطالعه قرار گرفته است، اما هیچ یک از چکیده‌های ارائه شده به‌طور خاص به تأثیر آب آلبالو بر SLM اشاره نکرده است. بنابراین، هیچ شواهد مستقیمی از چکیده‌ها برای حمایت یا رد تأثیر آب آلبالو بر SLM وجود ندارد. با این

معنی‌دار HDL-C را در گروه تمرین+مکمل مشاهده کردیم. با این حال، دسی^۱ و همکاران (۲۰۱۸) و آزینی^۲ و همکاران (۲۰۱۷) هیچ اثر قابل‌توجهی از مکمل آب آلبالوی مونت مورنسی و مصرف آب‌پرتقال قرمز را به ترتیب بر میزان اکسیداسیون چربی، نشانگرهای متابولیک قلبی و وزن بدن در افراد سالم و زنان دارای اضافه‌وزن/چاق گزارش نکردند (۴۹،۵۰). این یافته‌ها نشان می‌دهد که عدم تأثیر معنی‌دار فعالیت ورزشی و آب آلبالو بر چربی در زنان چاق در برخی از مطالعات ممکن است به دلیل نوع خاص آب میوه و وضعیت سلامت فرد باشد. در همین راستا همسو با مطالعه حاضر جانسون^۳ و همکاران (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای روی ۱۹ زن و مرد ۲۰-۶۰ سال مبتلاء به سندرم متابولیک با مصرف روزانه ۲۴۰ میلی‌لیتر آب آلبالو به‌صورت دو بار در روز و به مدت ۱۲ هفته کاهش معنی‌دار LDL-C و عدم تغییر TG را مشاهده کردند (۳۳).

در تبیین نتایج مطالعه حاضر و نتایج مطالعات قبلی به نظر می‌رسد تفاوت در پاسخ اکسیداسیون چربی به مکمل آنتوسیانین، ممکن است با استفاده از انواع آنتوسیانین در مطالعات مختلف توضیح داده شود. به‌عنوان نمونه برخی از مطالعات از مکمل‌هایی با آنتوسیانین‌هایی با محتوای غالب دلفینیدین-۳-روتینوزید^۴ و دلفینیدین-۳-گلوکوزید^۵ بهره برده‌اند (۵۱)، در حالی که برخی دیگر از مطالعات از آنتوسیانین‌هایی با محتوای غالب سیانیدین-۳-گلوکوزیل روتینوزید^۶ و سیانیدین-۳-روتینوزید^۷ استفاده کرده‌اند (۵۲). قبلاً گزارش شده است که آنتوسیانین-های مبتنی بر دلفینیدین محافظت قلبی-متابولیک مؤثرتری نسبت به آنتوسیانین‌های مبتنی بر سیانیدین دارند. علاوه بر این، درحالی‌که سیانیدین در دستگاه گوارش ناپایدارتر است و برای متابولیسم به میکروبیوتای روده وابسته نیست، دلفینیدین به باکتری‌های روده وابسته است (۴۲). انتظار می‌رود در افراد سالم، تنوع و غلظت بالای باکتری‌های مفید روده فراهمی زیستی آنتوسیانین‌ها را افزایش دهد (۵۳،۵۴). این توسط بازیافت کبدی متابولیت‌های آنتوسیانین پشتیبانی می‌شود، که زمان ماندگاری طولانی‌مدت و افزایش فراهمی زیستی را نشان می‌دهد (۵۵). در هر حال آلبالو سرشار از آنتوسیانین می‌باشد و مطالعات نشان داده‌اند که آنتوسیانین خروج کلسترول را از ماکروفاژها افزایش می‌دهد و به انتقال معکوس کلسترول کمک می‌کند. از سوی دیگر کاهش LDL از طریق مهار پروتئین انتقال کلسترول استر پلاسما (CETP) انجام می‌شود. چندین مطالعه نشان داده‌اند که مهار CETP یک مکانیسم حیاتی برای کاهش کلسترول LDL و افزایش کلسترول

⁵ Delphinidin-3-glucoside⁶ Cyanidin-3-glucosylrutinoside⁷ Cyanidin-3-rutinoside⁸ Davis¹ Desai² Azzini³ Johnson⁴ Delphinidin-3-rutinoside

این حال طبق مطالعات قبلی مصرف آب آلبالو بر FM, BMI, BW, PBF و WC به‌طور مستقیم مورد مطالعه قرار نگرفته است و مکانیسم‌های ناکافی در پس‌زمینه اثرات متابولیک آب آلبالو بر شاخص‌های آنتروپومتریک وجود دارد. در نهایت، محدودیتی‌هایی برای درک اثرات بلندمدت نیز وجود دارد. بنابراین، به نظر می‌رسد برای درک درست مکانیسم دقیق آب آلبالو، مطالعات انسانی بیشتری مورد نیاز است.

نهایتاً بایستی عنوان نمود که آب آلبالو به دلیل ترکیبات پلی‌فنولی و اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی، یک گزینه مداخله‌ای مناسب با حداقل عوارض جانبی بود که در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفت. همچنین کنترل دقیق متغیرهای مداخله‌گر همچون شاخص‌های تغذیه‌ای، فعالیت بدنی و شرایط سلامت آزمودنی‌ها صورت گرفت. همچنین انتخاب جامعه آماری همگن (زنان جوان دارای اضافه‌وزن و چاق که شرایط هورمونی و متابولیسمی یکسانی داشتند)، اندازه‌گیری دقیق شاخص‌های التهابی و لیپیدی (از جمله الایزا و ایمونوتوربیدومتری، برای سنجش IL-6 و hs-CRP) و مدت زمان مناسب مداخله (دوره شش هفته‌ای که بر اساس مطالعات قبلی برای مشاهده تغییرات معنی‌دار در شاخص‌های التهابی و لیپیدی کافی است) از جمله نقاط قوت مطالعه حاضر بود. با این حال پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی ارزیابی دقیق رژیم غذایی از طریق نرم‌افزارهای تغذیه‌ای (اگرچه الگوی تغذیه‌ای آزمودنی‌ها در مطالعه حاضر از طریق پرسشنامه کنترل شد) مد نظر قرار گیرد؛ همچنین استفاده از گروه دارونما (مثلاً آب طعم‌دار بدون ترکیبات آنتی‌اکسیدانی که اثرات روانی مداخله را کنترل کند)، بررسی در گروه‌های جمعیتی مختلف (به جهت توانایی تعمیم‌پذیری نتایج) و نیز استفاده از بازه زمانی بلندمدت (به جهت بررسی پایداری اثرات) در مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مکمل‌دهی آب آلبالو همراه با تمرین ترکیبی منجر به کاهش معنی‌دار hs-CRP و IL-6 و SLM و نیز افزایش معنی‌دار HDL-C نسبت به گروه تمرین ترکیبی به‌تنهایی شد. در واقع مکمل‌دهی آب آلبالو در مقایسه با بدون مکمل‌دهی منجر به بهبود وضعیت التهابی و تا حدودی بهبود نیم‌رخ لیپیدی و ترکیب بدن شد. علاوه بر این شش هفته تمرین ترکیبی به‌تنهایی نیز منجر به بهبود نیم‌رخ لیپیدی و ترکیب بدنی شد اما با افزایش التهاب همراه بود که این افزایش التهاب با مصرف مکمل آب آلبالو به‌طور چشمگیری برطرف شد.

تشکر و قدردانی

حال تمرینات ترکیبی اثرات مثبتی بر SLM در زنان، به ویژه زنان چاق دارد (۵۷-۵۹). در همین راستا مطالعه‌ای که به‌طور خاص روی زنان مسن‌تر متمرکز بود، نشان داد که یک برنامه تمرین ترکیبی هشت هفته‌ای منجر به افزایش معنی‌دار در توده بدون چربی بدن (LBM) در مقایسه با تمرین هوازی به‌تنهایی می‌شود (۶۰). با این حال ما در مطالعه خود در گروه تمرین افزایش غیرمعنی‌دار در SLM مشاهده کردیم اما این افزایش جزئی بوده و نشان می‌دهد شش هفته تمرین ترکیبی نتوانست تأثیر چشمگیری بر میزان SLM داشته باشد. اما در گروه تمرین+مکمل کاهش جزئی در SLM مشاهده کردیم (هرچند غیرمعنی‌دار بود) که باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار بین گروهی شد. همان‌طور که گفته شد مطالعه‌ای که تأثیر آب آلبالو بر SLM را مورد بررسی قرار دهد یافت نشد. اما مطالعات نشان می‌دهند در اوایل روند کاهش وزن، کاهش جزئی LBM ممکن است اتفاق بیفتد. از دست دادن LBM می‌تواند در نتیجه سازگاری بدن با تغییرات تعادل انرژی و نیازهای خاص برنامه ورزشی باشد. همچنین ممکن است کاهش SLM یک اثر موقتی باشد و با ادامه تمرینات و تغذیه مناسب دوباره به دست آید (۶۱) که ما این کاهش جزئی را تنها در گروه تمرین+مکمل مشاهده کردیم که نیاز به انجام مطالعات انسانی در خصوص تأثیر آلبالو بر SLM می‌باشد.

در تبیین این نتایج باید عنوان نمود آلبالو سرشار از فیبر است، رژیم‌های غذایی حاوی فیبر با کاهش وزن مرتبط هستند. غذاهای غنی از فیبر باعث افزایش سیری شده و به کاهش پرخوری کمک می‌کند. بنابراین آلبالو به دلیل داشتن محتوای بالای فیبر غذایی و همچنین قند و کالری کم، می‌تواند به کاهش وزن بدن، دور کمر و به‌طور کلی کاهش درصد چربی کمک کند (۵۶). با این حال، یک بررسی سیستماتیک و متاآنالیز کارآزمایی‌های تصادفی توسط امینی و همکاران (۲۰۲۳) هیچ اثر معنی‌داری از مصرف آب آلبالو بر وزن بدن، BMI، توده چربی، توده بدون چربی، دور کمر یا درصد چربی بدن را نشان نداد (۶۲). هرچند که خود آن‌ها مبنای علمی خود را بر تأثیر محتوای بالای فیبر غذایی و نیز گلوکز و کالری کمتر آلبالو قرار داده بودند که می‌تواند به کاهش وزن بدن و کاهش محیط دور کمر و به‌طور کلی کاهش توده چربی کمک کند که یک مطالعه مروری قبلی به آن اشاره کرده بود (۶۳). البته در مطالعه امینی و همکاران (۲۰۲۳) مطالعاتی که از شرکت‌کنندگان با ویژگی‌های مختلف و نیز دوزها و غلظت‌های مختلف آب آلبالو برخوردار بودند، استفاده شده بود که می‌تواند از جمله دلایل عدم مشاهده اثرات مثبت باشد.

به‌طور خلاصه، نتیجه اصلی ما در ارتباط با ترکیب بدن کاهش معنی‌دار در BMI و PBF ناشی از تمرین ترکیبی و مکمل‌دهی آب آلبالو بود. با

¹ Lean body mass

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابل از انتشار آن ندارند.

منابع

از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده و کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری رساندند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

تضاد منافع

Reference

- Davis ME, Blake C, Perrotta C, Cunningham C, O'Donoghue G. Impact of training modes on fitness and body composition in women with obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity*. Wiley Online Library; 2022;30(2):300–19.
- Ngamsamer C, Sirivarasai J, Sutjarit N. The benefits of anthocyanins against obesity-induced inflammation. *Biomolecules*. MDPI; 2022;12(6):852.
- Moruzzi M, Klötting N, Blüher M, Martinelli I, Tayebati SK, Gabrielli MG, et al. Tart cherry juice and seeds affect pro-inflammatory markers in visceral adipose tissue of high-fat diet obese rats. *Molecules*. MDPI; 2021;26(5):1403.
- Battineni G, Sagaro GG, Chintalapudi N, Amenta F, Tomassoni D, Tayebati SK. Impact of obesity-induced inflammation on cardiovascular diseases (CVD). *Int J Mol Sci*. MDPI; 2021;22(9):4798.
- Reilly SM, Saltiel AR. Adapting to obesity with adipose tissue inflammation. *Nat Rev Endocrinol*. Nature Publishing Group UK London; 2017;13(11):633–43.
- Uraga RM, Keller JN. The complex interactions between obesity, metabolism and the brain. *Front Neurosci*. Frontiers; 2019;513.
- Ying W, Fu W, Lee YS, Olefsky JM. The role of macrophages in obesity-associated islet inflammation and β -cell abnormalities. *Nat Rev Endocrinol*. Nature Publishing Group UK London; 2020;16(2):81–90.
- Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *J Clin Invest*. Am Soc Clin Invest; 2017;127(1):1–4.
- Donath MY, Shoelson SE. Type 2 diabetes as an inflammatory disease. *Nat Rev Immunol*. Nature Publishing Group; 2011;11(2):98–107.
- Mathieu P, Lemieux I, Després J. Obesity, inflammation, and cardiovascular risk. *Clin Pharmacol Ther*. Wiley Online Library; 2010;87(4):407–16.
- Iyengar NM, Gucaip A, Dannenberg AJ, Hudis CA. Obesity and cancer mechanisms: tumor microenvironment and inflammation. *J Clin Oncol*. American Society of Clinical Oncology; 2016;34(35):4270.
- HOJATOLESLAMI S, Jamshidi L. Relationship between C-reactive protein and obesity
- Amare F, Alemu Y, Enichalew M, Demilie Y, Adamu S. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise training on body fat and glucolipid metabolism in inactive middle-aged adults with overweight or obesity: a randomized trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. Springer; 2024;16(1):189.
- Carvalho F, Lahlou RA, Silva LR. Phenolic Compounds from Cherries and Berries for Chronic Disease Management and Cardiovascular Risk Reduction. *Nutrients*. MDPI; 2024;16(11):1597.
- Colato A, Abreu F, Medeiros N, Lemos L, Dorneles G, Ramis T, et al. Effects of concurrent training on inflammatory markers and expression of CD4, CD8, and HLA-DR in overweight and obese adults. *J Exerc Sci Fit*. Elsevier; 2014;12(2):55–61.
- Norouzzadeh M, Rashedi MH, Shahinfar H, Rahideh ST. Dose-dependent effect of tart cherry on blood pressure and selected inflammation biomarkers: A GRADE-assessed systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Heliyon*. Elsevier; 2023;
- Han B, Bhagavathula AS, Rashid M, Chhabra M, Clark C, Abdulazeem HM, et al. The effect of sour cherry consumption on blood pressure, IL-6, CRP, and TNF- α levels: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials sour cherry consumption and blood pressure. *J King Saud Univ*. Elsevier; 2020;32(2):1687–93.
- Martin KR, Burrell L, Bopp J. Authentic tart cherry juice reduces markers of inflammation in overweight and obese subjects: A randomized, crossover pilot study. *Food Funct*. Royal Society of Chemistry; 2018;9(10):5290–300.
- Martin KR, Bopp J, Burrell L. Tart Cherry Juice Reduces Plasma Triglycerides and CVD Risk Factor, But Does not Affect Indirect Measures of Insulin Resistance, in Overweight and Obese Subjects: A Randomized, Crossover Pilot Study. *Acta Sci Nutr Heal* (ISSN 2582-1423). 2022;6(9).
- Soori R, Darabi M, Mosadegh Neishabouri Z, Ramezankhani A. The Effect of Concurrent Training on Apelin, Interleukin-6, and C-reactive protein levels in Middle-Aged Sedentary Obese Men. *Armaghane Danesh*. 2019;24(3):446–60.

31. Kuehl KS, Elliot DL, Sleigh AE, Smith JL. Efficacy of tart cherry juice to reduce inflammation biomarkers among women with inflammatory osteoarthritis (OA). *J Food Stud.* 2012;1(1):14–25.
32. Dehghani E, Beba M, Danandeh K, Memari A, Ershadmanesh MJ, Rasoulia P, et al. The effect of tart cherry juice (TCJ) supplementation on exercise-induced muscle damage (EIMD) in an athletic population. *Ann Med Surg. LWW;* 2025;87(2):880–90.
33. Johnson SA, Navaei N, Pourafshar S, Jaime SJ, Akhavan NS, Alvarez-Alvarado S, et al. Effects of montmorency tart cherry juice consumption on cardiometabolic biomarkers in adults with metabolic syndrome: a randomized controlled pilot trial. *J Med Food. Mary Ann Liebert, Inc.;* 2020;23(12):1238–47.
34. Nemes A, Homoki JR, Kiss R, Hegedűs C, Kovács D, Peitl B, et al. Effect of anthocyanin-rich tart cherry extract on inflammatory mediators and adipokines involved in type 2 diabetes in a high fat diet induced obesity mouse model. *Nutrients. MDPI;* 2019;11(9):1966.
35. Martinelli I, Tomassoni D, Bellitto V, Roy P, Micioni Di Bonaventura MV, Amenta F, et al. Anti-inflammatory and antioxidant properties of tart cherry consumption in the heart of obese rats. *Biology (Basel). MDPI;* 2022;11(5):646.
36. Kimble R, Keane KM, Lodge JK, Howatson G. The influence of tart cherry (*Prunus cerasus*, cv Montmorency) concentrate supplementation for 3 months on cardiometabolic risk factors in middle-aged adults: a randomised, placebo-controlled trial. *Nutrients. MDPI;* 2021;13(5):1417.
37. Bagherzadeh Rahmani B, Haghighi AH, Askari R. Effects of twelve weeks of traditional and circuit resistance training combined with aerobic training on inflammatory adipokines and muscular strength in obese men. *J Pract Stud Biosci Sport. University of Birjand;* 2023;
38. Binabaji S, Rahimi M, Rajabi H, Keshavarz M, Rahimi R, Ahmadi A, et al. Effects of physical training on coagulation parameters, interleukin-6, and angiotensin-converting enzyme-2 in COVID-19 survivors. *Sci Rep. Nature Publishing Group UK London;* 2024;14(1):18968.
39. Ledue TB, Rifai N. Preanalytic and analytic sources of variations in C-reactive protein measurement: implications for cardiovascular disease risk assessment. *Clin Chem. Oxford University Press;* 2003;49(8):1258–71.
40. Gholami A, Amirkalali B, Baradaran HR, Hariri M. The beneficial effect of tart cherry on plasma levels of inflammatory mediators (not recovery after in adults. *ZAHEDAN JOURNAL OF RESEARCH IN MEDICAL SCIENCES (TABIB-E-SHARGH);* 2016;
21. 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. *Complement Med J. Complementary Medicine Journal;* 2020;10(1):94–105.
22. Khajehlandi M, Bolboli L, Siahkuhan M, Nikseresht F. Effect of 12 weeks of Pilates training on the serum levels of interleukin-6, C-reactive protein and tumor necrosis factor- α in inactive overweight women. *Med J Tabriz Univ Med Sci. Tabriz University of Medical Sciences;* 2020;42(1):56–64.
23. Zhao H, Cheng R, Teng J, Song G, Huang C, Yuan S, et al. A Meta-Analysis of the Effects of Different Training Modalities on the Inflammatory Response in Adolescents with Obesity. *Int J Environ Res Public Health. MDPI;* 2022;19(20):13224.
24. Jin C-H, Rhyu H-S, Kim JY. The effects of combined aerobic and resistance training on inflammatory markers in obese men. *J Exerc Rehabil. Korean Society of Exercise Rehabilitation;* 2018;14(4):660.
25. Jang J, Park H, Park J, Lim S, Kwon Y. EFFECTS OF COMBINED EXERCISE ON INFLAMMATORY FACTORS IN OLDER WOMEN WITH SARCOPENIC OBESITY. *Innov Aging. Oxford University Press US;* 2017;1(suppl_1):222.
26. Christiansen T, Paulsen SK, Bruun JM, Pedersen SB, Richelsen B. Exercise training versus diet-induced weight-loss on metabolic risk factors and inflammatory markers in obese subjects: a 12-week randomized intervention study. *Am J Physiol Metab. American Physiological Society Bethesda, MD;* 2010;
27. Chai SC, Davis K, Zhang Z, Zha L, Kirschner KF. Effects of tart cherry juice on biomarkers of inflammation and oxidative stress in older adults. *Nutrients. MDPI;* 2019;11(2):228.
28. South S, Ricky G, Du C, Crabtree K, Panth P, Vijayagopal P, et al. Effect of Tart Cherry Juice on Inflammatory Markers in Normal Weight Obese (NWO) Women (OR29-05-19). *Curr Dev Nutr. Oxford University Press;* 2019;3(Supplement_1):nzz031–OR29.
29. Ethun K. Sex and gender differences in body composition, lipid metabolism, and glucose regulation. In: *Sex differences in physiology. Elsevier;* 2016. p. 145–65.
30. Palmisano BT, Zhu L, Eckel RH, Stafford JM. Sex differences in lipid and lipoprotein metabolism. *Mol Metab. Elsevier;* 2018;15:45–55.

responses during prolonged cycling. *Eur J Appl Physiol.* Springer; 2017;117:1207–16.

52. Kirakosyan A, Seymour EM, Llanes DEU, Kaufman PB, Bolling SF. Chemical profile and antioxidant capacities of tart cherry products. *Food Chem.* Elsevier; 2009;115(1):20–5.

53. Hidalgo M, Oruna-Concha MJ, Kolida S, Walton GE, Kallithraka S, Spencer JPE, et al. Metabolism of anthocyanins by human gut microflora and their influence on gut bacterial growth. *J Agric Food Chem.* ACS Publications; 2012;60(15):3882–90.

54. Fernandes I, Faria A, Calhau C, de Freitas V, Mateus N. Bioavailability of anthocyanins and derivatives. *J Funct Foods.* Elsevier; 2014;7:54–66.

55. Lila MA, Burton-Freeman B, Grace M, Kalt W. Unraveling anthocyanin bioavailability for human health. *Annu Rev Food Sci Technol.* Annual Reviews; 2016;7:375–93.

56. Sinclair J, Bottoms L, Dillon S, Allan R, Shadwell G, Butters B. Effects of montmorency tart cherry and blueberry juice on cardiometabolic and other health-related outcomes: A three-arm placebo randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health.* MDPI; 2022;19(9):5317.

57. Kim J-H, Park H-Y. Effects of combined hip exercise and passive stretching on muscle stiffness, pain perception and pain-related disability, and physical function in older adults with low back pain. *Phys Act Nutr.* Korean Society for Exercise Nutrition; 2022;26(3):16.

58. Rocha MC, Stabenow WR, Jacobino AG, Bressan JCM, Voltarelli FA, Junior RCV. TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO MELHOROU A COMPOSIÇÃO CORPORAL DE IDOSAS ACOMETIDAS POR DIFERENTES DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS. *Corpoconsciência.* 2019;66–74.

59. Nascimento C, Peixoto MS, Fonte Boa LF, de Faria CC, Costa TSF, Matta L, et al. The Effects of Combined Physical Exercise on Serum Redox Biomarkers and Leukocyte DNA Damage of Obese Women. *Oxid Med Cell Longev.* Hindawi Limited; 2021;2021:1–8.

60. Lee JS, Kim CG, Seo TB, Kim HG, Yoon SJ. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging Clin Exp Res.* Springer; 2015;27:179–86.

61. Hainer V, Kunesova M, Sonka J, Wernischova V, Svarcova H, Hrabak P. The effect of a short-term reducing regimen on hormonal secretion in obese patients. *Cas Lek Cesk.* 1989;128(32):1006–11.

exercise): A systematic review and meta-analysis on randomized clinical trials. *Complement Ther Med.* Elsevier; 2022;68:102842.

41. Lee Y-M, Yoon Y, Yoon H, Park H-M, Song S, Yeum K-J. Dietary anthocyanins against obesity and inflammation. *Nutrients.* MDPI; 2017;9(10):1089.

42. Overall J, Bonney SA, Wilson M, Beermann III A, Grace MH, Esposito D, et al. Metabolic effects of berries with structurally diverse anthocyanins. *Int J Mol Sci.* MDPI; 2017;18(2):422.

43. Jayarathne S, Stull AJ, Park O, Kim JH, Thompson L, Moustaid-Moussa N. Protective effects of anthocyanins in obesity-associated inflammation and changes in gut microbiome. *Mol Nutr Food Res.* Wiley Online Library; 2019;63(20):1900149.

44. Martin KR, Bopp J, Neupane S, Vega-Lopez S. 100% Tart cherry juice reduces plasma triglycerides and CVD risk in overweight and obese subjects. *FASEB J.* Wiley Online Library; 2010;24:714–22.

45. Kelly AS, Steinberger J, Olson TP, Dengel DR. In the absence of weight loss, exercise training does not improve adipokines or oxidative stress in overweight children. *Metabolism.* Elsevier; 2007;56(7):1005–9.

46. Abou-Agag LH, Aikens ML, Tabengwa EM, Benza RL, Shows SR, Grenett HE, et al. Polyphenolics increase t-PA and u-PA gene transcription in cultured human endothelial cells. *Alcohol Clin Exp Res.* Wiley Online Library; 2001;25(2):155–62.

47. Huffman DM. Exercise as a calorie restriction mimetic: implications for improving healthy aging and longevity. *Body Compos Aging.* Karger Publishers; 2010;37:157–74.

48. Marzetti E, Lawler JM, Hiona A, Manini T, Seo AY, Leeuwenburgh C. Modulation of age-induced apoptotic signaling and cellular remodeling by exercise and calorie restriction in skeletal muscle. *Free Radic Biol Med.* Elsevier; 2008;44(2):160–8.

49. Desai T, Bottoms L, Roberts M. The effects of Montmorency tart cherry juice supplementation and FATMAX exercise on fat oxidation rates and cardio-metabolic markers in healthy humans. *Eur J Appl Physiol.* Springer; 2018;118:2523–39.

50. Azzini E, Venneria E, Ciarapica D, Foddai MS, Intorre F, Zaccaria M, et al. Effect of red orange juice consumption on body composition and nutritional status in overweight/obese female: a pilot study. *Oxid Med Cell Longev.* Hindawi; 2017;2017.

51. Cook MD, Myers SD, Gault ML, Edwards VC, Willems MET. Dose effects of New Zealand blackcurrant on substrate oxidation and physiological

62. Amini MR, Payandeh N, Sheikhsossein F, Shahinfar H, Pourreza S, Hekmatdoost A. Effect of Tart Cherry Juice Consumption on Body Composition and Anthropometric Measures: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Clin Nutr Res. Korean Society of Clinical Nutrition; 2023;12(1):65.

63. McCune LM, Kubota C, Stendell-Hollis NR, Thomson CA. Cherries and health: a review. Crit Rev Food Sci Nutr. Taylor & Francis; 2010;51(1):1–12.

Impress