

The Effect of Eight Weeks of HIIT with *Ginkgo biloba* Supplementation on Changes in Irisin and some Inflammatory and Stress Indices in Overweight Men

Sina Esmaili¹, Asghar Tofighi^{1*}, Javad Tolouei azar¹, Bahram Jamali Gharakhanlou²

¹Department of Sports Physiology and Corrective Movements, Faculty of Sports Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

²Department of Basic Sciences, Faculty of Paramedicine, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Received: 21 January 2024 Accepted: 24 February 2024

Abstract

Background and Aim: Exercise training and supplementation with *Ginkgo biloba* are used to improve body composition and metabolic, cardiovascular, and neurological disorders. The present study aimed to investigate the effect of eight weeks of high-intensity interval training (HIIT) with *Ginkgo biloba* supplementation on changes in plasma irisin and some inflammatory and stress indices in overweight men.

Methods: Following the screening, 40 overweight young men were randomly divided into four groups: placebo, *Ginkgo biloba* supplement, HIIT, and supplement+HIIT. Blood samples were taken 48 hours before and after eight weeks of HIIT exercise as well as immediately after the aerobic exhaustive test to study the indicators above in the population. Two-way ANOVA was used for inter-group comparisons, and Tukey's post hoc test was used to determine the difference between the groups.

Results: The results showed that after eight weeks of intervention with HIIT and *Ginkgo biloba* supplementation, GPx, SOD, CAT, and irisin values increased significantly in all three groups. TAC values increased only in the supplement and exercise + supplement groups. Also, a significant decrease was observed in the values of MDA, IL-6, and hs-CRP in all three groups ($P < 0.05$).

Conclusion: The use of HIIT combined with *Ginkgo biloba* supplementation can lead to combating the destructive effects resulting from exhaustive activity by increasing plasma irisin and anti-inflammatory effects and improving oxidative stress. Therefore, it seems that combining HIIT with this supplement can have significant protective effects.

Keywords: High Intensity Interval Training, *Ginkgo biloba*, Irisin, Oxidative Stress, Inflammation.

*Corresponding author: Asghar Tofighi, Email: a.tofighi@urmia.ac.ir

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید با مکمل یاری جینکوبیلوبا بر تغییرات آیریزین و برخی شاخص‌های التهاب و استرس مردان بیش‌وزن

سینا اسمعیلی^۱، اصغر توفیقی^{۱*}، جواد طلوعی‌آذر^۱، بهرام جمالی قراخانلو^۲

^۱ گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^۲ گروه علوم پایه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

چکیده

زمینه و هدف: تمرینات ورزشی و مکمل‌یاری با جینکوبیلوبا برای بهبود ترکیب بدن و اختلال‌های متابولیکی، قلبی عروقی و عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این رو، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) با مکمل‌یاری جینکوبیلوبا بر تغییرات آیریزین و برخی شاخص‌های التهاب و استرس مردان بیش‌وزن بود.

روش‌ها: ۴۰ مرد جوان بیش‌وزن پس از همگن‌سازی به‌طور تصادفی در چهار گروه دارونما، مکمل جینکوبیلوبا، تمرین تناوبی شدید و مکمل + تمرین تقسیم شدند. نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت قبل و بعد از هشت هفته تمرینات HIIT و بلافاصله پس از آزمون وامانده‌ساز هوازی به منظور بررسی شاخص‌های مورد مطالعه از آزمودنی‌ها انجام شد. جهت تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه برای مقایسه بین گروهی و جهت تعیین اختلاف گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که پس از هشت هفته مداخله با تمرینات تناوبی شدید و مکمل جینکوبیلوبا مقادیر گلوکوتائون پراکسیداز (GPx)، سوپراکسیددیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و آیریزین موجب افزایش معنادار در هر سه گروه شد. مقادیر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC) تنها در گروه مکمل و تمرین + مکمل افزایش یافت. همچنین، کاهش معنادار مقادیر مالون‌دی‌آلدئید (MDA)، اینترلوکین-۶ (IL-6) و پروتئین واکنشی C (hs-CRP) در هر سه گروه مشاهده گردید ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: استفاده از ترکیب HIIT همراه با مکمل‌یاری جینکوبیلوبا می‌تواند با افزایش مقادیر آیریزین پلاسما و آثار ضد التهابی و بهبود استرس اکسیداتیو، منجر به مقابله با آثار تخریبی حاصل از فعالیت وامانده‌ساز شود. بنابراین، به نظر می‌رسد ترکیب HIIT با این مکمل می‌تواند تأثیرات محافظتی بارزی به همراه داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرین تناوبی شدید، جینکوبیلوبا، آیریزین، استرس اکسیداتیو، التهاب.

مقدمه

خون می‌شود و این تعدیل مثبت منجر به القای آثار بهبودبخش بر شاخص‌های کاردیومتابولیک مانند افزایش حساسیت انسولینی، کاهش مقاومت انسولینی و بهبود پروفایل لیپیدی افراد دارای اضافه‌وزن و چاق می‌شود (۷).

تعدیل رژیم غذایی به سمت استفاده از غذاها و فراورده‌های ضدالتهابی با مزایای بالقوه سلامتی همراه است در این راستا، مزایای مرتبط با سلامتی حاصل از عصاره‌های گیاهی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است و به ترکیبات فعال زیستی آن‌ها از جمله آلکالوئیدها و پلی‌فنول‌ها، ترپنوئیدها، گلیکوزیدها، فلونوئیدها، ساپونین‌ها و لیگنان‌ها می‌توان اشاره کرد که اثرات فیزیولوژیکی مطلوبی برای بدن انسان دارند (۸،۹). در این بین، جینکوبیوبا یکی از مکمل‌های گیاهی است که آثار آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی بالقوه‌ای دارد و موجب کاهش التهاب و استرس اکسایشی در ارتباط با چاقی می‌شود و همچنین یک گیاه دارویی باستانی است که هزاران سال است در طب سنتی استفاده می‌شود و موجب مهار التهاب و واکنش‌های آلرژیک، کاهش رادیکال‌های آزاد و تعدیل پاسخ‌های ایمنی و جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی غشای سلولی می‌شود. فلاونوئیدهایی مانند کوئرستین و کامفرول از مواد موثر جینکوبیوبا هستند که می‌توانند به‌طور مستقیم رادیکال‌های آزاد را سرکوب کنند. همچنین نشان داده شده است که ممکن است عصاره جینکوبیوبا، پاسخ‌های محافظتی و ضد اکسایشی متفاوتی را با توجه به مدت، شدت و نوع تمرین ورزشی داشته باشد (۱۰). از این رو، پژوهش حاضر در راستای ارزیابی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) همراه با مکمل‌یاری جینکوبیوبا بر تغییرات آیریزین پلاسما، اینترلوکین-۶ (IL-6) و پروتئین واکنشی C (hs-CRP) و نیز شاخص‌های استرس اکسایشی شامل گلوکوتائون پراکسیداز (GPx)، سوپراکسیددیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC) مردان بیش وزن اجرا شد.

روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون است که پس از دریافت کد اخلاق در پژوهش از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه ارومیه انجام پذیرفت. جامعه آماری تحقیق حاضر متشکل از مردان جوان دارای اضافه‌وزن با شاخص توده بدنی (BMI) بین ۲۵ تا ۲۹/۹ کیلوگرم بر متر مربع با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۵ سال، سالم و غیر فعال بودند. معیارهای ورود به تحقیق شامل: (۱) عدم ابتلا به بیماری‌های عفونی و قلبی عروقی، نداشتن ناهنجاری‌های عضلانی، نداشتن رژیم غذایی و دارویی خاص که نتایج پژوهش حاضر را تحت تأثیر قرار دهد، (۲) عدم شرکت در تمرینات ورزشی منظم، (۳) عدم مصرف الکل و دخانیات، (۴) عدم مصرف مکمل و همچنین عدم مصرف منظم داروهای حاوی کافئین ۸ هفته قبل از شروع و حین اجرای پروتکل پژوهش می‌باشد. برای جمع‌آوری آزمودنی‌ها ابتدا با تهیه و توزیع آگهی

در سرتاسر جهان، متعاقب توسعه فناوری و توسعه ماشینی میزان کم تحرکی افزایش یافته است که با بالا رفتن آمار افراد دارای اضافه‌وزن و چاقی در ارتباط است. در مطالعات متعددی معلوم شده است که این شرایط با افزایش اختلالات سوخت و سازی، هورمونی و دیگر مشکلات مرتبط با سلامتی همبستگی دارد. نشان داده شده است که چاقی به‌طور مستقیم و غیر مستقیم باعث ابتلا و تشدید بیماری‌های مزمن متابولیکی مانند دیابت نوع دو، پرفشاری خون، کبد چرب و بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود (۱). اضافه‌وزن و چاقی با تجمع مفرط بافت چربی در بدن شناخته می‌شود. در این راستا، بافت چربی منجر به رهایش برخی هورمون‌ها می‌شود که به‌طور کلی به آدیپوکاین‌ها موسوم‌اند. در شرایط اضافه‌وزن و چاقی تولید و رهایش آدیپوکاین‌ها با اختلال تنظیمی همراه می‌شود. به‌طوری‌که مقادیر آدیپوکاین‌ها/آدیپوسایتوکاین‌های نامطلوب افزایش می‌یابد که در این راستا می‌توان به اینترلوکین-۶ (IL-6) و فاکتور نکروز دهنده توموری آلفا (TNF- α) اشاره کرد. این سایتوکاین‌ها می‌توانند به‌عنوان میانجی‌هایی عمل کنند که التهاب و ایمنی را با بیماری‌ها، اضافه‌وزن، چاقی و عوارض آن مرتبط می‌کنند (۲). افزایش استرس اکسیداتیو مرتبط با چاقی یکی از پیامدهای نامطلوب چاقی است که می‌تواند دیگر پیامدهای در ارتباط با چاقی را نیز بدتر کند؛ مانند افزایش التهاب، مقاومت انسولینی و دیگر موارد مشابه با آن. در این باره، نشان داده شده است که مقادیر شاخص‌هایی مانند مالون دی‌آلدهید (MDA) افزایش می‌یابد که از مهمترین محصولات جانبی حاصل از پراکسیداسیون لیپیدها است و افزایش مقادیر آن نشان دهنده آسیب اکسیداتیو است (۳).

در مطالعات متعددی، مزایای بالقوه فعالیت‌های ورزشی منظم در کنترل و درمان اضافه‌وزن، چاقی و بسیاری از بیماری‌های متابولیکی مزمن نشان داده شده است. در این راستا، از عمده اثرات تمرینات ورزشی منظم طولانی مدت می‌توان به بهبود پروفایل التهابی (با تحت تأثیر قرار دادن مقادیر IL-1b، IL-6، IL-10، TNF- α و CRP) و استرس اکسایشی (با تعدیل MDA، SOD، CAT، GPx و TAC) اشاره کرد (۴). تمرین HIIT در مقایسه با دیگر شیوه‌های تمرین ورزشی مانند تداومی با شدت متوسط در کنترل اضافه‌وزن و چاقی دارای آثار قابل توجهی است و علاوه بر این می‌تواند راهبردی کارآمد از نظر بُعد زمان برای ارتقای سلامت این افراد باشد (۵). در این راستا، Gurusad و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای نشان دادند که ۱۰ هفته تمرین HIIT در مقایسه با MICT سبب افزایش بیشتر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش رادیکال‌های آزاد می‌شود (۶). علاوه بر این، نشان داده شده است که تمرین HIIT می‌تواند بر شاخص‌های التهابی تأثیر گذار باشد و میزان شاخص‌های التهابی را کاهش داد. همچنین، معلوم شده است که تمرین HIIT منجر به افزایش مقادیر آیریزین در گردش

نحوه کورسازی

جهت دوسوکور کردن مطالعه، قوطی‌های حاوی کپسول‌ها توسط فردی غیر از پژوهشگر به صورت A و B کدگذاری شدند تا عدم اطلاع محقق از نوع کپسول‌های دریافتی گروه‌های مربوطه رعایت گردد. افراد حاضر در گروه‌های ۲ و ۴ یک عدد کپسول ۲۰۰ میلی‌گرمی مکمل جینکوبیلوبا بود، دریافت کردند. گروه‌های ۱ و ۳ نیز قرص با محتوای دکستروز با روشی مشابه دریافت کردند.

پروتکل تمرین تناوبی شدید

در پژوهش حاضر پروتکل تمرینی به این صورت بود که در ابتدای هر جلسه تمرینی آزمودنی‌ها ۱۰ دقیقه به گرم کردن (شامل حرکات کششی و فعالیت سبک)، ۲۰ تا ۳۵ دقیقه فعالیت اصلی (با شدت ۵۰ تا ۱۰۰ درصد ضربان قلب ذخیره) و ۱۰ دقیقه سرد کردن (حرکات کششی) انجام می‌دادند. تمرین با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره آغاز و تا ۳۵ دقیقه و مطابق با جدول ۱ ادامه یافت. در طول این دوره، گروه کنترل به زندگی و فعالیت‌های عادی و روزمره خود می‌پرداختند و هیچ‌گونه فعالیت ورزشی سازمان‌یافته و هدفمندی نداشتند. برای کنترل شدت فعالیت ورزشی، از ضربان قلب ذخیره استفاده شد. بدین ترتیب، ابتدا ضربان قلب بیشینه (HRmax) به دست آمد و سپس با استفاده از روش کارونن میزان ضربان قلب ذخیره نیز به دست آمد که درصد آن نیز برابر با درصدی از اکسیژن مصرفی بیشینه (توان هوازی) بود. در طول تمرین، تواتر قلب آزمودنی‌ها تا پایان پروتکل تمرینی توسط پژوهشگر با استفاده از ضربان سنج پلار که به دور سینه بسته شده بود، کنترل گردید (۱۲). ۴۸ ساعت قبل و پس از پروتکل تمرین تناوبی با شدت بالا از آزمون وامانده‌ساز تعدیل شده بروس جهت ایجاد استرس و تحریک سیستم آنتی‌اکسیدانی استفاده شد.

$$HR\ target = \%Intensity \times (HR\ max - HR\ rest) + HR\ rest$$

(فرمول محاسبه کارونن)

در سطح شهر ارومیه، باشگاه‌های ورزشی و شبکه‌های اجتماعی مختلف اطلاع‌رسانی گردید تا افراد مایل به شرکت در پژوهش شناسایی شوند. همچنین در یک جلسه هماهنگی با شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، داوطلبین تحت معاینات پزشکی قرار گرفتند. در نهایت، با توجه به معیارهای ورودی، از بین افراد داوطلب ۴۰ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه حضور آگاهانه در تحقیق، یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته و پرسش‌نامه فعالیت بدنی و سبک زندگی (PAR-Q) را تکمیل کردند. سپس آزمودنی‌ها پس از همگن‌سازی به صورت تصادفی به چهار گروه: (۱) گروه دارونما (Plc)؛ (۲) گروه مکمل جینکوبیلوبا (Suppl)؛ (۳) گروه دارونما + تمرین تناوبی شدید (Plc+Ex)؛ و (۴) گروه مکمل جینکوبیلوبا + تمرین تناوبی شدید (Suppl+Ex) تقسیم شدند. جلسات مرتبط با آشناسازی برنامه ورزشی یک هفته قبل از شروع طرح برگزار گردید. سپس نمونه‌های خونی در چهار مرحله یعنی قبل از شروع دوره، بلافاصله بعد از آزمون تعدیل شده بروس جهت تحریک سیستم آنتی‌اکسیدانی، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه پروتکل تمرین هشت هفته‌ای و دوباره بلافاصله پس از آزمون بروس اخذ گردید.

مکمل‌سازی جینکوبیلوبا

در مطالعه حاضر، آزمودنی‌های گروه دریافت‌کننده مکمل جینکوبیلوبا و گروه مکمل جینکوبیلوبا + تمرین تناوبی شدید، به صورت روزانه در وضعیت ناشتایی یک عدد کپسول ۲۰۰ میلی‌گرمی (تدبیر کالای جیم، ویتار مونی) همراه با یک لیوان آب دریافت می‌کردند. کپسول‌ها، حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم مکمل جینکوبیلوبا استاندارد بود که حاوی ۱۹/۲ میلی‌گرم گلیکوزیدهای فالونوئیدی (۲۴٪) / ۴/۸ میلی‌گرم لاکتون‌های تریپن (۶٪) و سوبسترهای دیگر از جمله مالتودکسترین، میکروکریستالین سلولز و منیزیم استریت بود. همچنین، افراد در گروه دارونما و گروه دارونما + تمرین تناوبی شدید به همان میزان دارونما (کپسول دکستروز) دریافت کردند (۱۱).

جدول-۱. پروتکل تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT)

هفته	جلسه در هفته	تعداد تکرار در هر جلسه	تعداد تکرار هر نوبت	مدت هر تکرار (ثانیه)	شدت هر تکرار ضربان ذخیره	استراحت بین تکرارها (ثانیه)	استراحت بین نوبت‌ها (ثانیه)	مدت پروتکل اصلی و استراحت (دقیقه)	مجموع گرم و سرد کردن (دقیقه)	مدت کل هر جلسه (دقیقه)
اول	۵			۴۰	۵۰ تا ۶۰ درصد	۶۰	۹۰	۳۴		۵۴
دوم				۳۵	۶۰ تا ۷۰ درصد	۷۰	۱۰۵	۳۶		۵۶
سوم				۳۰	۷۰ تا ۸۰ درصد	۸۰	۱۲۰	۳۰		۵۰
چهارم	۴			۲۵	۸۰ تا ۹۰ درصد	۹۰	۱۳۵	۳۱		۵۱
پنجم	۳	۴							۲۰	۴۴
ششم										۴۴
هفتم				۲۰	۹۰ تا ۱۰۰ درصد	۱۰۰	۱۵۰	۲۴		۴۴
هشتم										۴۴

نمونه‌برداری و روش‌های آزمایشگاهی

نمونه‌گیری خونی در چهار مرحله از کلیه افراد شرکت کننده انجام گرفت. در مرحله پیش‌آزمون، پس از اندازه‌گیری مقادیر خونی سطح پایه در حالت ناشتا (T1)؛ به منظور سنجش توان هوازی بیشینه و همچنین تحریک سیستم آنتی‌اکسیدانی، آزمون بروس تعدیل شده اجرا شد و بلافاصله عمل خونگیری انجام گرفت (T2). در مرحله پس از آزمون و بعد از ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی خون‌گیری ناشتای پایه (T3) و بعد از انجام آزمون بروس تعدیل شده (T4) عمل خون‌گیری برای همه آزمودنی‌ها دوباره تکرار شد. در هر بار خون‌گیری ۵ سی‌سی خون از ورید پیش‌آرنجی اخذ گردید. سپس جهت جداسازی سرم، نمونه‌های خونی با دور 3000 rpm سانتریفیوژ شدند. سرم‌های به دست آمده به میکروتیوب‌ها منتقل شده و در فریزر در دمای ۸۰- درجه‌ی سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایشات نگهداری شدند. جهت سنجش مقادیر آیریزین از روش الایزا و براساس دستورالعمل شرکت کیت سازنده (Cusabio, JPN)، مقادیر IL-6 سرمی به روش الایزا با استفاده از کیت‌های شرکت بوستر بیولوژیکال با حساسیت ۰/۳ پیکوگرم بر میلی‌لیتر، مقادیر hs-CRP سرمی هم با استفاده از کیت شرکت امگا دیاگنوستیک، اساس روش اندازه‌گیری MDA سرمی نیز بر پایه واکنش با تیوباریتوریک اسید (TBA) و با استفاده از روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۲۳ نانومتر تعیین شد. فعالیت آنزیم CAT با روش به کارگیری توسط هوگرابی و به روش اسپکتروفتومتری، سنجش GPx با استفاده از کیت (Ransel؛ ساخت شرکت راندوکس انگلستان) و سنجش SOD نیز با استفاده از کیت (Ransod؛ ساخت شرکت راندوکس انگلستان) و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر Alcyon ۳۰۰ ساخت شرکت آمریکا اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری TAC سرم هم به روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از کیت Randox (Laboratories, Crumlin, UK) توسط دستگاه اتوآنالایزر (Abbot, Model Alcyon ۳۰۰, USA) صورت گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌های اولیه از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. در ادامه برای بررسی اثر زمان در گروه آزمون تحلیل واریانس دو راهه با اندازه‌گیری‌های مکرر؛ از آزمون بونفرونی تعقیبی برای تعیین تفاوت بین گروهی و جهت بررسی تفاوت در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری از آزمون آنوا با اندازه‌گیری یک راهه استفاده گردید. تمامی عملیات‌ها و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری پنج درصد ($P \leq 0.05$) با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه ارومیه، استان آذربایجان غربی با کد اخلاق در پژوهش (IR.URMIA.REC. 1402.021) به تایید رسیده است. در هر حال از آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی قبل از انجام مطالعه اخذ شد و توضیحات کافی در مورد تحقیق و روش کار به آن‌ها داده شد و به آن‌ها این اطمینان داده شد که در هر مرحله که تمایل به عدم همکاری داشتند می‌توانند مطالعه را ترک کنند. همچنین جهت رعایت اصول اخلاقی، منعی جهت استفاده از داروهای تجویزی توسط پزشک مربوطه در طی طرح وجود نداشت. در طول مطالعه، شرکت‌کنندگانی که درخواست هر گونه سوال، راهنمایی و مشاوره داشتند توسط مجری و همکاران داده شد و این اطمینان به آن‌ها داده شد که تمام اطلاعات بکار رفته در مورد آنان کاملاً محرمانه بوده و خواهد ماند.

نتایج

ویژگی‌های تن‌سنجی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها بر اساس میانگین و انحراف معیار به تفکیک هر گروه در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به سطوح معنی‌داری به دست آمده نتیجه گرفته می‌شود که تمام متغیرها در پیش‌آزمون دارای توزیع نرمال می‌باشند ($P > 0.05$).

جدول-۲. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های تن‌سنجی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه دارونما (Plc)	گروه مکمل (Suppl)	دارونما+تمرین (Plc+Ex)	گروه تمرین+مکمل (Suppl+Ex)	P
سن (سال)	۲۷/۲±۴/۸	۲۶/۷±۶/۱	۳۰/۸±۴/۱	۲۸/۱±۶/۹	۰/۵۳
وزن (کیلوگرم)	۹۱/۲±۵/۶	۹۰/۶±۶/۷	۹۲/۲±۵/۴	۹۳/۲±۵/۸	۰/۴۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۱/۵±۳/۴	۱۶۹/۲±۴/۱	۱۷۴/۶±۲/۶	۱۷۰/۱±۳/۶	۰/۳۱
شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم/متر مربع)	۳۱/۲۳±۱/۴	۳۲/۷±۳/۴	۳۳/۶±۱/۷۵	۳۲/۸±۲/۶۵	۰/۵۱
چربی بدن (درصد)	۳۲/۲۵±۴/۵	۳۱/۶۵±۵/۹	۳۴/۷۵±۶/۳	۳۵/۳۵±۳/۱	۰/۵۷
فشار خون سیستولیک (میلی‌متر جیوه)	۱۱۸±۸	۱۲۹±۵	۱۲۴±۹	۱۲۱±۷	۰/۳۷
فشار خون دیاستولیک (میلی‌متر جیوه)	۸۲±۱۱	۸۶±۵	۸۵±۸	۸۳±۹	۰/۵۶
فعالیت بدنی (MET-min/WK)	۵۵۲/۶±۱۱۹/۲	۵۴۱/۳±۱۳۴/۳	۵۲۶/۷±۱۷۸/۱	۴۰۵/۵±۱۹۵/۶	۰/۳۹

مقادیر به صورت انحراف معیار ± میانگین گزارش شده‌اند.

(CAT)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) و سوپرااکسیددیسموتاز (SOD) در هر سه گروه مورد مداخله در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معنی دار داشت؛ اما در میانگین سطح سرمی TAC تنها در گروه مکمل و مکمل + تمرین افزایش معنی دار مشاهده گردید ($P < 0.05$) (جدول ۳).

نتایج حاصل از آزمون t زوجی نشان داد، میانگین سطوح سرمی مالون دی آلدئید (MDA)، پروتئین واکنشی C (hs-CRP) و اینترلوکین-۶ (IL-6) در گروه‌های تمرین، مکمل و مکمل + تمرین در پس آزمون نسبت به پیش آزمون کاهش معنی داری داشت ($P < 0.05$). همچنین در میانگین سطوح سرمی آیریزین، کاتالاز

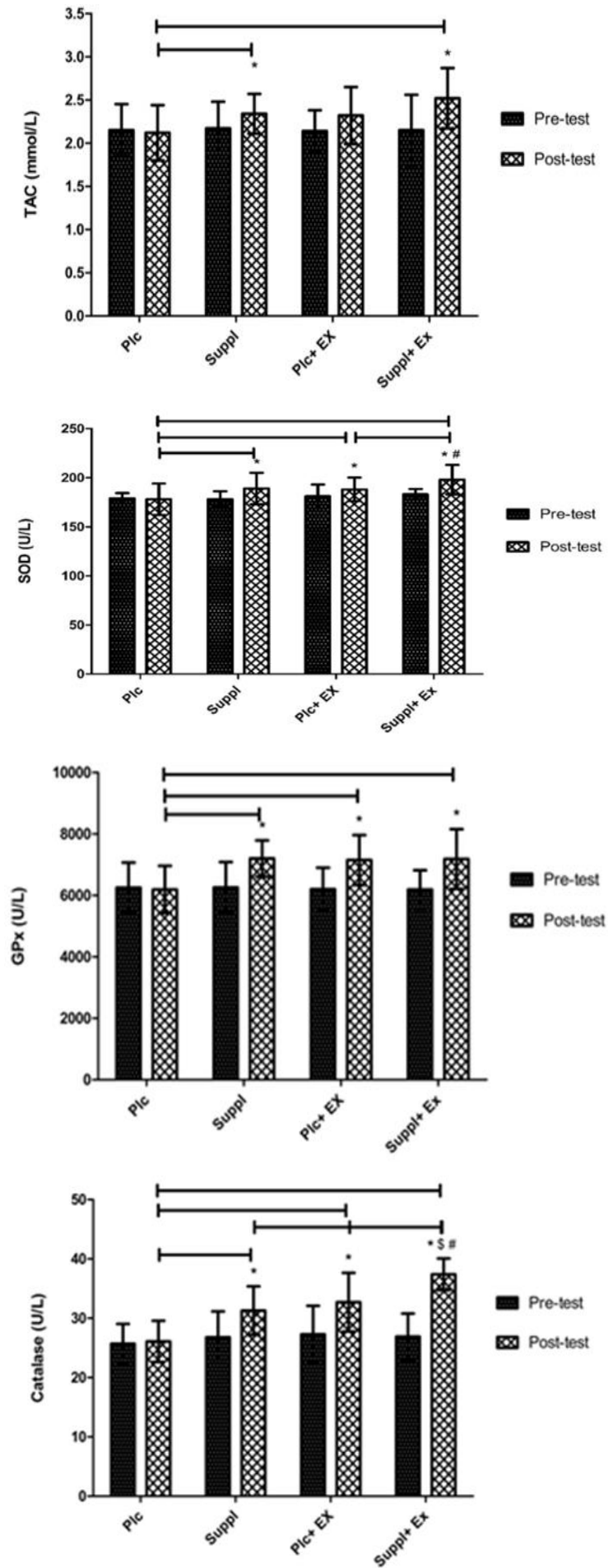
جدول-۳. مقایسه تجزیه و تحلیل آماری شاخص‌های مورد مطالعه در گروه‌های مداخله‌ای

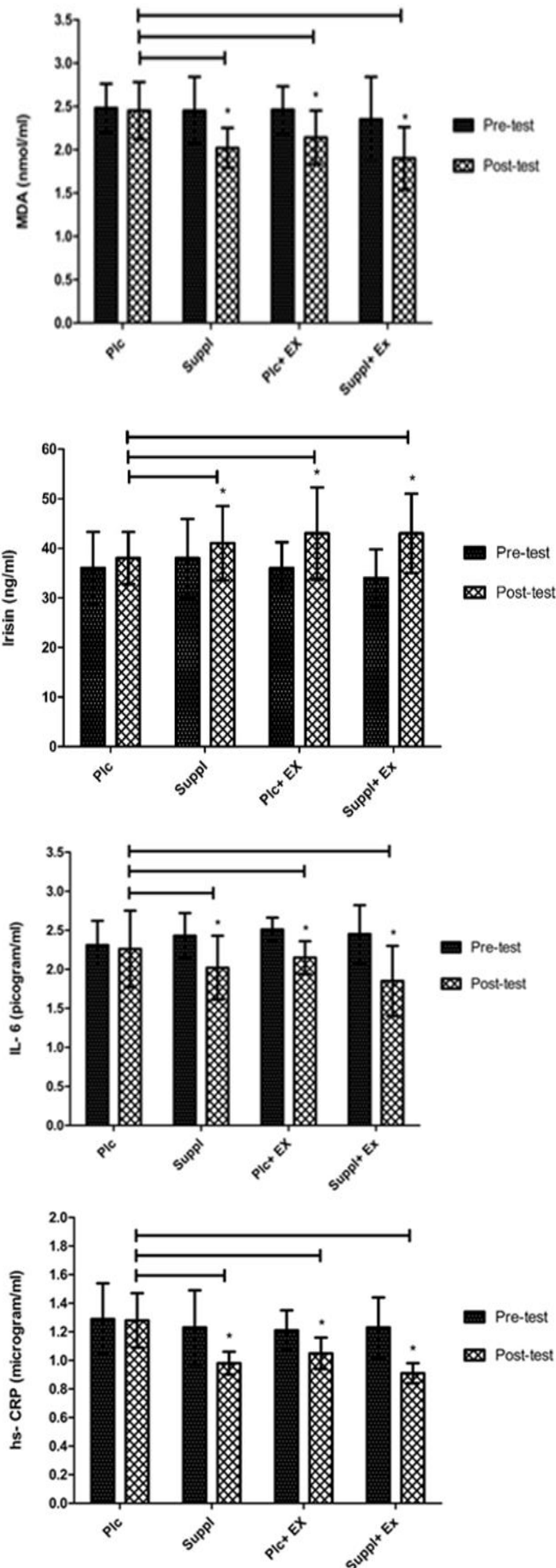
متغیرها	مرحله	گروه دارونما (Plc)	گروه مکمل (Suppl)	تمرین+دارونما (Plc+Ex)	تمرین+مکمل (Suppl+Ex)	P
آیریزین (ng/ml)	پیش آزمون	۳۶/۱۱±۷/۳۷	۳۸/۸±۷/۸۷	۳۵/۹±۵/۳۴	۳۴/۲±۵/۸۶	۰/۴۱۷ ^a
	پس آزمون	۳۷/۹±۵/۲۷	۴۱/۳±۷/۴۵	۴۲/۸±۹/۳	۴۳/۲±۸/۰۲	۰/۰۴۷ ^a
	P^b	۰/۲۵۷	۰/۰۳۶	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶ ^c
MAD (nmol/ml)	پیش آزمون	۲/۴۸±۰/۲۸	۲/۴۵±۰/۳۹	۲/۴۶±۰/۲۷	۲/۳۵±۰/۴۹	۰/۳۴۷ ^a
	پس آزمون	۲/۴۵±۰/۳۳	۲/۰۲±۰/۲۳	۲/۰۴±۰/۳۱	۱/۸۳±۰/۳۶	۰/۰۳۶ ^a
	P^b	۰/۵۲۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱ ^c
CAT (U/L)	پیش آزمون	۲۵/۷۳±۳/۳۳	۲۶/۸۲±۴/۳۶	۲۷/۳۱±۴/۸۱	۲۶/۹۱±۳/۸۹	۰/۵۱۷ ^a
	پس آزمون	۲۶/۱۱±۳/۴۸	۳۱/۳۲±۴/۰۶	۳۲/۶۸±۴/۹۱	۳۷/۳۹±۲/۷۵	۰/۰۲۱ ^a
	P^b	۰/۴۵۷	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱ ^c
SOD (U/L)	پیش آزمون	۱۷۹/۲±۵/۴	۱۷۸/۹±۷/۷	۱۸۱/۵±۱۲/۲	۱۸۲/۸±۵/۵	۰/۲۹۵ ^a
	پس آزمون	۱۷۸/۹±۱۶/۱	۱۸۹±۱۵/۸	۱۸۸/۶±۱۲	۱۹۸/۱±۱۵/۴	۰/۰۱۱ ^a
	P^b	۰/۵۱۲	۰/۰۲۹	۰/۰۲۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳ ^c
GPx (U/L)	پیش آزمون	۶۲۵۱±۸۲۰/۵	۶۲۵۸/۵±۸۳۰/۵	۶۲۰۳/۵±۷۰۰/۱	۶۱۸۹±۶۳۰/۲	۰/۰۴۴۳ ^a
	پس آزمون	۶۱۹۴±۷۷۰/۳	۷۲۰۰±۵۹۰/۶	۶۸۰۰±۸۱۰/۴	۷۱۸۶/۵±۹۷۰/۱	۰/۰۱۹ ^a
	P^b	۰/۳۳۹	۰/۰۲۱	۰/۰۲۴	۰/۰۱۸	۰/۰۰۹ ^c
TAC (mmol/l)	پیش آزمون	۲/۱۳±۰/۳	۲/۱۷±۰/۳۱	۲/۱۴±۰/۲۴	۲/۱۵±۰/۴۱	۰/۵۸۸ ^a
	پس آزمون	۲/۱۲±۰/۳۲	۲/۳۴±۰/۲۳	۲/۳۲±۰/۳۳	۲/۵۲±۰/۳۵	۰/۰۰۱ ^a
	P^b	۰/۴۴۵	۰/۰۴۷	۰/۵۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱ ^c
IL-6 (picogram/ml)	پیش آزمون	۲/۳۱±۰/۳۱	۲/۴۳±۰/۲۹	۲/۵۱±۰/۱۵	۲/۴۵±۰/۳۷	۰/۳۷۷ ^a
	پس آزمون	۲/۲۶±۰/۴۹	۲/۰۲±۰/۴۱	۲/۱۵±۰/۲۱	۱/۸۵±۰/۴۵	۰/۰۳۱ ^a
	P^b	۰/۳۹۷	۰/۰۳۱	۰/۰۳۸	۰/۰۲۶	۰/۰۰۳ ^c
hs-CRP (microgram/ml)	پیش آزمون	۱/۲۹±۰/۲۵	۱/۲۳±۰/۲۶	۱/۲۱±۰/۱۴	۱/۲۳±۰/۲۱	۰/۵۲۱ ^a
	پس آزمون	۱/۲۸±۰/۱۹	۰/۹۸±۰/۰۸	۱/۰۵±۰/۱۱	۰/۹۱±۰/۰۷	۰/۰۲۹ ^a
	P^b	۰/۳۲۹	۰/۰۱۱	۰/۰۱۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱ ^c

^a آزمون One way ANOVA، ^b آزمون Paired sample t-test، ^c آزمون ANCOVA با تعدیل برای مقادیر پایه مقادیر به صورت انحراف معیار ± میانگین گزارش شده‌اند. $P < 0.05$ معنی داری در نظر گرفته شده است.

(نمودار ۱). میانگین سطوح سرمی آیریزین، ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) و سوپرااکسیددیسموتاز (SOD) هم در هر سه گروه مورد مداخله و سطح سرمی ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC) تنها در گروه مکمل و مکمل+تمرین در مقایسه با پس آزمون گروه دارونما افزایش معنی داری داشت ($P < 0.05$) (نمودار ۱). همچنین افزایش معنی دار سوپرااکسیددیسموتاز (SOD) در گروه مکمل+تمرین نسبت به گروه تمرین و افزایش معنی دار ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC) در گروه مکمل+تمرین در مقایسه با گروه مکمل و نیز گروه تمرین مشاهده گردید؛ اما در مقایسه دو تایی سایر گروه‌ها نسبت به هم هیچ تفاوت معنی داری در شاخص‌های مورد مطالعه مشاهده نشد ($P > 0.05$).

نتایج تحلیل واریانس یک‌راهه هم نشان داد که در پس آزمون میزان سطح سرمی تمامی شاخص‌های مورد مطالعه در بین تمامی گروه‌های مورد مطالعه دارای تفاوت معنی داری می‌باشند ($P < 0.05$) (جدول ۳). همچنین بر اساس نتایج آزمون ANCOVA که با تعدیل اثر مقادیر پایه صورت گرفت، اختلاف معناداری در سطوح سرمی همه شاخص‌ها در بین گروه‌های مورد مطالعه، گزارش گردید ($P < 0.05$). همچنین، نتایج حاصل از آنالیز بونفرونی تعقیبی که با تعدیل مقادیر صورت گرفت، نشان داد میانگین سطوح سرمی مالون دی آلدئید (MDA)، پروتئین واکنشی سی (hs-CRP) و اینترلوکین-۶ (IL-6) در گروه‌های تمرین، مکمل و مکمل + تمرین در مقایسه با پس آزمون گروه دارونما کاهش معنی داری داشت ($P < 0.05$)





نمودار-۱. نتایج آزمون بونفرونی تعقیبی شاخص‌های مورد مطالعه. Plc (گروه دارونما)، Suppl (گروه مکمل جینکوبیلوبا)، Ex (گروه تمرین). (*) معنی‌داری نسبت به پس‌آزمون گروه دارونما ($P \leq 0.05$). (#) معنی‌داری نسبت به پس‌آزمون گروه تمرین ($P \leq 0.05$). (♠) معنی‌داری نسبت به پس‌آزمون گروه مکمل ($P \leq 0.05$).

بحث

کمتر از گروه دارونما بود.

اخیراً نیز مشخص شده است که چاقی با التهاب سیستمیک مزمن درجه پایین در بافت چربی همراه است. این وضعیت تحت تأثیر فعال شدن سیستم ایمنی ذاتی در بافت چربی است که باعث ارتقاء وضعیت التهابی و استرس اکسیداتیو (OS) می‌شود و باعث ایجاد یک پاسخ سیستمیک فاز حاد می‌شود (۱۶). بنابراین در وضعیت‌های پاتولوژیکی مانند چاقی تعادل بین اکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها از بین می‌رود وضعیتی به نام فشار اکسایشی پیش می‌آید که در نهایت موجب منجر به بیماری‌های متعددی از جمله سندرم متابولیک، دیابت شیرین، بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های کبد چرب و سرطان می‌شود (۱۶). تمرین هوازی با شدت متوسط اغلب برای بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش عوامل التهابی بدن و همچنین کاهش بیماری‌های مزمن استفاده می‌شود. در عین حال، مطالعات بیشتر نشان می‌دهند که ورزش تناوبی با شدت بالا (HIIT) ممکن است در ارتقای تناسب اندام و سلامت موثرتر از تمرینات مداوم سنتی باشد (۱۷). در این رابطه همسو با یافته‌های تحقیق حاضر در مورد اثرات تمرین HIIT بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و نشانگرهای التهابی، در مطالعه‌ای دلفان و همکاران (۱۳۹۸)، به بررسی هشت هفته تمرین تناوبی شدید با تمرین تداومی هوازی بر بیان ژن‌های IL-6 و CRP در بافت چربی رت‌های دیابتی القا شده با غذای پرچرب و حاوی فروکتوز پرداختند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که IL-6 و CRP در گروه‌های HIIT نسبت به گروه کنترل به شکل معنی‌داری کاهش یافتند. این محققان در پایان اظهار داشتند که تمرینات تناوبی شدید (HIIT) در مقایسه با تمرین تداومی در کاهش التهاب بافت چربی موثرتر هستند (۱۸). شواهد موجود نشان می‌دهند که بخشی از کاهش مشاهده شده در بیان CRP به دنبال تمرین HIIT ممکن است به دلیل تنظیم کاهشی در بیان IL-6 باشد. به طوری که محققان اظهار کرده‌اند که برخی از نشانگرهای التهابی مانند IL-6 و TNF- α به رهاش CRP از کبد و بنابراین افزایش سطوح پلاسمایی CRP منجر می‌شوند (۱۹). در ارتباط با کاهش بیشتر بیان CRP در گروه تمرین HIIT نتایج مطالعات حاکی از اثرگذاری بیشتر تمرینات تناوبی با شدت بالا در کاهش سطوح CRP می‌باشد و همچنین مدت زمان تمرین می‌تواند نقش مهمی در کاهش آن ایفا کند (۲۰). در مطالعه مشابه دیگری فخری و همکاران (۲۰۲۰)، نشان دادند که ۶ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) و مصرف مکمل کورکومین موجب افزایش بیان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی CAT، SOD و GPx و همچنین افزایش MDA در دختران جوان دارای اضافه وزن شد. این محققان در پایان اظهار کردند که مصرف مکمل‌های گیاهی آنتی‌اکسیدانی همراه با ورزش HIIT ممکن است اثرات مفیدی در تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی در افراد دارای اضافه وزن داشته باشد (۲۱). در مورد افزایش MDA در مطالعه فخری و همکاران

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) و مکمل‌یاری با جینکوبیلوبا بر تغییرات آیریزین پلازما و برخی شاخص‌های التهابی و استرس اکسایشی مردان بیش‌وزن به دنبال یک فعالیت وامانده‌ساز بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مکمل‌یاری با جینکوبیلوبا منجر به افزایش معنی‌دار مقادیر در گردش آیریزین، سوپراکسیددیسموتاز، گلوکاتیون پراکسیداز، کاتالاز و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی و همچنین کاهش اینترلوکین-۶، پروتئین واکنشی C و مالون‌دی‌آلدئید در مردان بیش‌وزن می‌شود. آیریزین، به‌عنوان یک گلیکوپروتئین است. این شاخص آثار سودمند گوناگونی بر بدن دارد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان افزایش قهوه‌ای شدن بافت چربی سفید، افزایش متابولیسم بدن و جلوگیری از مشکلات قلبی (تصلب شریانی و سکنه قلبی) اشاره کرد. بنابراین، افزایش مقادیر گردش آیریزین حاصل از مکمل‌یاری را در افراد اضافه‌وزن/چاق می‌توان مثبت قلمداد کرد. چرا که پیش از این نیز گزارش شده است که مقادیر این پروتئین در افراد چاق، دیابتی و سندرم متابولیک کمتر از افراد سالم است (۱۳). علاوه بر این، یافته‌های ما نشان داد که تمرین HIIT نیز منجر به افزایش معنی‌دار مقادیر این پروتئین می‌شود. همچنین، ترکیب تمرین HIIT و مکمل‌یاری با جینکوبیلوبا نیز به میزان بارزی مقادیر این پروتئین در گردش را افزایش داد. در این راستا، می‌توان چنین ابراز کرد که احتمالاً یکی از سازوکارهای اصلی افزایش مقادیر آیریزین در گروه‌های مورد مطالعه افزایش میزان متابولیسم بدن و بهبود اختلالات متابولیکی باشد (۱۴). همسو با یافته‌های پژوهش حاضر برهانی و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که تمرین HIIT منجر به افزایش معنی‌دار مقادیر آیریزین می‌شود (۱۴). ناهمسو با یافته این بخش از پژوهش حاضر، اسلامی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کرده‌اند که تمرین ورزشی اثر بارزی بر مقادیر این پروتئین ندارد (۱۵). یکی از عمده دلایل ناهمسوایی را می‌توان تفاوت در نوع مداخله تمرین ورزشی دانست. چرا که اسلامی و همکاران (۲۰۱۹) از تمرین استقامتی و قدرتی به عنوان مداخله ورزشی استفاده کرده بود. همچنین کیم و همکاران (۲۰۱۶) نیز از تمرین هوازی با شدت متوسط استفاده کرده بود. با وجود این، در پژوهش حاضر ما برای نخستین بار نشان دادیم که مکمل جینکوبیلوبا به تنهایی و ترکیب تمرین HIIT و مکمل جینکوبیلوبا منجر به افزایش بارزتری در مقادیر آیریزین می‌شود که در واقع نشان‌دهنده اثر هم‌افزایی این دو مداخله است.

از دیگر نتایج تحقیق حاضر افزایش SOD، GPx، CAT، در گروه تمرین، گروه مکمل و گروه تمرین+مکمل نسبت به گروه دارونما بود. همچنین میزان سطح سرمی TAC در گروه مکمل و گروه تمرین+مکمل بیشتر از گروه دارونما بود. این در حالی بود که مقادیر سرمی MDA به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی، CRP و IL-6 در گروه تمرین، گروه مکمل و گروه تمرین + مکمل

جینکوبیلوبا به عنوان یکی از گیاهان دارویی و پرمصرف سنتی دارای اثرات فارماکولوژیک فراوانی است که اخیراً تحقیقات زیادی در رابطه با اثرات درمانی و موثر آن انجام شده است و نشان داده شده است که این مکمل گیاهی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، آنتی‌آپوپتوز و یک تثبیت‌کننده غشاء بوده که باعث از بین رفتن رادیکال‌های آزاد و کاهش التهاب می‌شود (۱۰). به طوری که در مطالعه‌ای همسو با یافته‌های تحقیق حاضر Hirata و همکاران (۲۰۱۹)، نشان دادند که مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن مکمل جینکوبیلوبا به مدت ۱۴ روز در موش‌های چاق تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب موجب افزایش فعالیت کاتالاز، گلوکاتایون پراکسیداز و کاهش سطوح مالون‌دی‌آلدیید (شاخص پراکسیداسیون لیپیدی) گردید. این محققان در پایان اظهار کردند که مکمل جینکوبیلوبا به عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدانی عمل می‌کند و پروفایل پروتئوم و پاسخ استرس اکسیداتیو را در بافت چربی موش‌های چاق ناشی از رژیم غذایی بهبود می‌بخشد (۲۵). همچنین موسوی و همکاران (۲۰۲۲)، در مطالعه‌ای مروری سیستماتیک و متاآنالیز از مقالات مختلف که به بررسی اثرات مفید عصاره برگ جینکوبیلوبا بر نشانگرهای التهابی پرداخته بودند، گزارش کردند که یافته‌های این مطالعات نشان می‌دهند که عصاره برگ جینکوبیلوبا موجب کاهش سطوح عوامل پیش‌التهابی از جمله TNF- α ، IL-6 و CRP می‌شود. این متاآنالیز نشان داد که عصاره برگ جینکوبیلوبا می‌تواند نشانگرهای التهابی سرم را کاهش دهد. بنابراین، این گیاه دارویی ممکن است یک استراتژی ممکن و مفید برای کنترل التهاب باشد (۲۶)؛ که نتایج مطالعه حاضر در زمینه کاهش IL-6 و CRP به عنوان نشانگرهای التهابی در مردان دارای اضافه وزن، همسو با مطالعه موسوی و همکاران می‌باشد. در مطالعه مشابه دیگری Sadowska و همکاران (۲۰۱۷)، که به بررسی اثرات شش هفته مکمل جینکوبیلوبا بر عملکرد هوایی، تعادل پرو/آنتی‌اکسیدانی خون و فاکتور نورو تروفیک مشتق از مغز سرم در مردان فعال پرداختند، نشان دادند که ۶ هفته مصرف مکمل جینکو بیلوبا به صورت ۱۶۰ میلی‌گرم در روز موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی GPx و SOD و همچنین کاهش MDA به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی شد (۲۷). در این مطالعه بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و نشانگرهای التهابی مردان دارای اضافه وزن را می‌توان به مصرف مکمل جینکو بیلوبا و ترکیبات فلاونوئیدی موثر این گیاه نسبت داد. به طوری که در این گیاه ترکیبات فلاونوئیدی، بیوفلاونوئیدها و ترپنوئیدهای فراوانی وجود دارد. ترکیبات فلاونوئیدی این گیاه به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ضد سرطانی خود شناخته شده‌اند بنابراین آن‌ها با توجه به این خواصی که دارند می‌توانند عملکرد سلولی را تغییر دهند (۱۰). کوئرتستین که به عنوان یکی از ترکیبات فلاونوئیدی اصلی گیاه جینکو بیلوبا شناخته می‌شود می‌تواند تعادل بین آنتی‌اکسیدان‌ها و اکسیدان‌ها را برای سرکوب استرس اکسیداتیو تنظیم

و ناهمسویی با نتایج مطالعه حاضر، می‌توان به عواملی مانند نوع آزمودنی‌ها، طول دوره تمرینی، خون اندازه‌گیری شده (پلازما یا سرم) و همچنین میزان سازگاری آزمودنی‌ها با فعالیت ورزشی اشاره کرد. به طوری که در تحقیق حاضر مقدار MDA کاهش یافت و این بدان معنی است که اگر طول دوره تمرینی یا مداخله در مطالعه فخری و همکاران افزایش می‌یافت احتمالاً به سازگاری مطلوبی منتهی می‌شد. از سوی دیگر مطالعات نشان داده‌اند که شدت و مدت تمرین و همچنین نوع آزمودنی‌ها متغیرهای مهمی هستند که تعیین‌کننده میزان اثرگذاری فعالیت بدنی بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو می‌باشند به طوری که در یک جلسه تمرینی با شدت کم بدن با چالشی جدی مواجه نمی‌گردد تا پاسخ آنتی‌اکسیدانی ویژه‌ای را داشته باشد. اما در این تحقیق به نظر می‌رسد بالا بودن شدت تمرین و همچنین هشت هفته تمرین HIIT توانسته است سازگاری لازم و کافی را در دستگاه ضداکسایشی بدن آزمودنی‌های گروه تمرینی به وجود آورده باشد (۲۲) به طوری که افزایش معنی‌دار SOD، GPx و CAT در گروه‌های تمرینی نسبت به گروه کنترل نشان از این است که شدت و مدت تمرین بر دستگاه ضد اکسایشی آزمودنی‌ها تاثیر مثبتی گذاشته است و همچنین توانسته است شاخص استرس اکسیداتیو یا MDA را به شکل معنی‌داری کاهش دهد. از سوی دیگر نشان داده شده است که رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن در تمرینات شدید تنها ایجاد آسیب نمی‌کنند، بلکه می‌توانند نقش سیگنالینگ سلولی و تحریک آنزیماتیک را بر عهده بگیرند به طوری که تمرینات HIIT می‌توانند از طریق مسیرهای وابسته به فسفات و کلسیم و همچنین فعالیت آنزیم‌های کیناز وابسته به AMPK و کالمودلین، موجب افزایش بیان SIRT1 شوند و متعاقب آن، SIRT1 می‌تواند با فعال کردن مسیر FOXO3 و AMPK موجب افزایش بیان ژن آنزیم‌های ضداکسایشی مانند CAT و GPx و کاهش فشار اکسایشی ناشی از ورزش شدید شوند (۲۳). بنابراین این تمرینات می‌توانند از بیماری‌های استرس اکسایشی مرتبط با چاقی و اضافه وزن، نظیر بیماری‌های قلبی عروقی و دیابت و غیره جلوگیری کنند. همچنین، علی‌رغم اثرات مفید تمرینات HIIT بر کاهش استرس اکسیداتیو و عوامل التهابی، نتایج برخی مطالعات ناهمسو با یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد. از جمله در مطالعه‌ای جوادی کیا و همکاران (۱۴۰۱)، نشان دادند که هشت هفته تمرینات تناوبی شدید در رت‌های نر چاق مبتلا به کبد چرب غیرالکلی تاثیر معناداری بر تغییرات سطوح MDA و TAC نداشتند (۲۴). به نظر می‌رسد اختلافات موجود در نتایج این مطالعات با نتایج تحقیق ما، مربوط به تفاوت در تفاوت‌های تکنیکی در روش اندازه‌گیری فاکتورها، میزان مصرف اکسیژن با توجه به شدت، مدت، نوع ورزش و همچنین پتانسیل آنتی‌اکسیدانی فرد باشد. به‌علاوه سن و جنس افراد از دیگر عوامل تناقض در نتایج مطالعات انجام شده در مقایسه با مطالعه حاضر می‌تواند باشند.

ورزش HIIT استفاده شد. بر این اساس با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر این احتمال می‌رود که مکمل‌یاری جینکوبیوبا بتواند از استرس اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی به‌ویژه فعالیت ورزشی HIIT بکاهد. بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود که مربیان و ورزشکاران به منظور جلوگیری از آسیب‌های ناشی از فشار اکسایشی قبل از مسابقات سنگین و یا فعالیت‌های طولانی مدت شدید از مکمل‌سازی جینکوبیوبا استفاده نمایند. با این حال، مکانیسم‌های سلولی و مولکولی زیربنایی دقیق نقش این مکمل در کاهش آسیب‌ها و فشار اکسایشی به طور کامل مشخص نشده است و بهتر است با توجه به اینکه مطالعات در این زمینه هم محدود می‌باشد با احتیاط در استفاده از این مکمل اقدام شود.

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه نتایج این مطالعه نشان داد که هر دو مداخله تمرین HIIT و مکمل جینکوبیوبا ممکن است به واسطه اثرات آنتی‌اکسیدانی خود موجب بهبود عملکرد سلولی و کاهش فشار اکسایشی در افراد دارای اضافه وزن یا چاق شوند و ترکیب این دو شیوه درمانی با اثرات هم‌افزایی همراه می‌باشد؛ که می‌تواند نقش مهمی در کاهش بروز مرگ سلولی، التهاب و اختلالات دیگر در افراد دارای اضافه وزن یا چاق داشته باشد. البته برای تایید این امر به انجام دادن پژوهش‌های بیشتری در این زمینه نیاز است.

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- از آنجائی که تمرینات تناوبی با شدت بالا نسبت به سایر تمرینات سنتی از نظر زمانی مقرون به صرفه بوده و اثرات مثبتی در شرایط التهابی داشته و از طرفی مکمل‌یاری با جینکوبیوبا منجر به کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی در افراد دارای اضافه وزن دارد؛ توصیه می‌شود با هم‌افزایی این دو مداخله یعنی تمرینات تناوبی با شدت بالا و مکمل‌یاری جینکوبیوبا در جهت حفظ و حتی افزایش عملکرد و نیز بهبود سیستم دفاعی بدن در برابر التهاب و استرس اکسایشی در طی عملیات و تمرینات نظامی نیروهای مسلح بهره‌مند شد.

تشکر و قدردانی: پژوهش حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته فیزیولوژی ورزشی پردیس دانشگاه ارومیه است. بدین وسیله، از تمامی مشارکت‌کنندگان در این مطالعه، گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه ارومیه و گروه علوم پایه دانشگاه علوم پزشکی تبریز به جهت تمام کمک‌هایی که داشته‌اند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

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

کند به طوری که نشان داده شده است؛ کوئرستین به عنوان یکی از اصلی‌ترین ترکیبات فلاونوئیدی این گیاه می‌تواند موجب افزایش سطوح SOD، CAT و GPX و همچنین کاهش سطح MDA گردد، که نشان می‌دهد کوئرستین سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی را تقویت می‌کند که در مطالعه حاضر به همین صورت بود. کوئرستین با کاهش تولید سیکلواکسیژناز (COX) و لیبواکسیژناز (LOX) و همچنین مسود کردن مسیر سیگنالینگ NF- κ B و مهار فسفوریلاسیون پروتئین کینازهای فعال شده با استرس (JNK/SAPK) و p38 MAPK که مسئول اثر مهاری رشد سلولی هستند موجب کاهش بیان ژن‌های التهابی از جمله IL-6، CRP و TNF- α می‌شود (۲۸). به‌علاوه میریستین و کامفرول به عنوان دیگر ترکیبات فلاونوئیدی اصلی گیاه جینکوبیوبا، موجب ایجاد قدرت آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی بالایی می‌گردند و توانایی از بین بردن رادیکال‌های آزاد را به صورت چشمگیری افزایش می‌دهند. به طوری که در مطالعه‌ای که Olszowy و همکاران (۲۰۲۳)، به بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی میریستین و کامفرول پرداختند نشان دادند که این دو فلاونوئید که به فراوانی در طبیعت در همه جا وجود دارند و توسط بدن انسان قابل جذب هستند دارای فعالیت و قدرت آنتی‌اکسیدانی بالایی در پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد می‌باشند (۲۹). همچنین گزارش شده است که میریستین با مهار چندین سیتوکین و واسطه‌های مسئول کموتاکسی فرآیند التهاب مانند TNF- α ، اینترلوکین‌های ۱، ۶، ۸ و ۱۰، نیتریک اکسید (NO) و PGF2 به عنوان یک عامل ضدالتهابی شناخته می‌شود و از طریق مکانیسم‌های مختلفی از جمله افزایش mRNA و بیان ژن‌های مرتبط با مسیر Nrf2/Keap1، مهار گیرنده شبه‌تول ۴ (TLR4) و کاهش قابلیت اتصال NF- κ B به DNA و نسخه‌برداری از ژن‌های درگیر در استرس اکسیداتیو و التهاب مانند IL-1 β ، IL-6، IL-12 و TNF- α و CRP انجام می‌دهد (۳۰).

با این وجود، از نقاط قوت این مطالعه تمرکز آن بر اثرات ترکیبی ورزش و مکمل جینکوبیوبا بود. به طوری که در یافته‌های این مطالعه نشان داده شد که اثر تعاملی تمرین و مکمل موجب اثرات هم‌افزایی در کاهش عوامل التهابی، و افزایش آیریزین و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی شد. بر خلاف نتایج این مطالعه نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهند که انجام فعالیت ورزشی شدید به دلیل بالا بردن میزان متابولیسم بدن، می‌تواند موجب تولید رادیکال‌های آزاد بیشتری در فرد گردد. اما از آنجایی که آسیب اکسایشی در ابتدا و به طور عمده در غشا میتوکندریایی و در دیگر غشاهای سلولی رخ می‌دهد، بنابراین به نظر می‌رسد مکمل‌یاری با خواص ضد اکسایشی، بتواند تا حدودی از آسیب سلولی ناشی از فشار اکسایشی این نوع استرس جلوگیری کند (۳۰). در همین راستا در مطالعه حاضر از مکمل جینکوبیوبا به عنوان یک مکمل ضد اکسایشی و ضد التهابی برای تقویت اثرات دفاع آنتی‌اکسیدانی در کنار ورزش و همچنین کاهش فشار اکسایشی و جلوگیری از آسیب‌های ناشی از

منابع

- Gonzalez Ramirez G, Bolaños Muñoz L. Relationship of sedentary lifestyle with obesity and comorbidities. In *Physical Activity and Bariatric Surgery*. Cham: Springer International Publishing. 2023. pp. 3-16. doi:10.1007/978-3-031-26614-0_1
- Vincent HK, Taylor AG. Biomarkers and potential mechanisms of obesity-induced oxidant stress in humans. *International Journal of Obesity*. 2006;30(3):400-18. doi:10.1038/sj.ijo.0803177
- Bautmans I, Salimans L, Njemini R, Beyer I, Lieten S, Liberman K. The effects of exercise interventions on the inflammatory profile of older adults: A systematic review of the recent literature. *Experimental Gerontology*. 2021;146:111236. doi:10.1016/j.exger.2021.111236
- Rugbeer N, Constantinou D, Torres G. Comparison of high-intensity training versus moderate-intensity continuous training on cardiorespiratory fitness and body fat percentage in persons with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Physical Activity and Health*. 2021;18(5):610-23. doi:10.1123/jpah.2020-0335
- Groussard C, Maillard F, Vazeille E, Barnich N, Sirvent P, Otero YF, et al. Tissue-specific oxidative stress modulation by exercise: A comparison between MICT and HIIT in an obese rat model. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2019;2019:1965364. doi:10.1155/2019/1965364
- Inoue K, Fujie S, Kurose S, Miyauchi T, Sanada K, Kimura Y, et al. Relationships between circulating irisin levels, cardiorespiratory fitness, and cardiometabolic risk: a cross-sectional study in Japanese adults. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2023;325(6):H1318-24. doi:10.1152/ajpheart.00573.2023
- Yang L, Gao Y, Bajpai VK, El-Kammar HA, Simal-Gandara J, Cao H, et al. Advance toward isolation, extraction, metabolism and health benefits of kaempferol, a major dietary flavonoid with future perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023;63(16):2773-89. doi:10.1080/10408398.2021.1980762
- Ullah A, Lim SI. Plant extract-based synthesis of metallic nanomaterials, their applications, and safety concerns. *Biotechnology and Bioengineering*. 2022;119(9):2273-304. doi:10.1002/bit.28148
- de Souza GA, de Marqui SV, Matias JN, Guiguer EL, Barbalho SM. Effects of Ginkgo biloba on diseases related to oxidative stress. *Planta Medica*. 2020;86(06):376-86. doi:10.25122/2Fjml-2021-0262
- Heyward VH. Advanced fitness assessment and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1992;24(2):278.
- Gardner CD, Taylor-Piliae RE, Kiazand A, Nicholus J, Rigby AJ, Farquhar JW. Effect of Ginkgo biloba (EGb 761) on treadmill walking time among adults with peripheral artery disease: a randomized clinical trial. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2008;28(4):258-65. doi:10.1097/01.hcr.0000327184.51992.b8
- Mohammadi B, Tofghi A. The effect of 8 weeks high intensity interval training on plasma irisin and subcutaneous adipose tissue UCP-1 in male obese rats. *International Congress on Physical Education and Sport Sciences*; 2016. Available from: <https://sid.ir/paper/918251/en>
- Fukushima Y, Kurose S, Shinno H, Cao Thi Thu H, Tamanoi A, Tsutsumi H, et al. Relationships between serum irisin levels and metabolic parameters in Japanese patients with obesity. *Obesity Science & Practice*. 2016;2(2):203-9. doi:10.1002/osp4.43
- Borhani Kakhki Z, Naibifar S, Nakhaei H, Ghasemi E. The effect of eight weeks of high-intensity interval training vs. continuous training on serum Irisin levels and expression of skeletal muscle PGC-1 α gene in male rats with metabolic syndrome. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2022;15(2):95-103. doi:10.52547/joeppa.15.2.95
- Eslami R. Effects of concurrent training on chemerin, irisin, insulin resistance and lipid profile in children girls with overweight. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2019;7(14):117-27. doi:10.22077/jpsbs.2017.758.1259
- Banaeifar A, Shahkandi H, Behbodi Tabrizi L. Protective effect of curcumin supplementation and 8 weeks of endurance training on the antioxidant index of the liver of rats. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2017;11(4):39-46.
- Gibala MJ. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Current Sports Medicine Reports*. 2007;6(4):211-3. doi:10.1097/01.CSMR.0000306472.95337.e9
- Delfan M, Asl SG. Comparison of eight weeks of high intensity interval training vs. continuous training on the genes expression of IL-6 and CRP in adipose tissue of diabetic rats induced by high-fat foods and fructose. *Research in Medicine: Journal of Research in Medical Sciences*. 2020;44(4).
- Park HS, Park JY, Yu R. Relationship of obesity and visceral adiposity with serum concentrations of CRP, TNF- α and IL-6. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2005;69(1):29-35. doi:10.1016/j.diabres.2004.11.007
- Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2010;20(8):608-17. doi:10.1016/j.numecd.2009.04.015
- Fakhri S, Shakeryan S, Alizadeh A, Shahryari A. Effect of 6 weeks of high intensity interval training with nano curcumin supplement on antioxidant defense and lipid peroxidation in overweight girls-clinical trial. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2020;11(3):173-180. doi:10.18502/ijdo.v11i3.2606

22. Peterson J, Dwyer J, Adlercreutz H, Scalbert A, Jacques P, McCullough ML. Dietary lignans: physiology and potential for cardiovascular disease risk reduction. *Nutrition Reviews*. 2010;68(10):571-603. doi:10.1111/j.1753-4887.2010.00319.x
23. Ghasemi E, Afzalpour ME, Nayebifar S. Combined high-intensity interval training and green tea supplementation enhance metabolic and antioxidant status in response to acute exercise in overweight women. *The Journal of Physiological Sciences*. 2020;70(1):31. doi:10.1186/s12576-020-00756-z
24. Javadikia M, Khajei R. The effect of 8 weeks high-intensity interval training and portulaca oleracea supplement on serum level of TAC, MDA, CRP, TNF- α in rats with non-alcoholic fatty liver disease. *Complementary Medicine Journal*. 2023; 12(4):13-21. doi:10.61186/cmja.12.4.13
25. Hirata BK, Pedroso AP, Machado MM, Neto NI, Perestrelo BO, De Sá RD, et al. Ginkgo biloba extract modulates the retroperitoneal fat depot proteome and reduces oxidative stress in diet-induced obese rats. *Frontiers in Pharmacology*. 2019;10:686. doi:10.3389/fphar.2019.00686
26. Mousavi SN, Hosseinikia M, Yousefi Rad E, Saboori S. Beneficial effects of Ginkgo biloba leaf extract on inflammatory markers: A systematic review and meta-analysis of the clinical trials. *Phytotherapy Research*. 2022;36(9):3459-69. doi:10.1002/ptr.7544
27. Das R, Lami MS, Chakraborty AJ, Mitra S, Tallei TE, Idroes R, et al. *Ginkgo biloba*: A treasure of functional phytochemicals with multimedicinal applications. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 2022;2022:8288818. doi:10.1155/2022/8288818
28. Li M, Li B, Hou Y, Tian Y, Chen L, Liu S, et al. Anti-inflammatory effects of chemical components from Ginkgo biloba L. male flowers on lipopolysaccharide-stimulated RAW264. 7 macrophages. *Phytotherapy Research*. 2019;33(4): 989-97. doi:10.1002/ptr.6292
29. Olszowy-Tomczyk M, Wianowska D. Antioxidant Properties of Selected Flavonoids in Binary Mixtures—Considerations on Myricetin, Kaempferol and Quercetin. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023;24(12):10070. doi:10.3390/ijms241210070
30. Alam W, Khan H, Shah MA, Cauli O, Saso L. Kaempferol as a dietary anti-inflammatory agent: current therapeutic standing. *Molecules*. 2020;25(18):4073. doi:10.3390/molecules25184073