

تاثیر دوازده هفته تمرین عملکردی با شدت بالا و مصرف جینکوبیلوبا بر سطوح سرمی برخی سیتوکین‌های التهابی در آتشنشانان مرد عملیاتی شهر یزد

حمید صداقت^۱، فرزانه تقیان^{۲*}، خسرو جلالی دهکردی^۳، حسن نقی‌زاده^۴

چکیده

مقدمه: تمرینات عملکردی و مصرف گیاه دارویی جینکوبیلوبا، منبع طبیعی فلاونوئیدها و ترکیبات پلی فنلی، اثرات سودمندی در بهبود وضعیت التهابی و عملکرد جسمانی افراد در معرض استرس شغلی دارند. لذا هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین عملکردی با شدت بالا و مصرف عصاره جینکوبیلوبا بر سطوح سرمی اینترلوکین-۸ و اینترلوکین-β۱ در آتشنشانان مرد عملیاتی شهر یزد بود.

روش بررسی: بدین منظور ۴۸ آتشنشانان مرد به طور تصادفی در چهار گروه شامل تمرین عملکردی با شدت بالا (HIFT)، تمرین عملکردی با شدت بالا همراه با مصرف جینکوبیلوبا، مصرف عصاره جینکوبیلوبا و کنترل-دارونما قرار گرفتند. تمرین به مدت ۱۲ هفته و هفته‌ای ۴ جلسه اجرا شد. عصاره جینکوبیلوبا (۸۰ میلی گرم) به صورت دو کپسول و یک بار در روز بعد از صبحانه به مدت ۱۲ هفته تجویز شد. نمونه‌های خونی قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین گرفته شدند. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس دوره‌ای با نرم افزار SPSS-۲۶ تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: نتایج نشان داد که اثر متقابل تمرین و عصاره جینکوبیلوبا و همچنین اثر تمرین و عصاره جینکوبیلوبا هر کدام به تنهایی باعث کاهش معنی‌دار سطوح سرمی اینترلوکین-۸ و اینترلوکین-β۱ شد ($p < 0.05$). بیشترین درصد تغییرات ایجاد شده در اینترلوکین-۸ و اینترلوکین-β۱ به دنبال مداخله تمرین همراه با مصرف عصاره جینکوبیلوبا حاصل شد.

نتیجه‌گیری: انجام تمرینات عملکردی با شدت بالا همراه با مصرف عصاره جینکوبیلوبا، بیشترین تأثیر را در کاهش سطوح سرمی شاخص‌های التهابی و بهبود شرایط استرس اکسیداتیو در آتشنشانان داشت.

واژه‌های کلیدی: تمرین عملکردی، جینکوبیلوبا، سیتوکین، آتشنشانان عملیاتی

* دانشجوی دکتری گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
^۲ دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
^۳ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
^۴ استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

* (نویسنده مسئول): تلفن تماس: ۰۹۱۳۳۰۸۰۲۴۱، پست الکترونیک: ft.taghian@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۴

مقدمه

حرفه آتش‌نشانی یکی از پرمخاطره‌ترین مشاغل به حساب می‌آید. استرس شغلی به عنوان عامل تاثیرگذار در افزایش خطر مشکلات روانی و جسمانی در محیط کار شناخته شده است. وظیفه آتش‌نشانان به گونه‌ای است که باید خود را در موقعیت‌های سخت قرار دهند تا برای امداد و نجات دیگران اقدام کنند. ترکیبی از مطالبات جسمی شدید و خطرات شغلی فراوان، آتش‌نشانان را در معرض آسیب‌ها و جراحات‌های بی‌شمار قرار می‌دهد (۱). احتمال بروز آسیب در آتش‌نشانان بیشتر از احتمال آسیب‌دیدگی در کارگران بخش خصوصی است. قرار گرفتن مزمن در معرض عوامل استرس‌زا روانی و جسمی می‌تواند منجر به خستگی، فرسودگی شغلی و انواع بیماری‌های مزمن در یک نیروی کار شود. آتش‌نشانان از جمله افرادی هستند که در جامعه امروز علاوه بر تحمل فشارهای اقتصادی-اجتماعی مجبور به رویارویی با مسائلی هستند که هر روز روح و جسم آن‌ها را تحلیل برده و بیماری‌های متعددی را گریبانگیر آن‌ها می‌کند. در این زمینه پژوهشگران تمرکز ویژه‌ای بر سطح سلامتی آتش‌نشانان در سطح بین‌المللی انجام داده‌اند و عواملی که سلامت روانی و جسمانی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد مورد بررسی قرار داده‌اند. استرس شغلی حاکم در محیط کاری آتش‌نشانان یکی از عوامل اصلی اثرگذار بر وضعیت سلامتی قلمداد می‌گردد که زمینه بروز مشکلات اسکلتی-عضلانی و بیماری‌های متعدد و مختلف به ویژه بیماری‌های ناشی از التهاب سیستمیک مزمن را موجب می‌شود. در این راستا بررسی‌ها نشان داده‌اند که در افراد در معرض شرایط استرس‌زا شاخص‌های التهابی افزایش و وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن تضعیف می‌گردد و این فرایند وضعیت ردوکس بدن را به سمت اکسیدانت‌ها پیش برده و زمینه بروز بیماری‌های مختلف را موجب می‌گردد (۱). سیتوکین‌های التهابی به گروهی از مولکول‌های علامت‌دهنده (موسوم به سیتوکین) گفته می‌شود که توسط لنفوسیت‌های کمک‌کننده (Th) و ماکروفاژها و برخی دیگر از سلول‌های تشدیدکننده التهاب ترشح می‌شود و واکنش‌های التهابی را افزایش می‌دهند (۲). این مولکول‌ها عبارتند از: اینترلوکین-۱ (IL-1)، اینترلوکین-۸ (IL-8)، اینترلوکین-۱۰ (IL-10)، اینترلوکین-۱۲ (IL-12)، اینترلوکین-۱۸ (IL-18)، فاکتور نکروز توموری آلفا (TNF- α)، اینترفرون گاما (IFN γ)، فاکتور محرک کلونی گرانولوسیت-ماکروفاژ (۲) که همگی نقش مهمی در عملکرد دستگاه ایمنی ذاتی دارند. ترشح مزمن و بیش از حد سیتوکین‌های التهابی ناشی از شرایط استرس‌زای منجر به التهاب می‌شود که با بروز برخی بیماری‌ها نظیر تصلب شرایین و سرطان مرتبط است. همچنین اختلال در تنظیم این فرایند موجب اختلال خلقی و برخی بیماری‌های مغزی-عصبی می‌شود. کاهش فعالیت بیولوژیک سیتوکین‌های التهابی سبب کاهش لطمه ناشی از بیماری‌های حاصله می‌گردد (۳). برای حفظ سلامت بدن، لازم است میان سیتوکین‌های التهاب‌زا و سیتوکین‌های ضدالتهابی تعادل برقرار باشد. افزایش سن و ورزش نیز در میزان التهاب ناشی از سیتوکین‌های التهابی نقش دارند. ثابت شده است که مداخله فعالیت بدنی مناسب ضمن افزایش برخی سیتوکین‌های ضدالتهابی به واسطه آن‌ها موجب کاهش تولید برخی سیتوکین‌های التهابی نظیر TNF- α و فاکتور مهارکننده مهاجرت ماکروفاژها که اثرات التیام‌بخش و درمانی دارند، می‌گردد (۴). نشان داده شده است که افزایش اینترلوکین-۶ (IL-6) مشتق شده از عضلات اسکلتی به دنبال تمرین بدنی، بر خلاف IL-6 مشتق شده از بافت چربی، علاوه بر سرکوب عوامل پیش‌التهابی، همچنین باعث آزادسازی اینترلوکین-۱۰ (IL-10) می‌شود (۵)، یک مولکول ضد التهابی قوی، که خود مستقیماً از سنتز چند واسطه‌های پیش‌التهابی، به‌ویژه دودمان مونوسیتی مانند IL- α ۱، IL- β ۱، TNF- α ، IL-8 و پروتئین‌های التهابی ماکروفاژ- α ۱ (MIP-1 α) حاصل می‌شود. این واسطه‌های التهابی نقش کلیدی در انتشار پاسخ‌های التهابی و جذب سلول‌های ایمنی به محل التهاب دارند (۵). از این‌رو با توجه به مطالب بیان شده می‌توان استنباط کرد که مداخله تمرین بدنی مناسب می‌تواند با مهار آزادسازی سیتوکین‌های پیش‌التهابی یک آبشار ضدالتهابی از طریق تحریک گیرنده‌های آنتاگونیستی آن‌ها (۶) ایجاد می‌کند. تحقیقات نشان می‌دهند که تمرینات بدنی ترکیبی (هوازی و مقاومتی) در مقایسه با اثر هر کدام به تنهایی، تاثیر سودمندتری بر

گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را سم‌زدایی می‌کند (۱۲). حسینی و همکاران (۲۰۲۳) گزارش دادند که مداخله ۶ هفته تمرین هوازی و مصرف ۸۰ میلی گرم GKB در مردان چاق با کاهش شاخص التهابی لیپوکالین-۲ و مقاومت به انسولین همراه بود (۱۳).

خاصیت کمتر شناخته شده GKB اثر ضدالتهابی آن در مدل‌های انسانی و حیوانی و مطالعات آزمایشگاهی است. در حال حاضر، مشخص شده است که اجزای آن، به طور عمده جینگولاید A، می‌تواند سیکلو‌اکسیژناز-۲ (COX-۲) و ۵-لیپو-اکسیژناز (LOX-۵) را سرکوب کند، که آنزیم‌های محدودکننده برای تبدیل اسید آراشیدونیک به پروستاگلاندین و به ویژه لکوترین‌ها، و همچنین می‌تواند استرس شبکه آندوپلاسمی را کاهش دهد، که مسئول افزایش التهاب است (۱۴). مشخص شده است که GKB می‌تواند اثرات لیپوپولی‌ساکارید (LPS) را با بهبود عملکرد فاکتور رشد تبدیل‌کننده (TGF) مهار کند، بنابراین بیان ژن اینترلوکین‌ها و $TNF-\alpha$ را کاهش می‌دهد. کاهش اینترلوکین‌ها و $TNF-\alpha$ منجر به کاهش فرآیندهای التهابی می‌شود. همچنین شناخته شده است که جینکولاید B می‌تواند فاکتور فعال‌کننده پلاکت (PAF) را که نقش زیادی در التهاب راه‌های هوایی دارد، مهار کند (۱۵). اگرچه کاهش سیتوکین‌های پیش‌التهابی و التهابی در مطالعات مشخص شده است، اما اطلاعات کمی در مورد مکانیسم این کاهش وجود دارد. از این رو، انجام تحقیقات گسترده در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد.

در نهایت، با توجه به مطالب بیان شده، می‌توان بیان داشت که نقش موثر تمرینات بدنی به ویژه تمرینات ترکیبی و گیاه دارویی GKB در تعدیل شاخص‌های التهابی انکارناپذیر است. همچنین بررسی پیشینه تحقیق حاکی از آن است که اثر اصلی و متقابل تمرین عملکردی با شدت بالا (HIFT)، که ترکیبی از تمرینات هوازی، مقاومتی و انعطاف‌پذیری است و مصرف GKB بر روی شاخص‌های التهابی نه تنها در آشنانشان مورد مطالعه قرار نگرفته است بلکه در جوامع دیگر هم بررسی نشده است و پاسخ به سوالات در این زمینه در حاله‌ای از ابهام قرار گرفته است. از این رو، تحقیق حاضر با هدف پاسخ به این سوال اصلی که آیا اثر اصلی و

تعدیل شاخص‌های التهابی، جسمانی و ترکیب بدنی دارند (۷،۸). بالدوچی (Balducci) و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که به دنبال ۱۲ ماه مداخله تمرین هوازی و مقاومتی، تغییرات قدرت عضلانی و انعطاف‌پذیری در گروه ترکیبی (هوازی-مقاومتی) معنی‌دار بود. کاهش پروتئین واکنشی-C (CRP) در گروه تمرین هوازی با شدت بالا و گروه ترکیبی معنی‌دار شد اما تغییرات حاصله در گروه ترکیبی چشمگیرتر بود. در گروه ترکیبی (هوازی-مقاومتی) در مقایسه با گروه هوازی و مقاومتی $TNF-\alpha$ ، $IL-\beta$ و $IFN\gamma$ کاهش معنی‌دار و اینترلوکین-۴ ($IL-4$) و $IL-10$ به عنوان شاخص‌های ضدالتهابی افزایش معنی‌دار داشتند (۷). این داده‌ها ممکن است نشان دهند که بیشترین فواید ورزش زمانی تحقق می‌یابد که هر دو شکل تمرین انجام شود. چنین استنباط‌هایی با سایر داده‌هایی که سودمندی مداخلات یکپارچه سبک زندگی (رژیم غذایی و ورزش) را که شامل عناصر تمرین هوازی و مقاومتی هستند، نشان داده‌اند، مطابقت دارد (۹).

باید اذعان داشت که مطالعات فارماکولوژی از تاثیر سودمند گیاهان دارویی (منبع طبیعی فلاونوئیدها و ترکیبات پلی فنلی) در بهبود وضعیت التهابی و استرس اکسیداتیو حمایت می‌کنند. در میان این گیاهان، عصاره جینکوبیلوبا (GKB) به دلیل فعالیت‌های دارویی مختلف مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است و یکی از پرمصرف‌ترین داروهای گیاهی در سراسر جهان است (۱۰). ترکیبات اصلی عصاره حاوی ۲۴ درصد فلاون گلیکوزید و ۶ درصد ترپنوئید است. این گیاه ارزان است و کمترین عوارض جانبی دارد. GKB اثرات فارماکولوژیک زیادی دارد. به عنوان یک آنتی‌اکسیدان، عامل ضدالتهابی عمل می‌کند و عملکرد پاسخ ایمنی را تعدیل می‌کند (۱۰). حسین (Hussain) و همکاران (۲۰۲۲) گزارش دادند که مصرف ۱۲۰ میلی‌گرم GKB در افراد مبتلا به دیابت نوع دو به مدت ۳ ماه، منجر به کاهش نیم‌رخ لیپیدی (LDL، TG)، کاهش $IL-6$ و $TNF-\alpha$ و افزایش HDL می‌گردد (۱۱). لی (Li) و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه مروری بیان داشتند که یافته‌های آن‌ها حاکی از آن است که GKB یا مواد فعال آن چندین مکانیسم سیگنالینگ را در سلول‌ها فعال می‌کنند، از جمله مسیر Nrf2، که کنترل‌کننده اصلی دفاع آنتی‌اکسیدانی است که

متقابل ۱۲ هفته HIFT و مصرف جینکوبیلوبا بر سطوح سرمی سیتوکین‌های التهابی ($IL-8$, $IL-\beta$) در آتشنشانان مرد عملیاتی شهر یزد معنی‌دار است؟ به مرحله اجرا در آمد.

روش بررسی

روش تحقیق حاضر نیمه تجربی و از نوع هدف کاربردی است که با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل اجرا شد. جامعه آماری تحقیق شامل کلیه آتشنشانان مرد عملیاتی شهر یزد در ۱۲ ایستگاه در سال ۱۴۰۲ می‌باشند. تعداد کل جامعه آماری برابر ۱۸۵ نفر می‌باشد. بر اساس معیارهای ورود به تحقیق ۸۳ نفر حائز شرایط لازم ورود به مطالعه شدند. حجم نمونه بر اساس مطالعات قبلی و فرمول آماري (۱۴) و با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ۰/۹۵ و توان آزمون ۰/۸۰، ۴۴ نفر تعیین گردید. با در نظر گرفتن احتمال افت آزمودنی‌ها در طول مطالعه حجم نمونه آماری در مجموع ۴۸ نفر (۱۲ نفر در هر چهار گروه) در نظر گرفته شد. در طول فرایند مطالعه با توجه به یادآوری‌های تماسی و پیامکی که توسط تیم تحقیق به شرکت‌کنندگان داده می‌شد خوشبختانه همه شرکت‌کنندگان در مطالعه حضور کامل و فعال داشتند و در مطالعه حاضر افت آزمودنی اتفاق نیفتاد. قبل از شروع مطالعه، مراحل اجرایی تحقیق برای آتشنشانان توضیح داده شد و همه آتشنشانان رضایتنامه آگاهانه شرکت در تحقیق را تکمیل و امضا کردند. در ادامه از طریق نمونه-گیری تصادفی ساده (به روش قرعه‌کشی) در این روش پژوهشگر به هر یک از افراد جامعه یک کد یا شماره مخصوص می‌دهد). ۴۸ نفر آزمودنی در چهار گروه شامل تمرین عملکردی با شدت بالا (HIFT) (۱۲ نفر)، مصرف ۸۰ میلی گرم عصاره جینکوبیلوبا (GKB) (۱۲ نفر)، تمرین عملکردی با شدت بالا همراه با مصرف ۸۰ میلی گرم عصاره جینکوبیلوبا (GKB+ HIFT) (۱۲ نفر) و کنترل-دارونما (P-C) (۱۲ نفر) قرار گرفتند. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از: دامنه سنی ۲۰ تا ۴۰ سال، جنسیت مذکر، دارای سابقه بیش از ۵ سال آتش‌نشانی در رشته عملیاتی، شاخص توده بدن بین ۲۴/۹۹ تا ۲۹/۹۹ کیلوگرم بر مترمربع، عدم ابتلا به بیماری‌های خاص منع‌کننده از فعالیت بدنی، عدم مصرف دخانیات و مشروبات الکلی، عدم مصرف مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی و مولتی‌ویتامین. معیارهای خروج از تحقیق

نیز عبارت بودند از: شرکت در فعالیت‌های بدنی دیگر در طول ۱۲ هفته تحقیق، تغییر رژیم غذایی، غیبت بیش از ۲ جلسه در جلسات تمرینی، مصرف نامنظم عصاره جینکوبیلوبا، ابتلا به بیماری‌های خاص یا سایر بیماری‌های منع‌کننده فعالیت بدنی. قبل از شروع مداخله، از همه آتشنشانان خواسته شد تا از هرگونه تغییر در رژیم غذایی روزانه خود در طول مطالعه اجتناب کنند. آزمودنی‌ها همچنین پرسشنامه یاد آمد رژیم غذایی را (یک روز هفته و یک روز آخر هفته) قبل و بعد از مداخله تکمیل کردند. برای به حداقل رساندن اثر سایر محصولات غذایی با محتوای پلی‌فنلی بالا، از آتشنشانان خواسته شد مصرف میوه، آب میوه، چای، شکلات و کاکائو را به مدت ۴۸ ساعت قبل و بعد از نمونه‌گیری خون (پیش‌آزمون، پس‌آزمون) محدود کنند. مصرف عصاره جینکوبیلوبا به صورت دو کپسول یک بار در روز بعد از وعده صبحانه توسط گروه‌های دریافت‌کننده جینکوبیلوبا یعنی، گروه HIFT همراه با مصرف GKB و گروه GKB انجام شد. کپسول جینکوبیلوبا حاوی ۸۰ میلی‌گرم جینکوبیلوبا استاندارد، شامل ۱۹/۲ میلی‌گرم گلیکوزید فلاونوئید (۲۴ درصد)، ۴/۸ میلی‌گرم تریپن لاکتون (۶ درصد) و سایر سوبستراها مانند مالتودکسترین، سلولز میکروکریستالی و استئارات منیزیم بود (۱۳). کپسول دارونما همچنین حاوی سلولز میکروکریستالی، استئارات منیزیم و مالتودکسترین بود (۱۵). کپسول جینکوبیلوبا و کپسول دارونما از همه نظر (شکل، اندازه و رنگ) مشابه هم بودند. با توجه به اهمیت کورسازی که به پژوهشگر این امکان را می‌دهد اثرات عوامل مزاحم بر نتایج تحقیق را کنترل کند، در تحقیق حاضر فرایند کورسازی بدین شکل اجرا شد که:

- ۱- محل تمرین گروه‌های مداخله جدا بود، ۲. گروه‌های مصرف‌کننده جینکوبیلوبا و دارونما از محتویات کپسول‌های مصرفی اطلاع نداشتند، ۳. گروه‌بندی افراد و اجرای تمرین توسط مربی متخصص صورت گرفت، ۴. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط متخصص آمار زیستی که اطلاعی از ماهیت داده‌ها نداشت، انجام گرفت. با توجه به زمانبندی طرح پژوهش، ۴۸ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرین، قد، وزن و ترکیب بدنی آتشنشانان سنجش شد و نمونه‌گیری خون نیز به عمل آمد. برنامه HIFT مطابق جدول ۱ بر

(متابولیکی)، حرکات ژیمناستیکی (مهارتی پایه) و تمرینات قدرتی پایه بود. تمامی شرایط از قبیل درجه حرارت محیط، زمان اجرای تمرین و طول دوره برای آتشنشانان یکسان بود. در ابتدای هر جلسه تمرینی ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و ۱۰ دقیقه گرم کردن تخصصی و در پایان هر جلسه تمرینی ۱۵ دقیقه سرد کردن همراه با حرکات کششی انجام شد.

اساس اصول و مبانی علم تمرین بومپا (Bompa) و تئوری تمرین کراس فیت (۱۶) و برنامه تمرینی فیتو (Feito) و همکاران (۲۰۱۸) (۱۷) می باشد که به مدت ۱۲ هفته به مرحله اجرا درآمد. برنامه تمرینی در ساعت ۱۹ عصر در روزهای شنبه، یکشنبه، سه شنبه و چهارشنبه اجرا شد. تعداد کل جلسه های تمرین ۴۸ جلسه بود که در مدت ۱۲ هفته انجام شد. شکل اجرای تمرین به صورت تمرین هوازی

جدول ۱: برنامه HIFT

هفته	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
نوع تمرین	نوع تمرین	نوع تمرین	نوع تمرین	نوع تمرین	نوع تمرین	استراحت	استراحت
اول	M	GW	-	MGW	G	-	-
دوم	WM	GWM	-	W	MG	-	-
سوم	WMG	M	-	GW	MGW	-	-
چهارم	G	WM	-	GWM	W	-	-
پنجم	MG	WMG	-	M	GW	-	-
ششم	MGW	G	-	WM	GWM	-	-
هفتم	W	MG	-	WMG	M	-	-
هشتم	GW	MGW	-	G	WM	-	-
نهم	GWM	W	-	MG	WMG	-	-
دهم	M	GW	-	MGW	G	-	-
یازدهم	WM	GWM	-	W	MG	-	-
دوازدهم	WMG	M	-	GW	MGW	-	-
شاخص	شکل اجرای حرکات تمرین						
M	۱. دویدن تناوبی با شدت ۷۰ الی ۸۰ درصد ضربان قلب هدف تمرین (۲۰۰ متر/۲۰ تکرار/۲ دقیقه استراحت فعال/۱-۳ ست)، ۲. پرتاپ توپ (۷ کیلوگرم) با فاصله ۳ متر از دیوار، ۹ الی ۱۲ تکرار/۲۵ ثانیه/۴۵ ثانیه استراحت فعال/۲-۵ ست، ۳. طناب زدن (تکرار بیشینه در ۲ دقیقه/ ۶۰ ثانیه استراحت فعال/۱-۳ ست)						
G	۱. پوش-آپ روی دستها (۵ تکرار در ۱۵ ثانیه/۳۰ ثانیه استراحت فعال/۲-۳ ست)، ۲. لانگز (۱۵ تا ۲۰ تکرار با هر پا در ۴۰ ثانیه/۳۰ ثانیه استراحت فعال/۲-۴ ست)، ۳. باکس جامپ (۴۵ سانتی متر/۱۰ تکرار در ۳۰ ثانیه/۴۵ ثانیه استراحت فعال/۲-۴ ست)، ۴. پوش-آپ چرخشی (۱۲ تکرار در ۱ دقیقه/۳۰ ثانیه استراحت فعال/۲-۳ ست)						
W	۱. اسکوات از جلو (۵۰ الی ۷۰٪ ۱RM/۵ تکرار بیشینه/۳۰ ثانیه استراحت/۲-۴ ست) ۲. حرکت قایقی-۳۰۰ متری (۱۵ تکرار/۳۰ ثانیه استراحت فعال/۱-۳ ست؛ ۱۰ متر برابر با ۱ تکرار است)، ۳. برپی (۱۵ تکرار در ۱ دقیقه/۴۵ ثانیه استراحت/۲-۴ ست) که ترکیبی از حرکات پرش، اسکوات، پلانک، شنا روی دست است. ۴. کتل بل چرخشی (۱۵ تا ۲۰ کیلوگرمی/تکرار بیشینه در ۳ دقیقه/ ۱ تا ۳ ست)						

M: تمرین هوازی (متابولیکی) G: حرکات ژیمناستیکی (کششی-قدرتی و مهارتی- پایه) W: قدرتی-پایه (حرکات با وزن بدن و وزنه)

شدند و با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. در ادامه، سرم جدا و فریز گردید و در یخچال در دمای ۷۰- درجه سانتیگراد تا زمان انجام آزمایش های لازم نگهداری شد. سرم به دست آمده برای تجزیه و تحلیل IL-۸ و IL-β۱ استفاده شد.

پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، نمونه خون (۱۰ میلی لیتر) از هر آتشنشانان در زمان پیش آزمون (قبل از شروع مداخله) و پس از ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی (پس آزمون) توسط متخصص علوم آزمایشگاهی گرفته شد. سپس، نمونه های گرفته شده در لوله های مخصوص سرم ریخته

برخوردار هستند ($P > 0/05$). نتایج دلالت بر آن داشت که بین میانگین شاخص‌های ترکیب بدنی چهار گروه در مرحله پیش آزمون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0/05$). در مرحله پس آزمون و بر اساس نتایج درون گروهی مشاهده شد که تغییرات شاخص‌های وزن بدن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدنی، توده چربی بدن و توده بدون چربی بدن از پیش آزمون تا پس آزمون به تفکیک در گروه HIFT، GKB و GKB+HIFT دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($P < 0/05$) (جدول ۲). همچنین بر اساس نتایج بین گروهی بر مبنای درصد تغییرات حاصل شده بین چهار گروه در تمام شاخص‌های ترکیب بدنی تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P < 0/05$) (جدول ۲). در ادامه بر اساس نتایج آزمون توکی مشخص شد که تفاوت معنی‌دار در وزن بدن و BMI بین گروه‌های HIFT با GKB ($P = 0/0001$)، HIFT با GKB+HIFT ($P = 0/0001$)، HIFT با C-P ($P = 0/0001$)، GKB+HIFT با GKB ($P = 0/0001$)، GKB+HIFT با C- ($P = 0/0001$)، GKB با GKB+HIFT ($P = 0/0001$) و GKB با C-P ($P = 0/0001$) در شاخص درصد چربی بدن تفاوت معنی‌دار بین HIFT با GKB ($P = 0/0001$)، HIFT با GKB+HIFT ($P = 0/0001$)، HIFT با C-P ($P = 0/0001$) و GKB با GKB+HIFT ($P = 0/0001$) بود. در هر دو شاخص، توده چربی بدن و توده بدون چربی بدن، تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های HIFT با GKB ($P = 0/0001$)، HIFT با GKB+HIFT ($P = 0/0001$)، HIFT با C-P ($P = 0/0001$) و GKB با GKB+HIFT ($P = 0/0001$) بود. بعلاوه نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد بیشترین تغییرات (کاهش) معنی‌دار از پیش آزمون تا پس آزمون در وزن بدن (۱/۲۶ درصد) و BMI (۱/۲۶ درصد) به گروه HIFT اختصاص داشت. بیشترین تغییرات (کاهش) معنی‌دار از پیش آزمون تا پس آزمون در درصد چربی بدن (۱۴/۲۶ درصد) و توده چربی بدن (۱۵/۰۹ درصد) و بیشترین تغییرات (افزایش) معنی‌دار در توده بدون چربی بدن (۳/۳۶ درصد) به گروه GKB+HIFT اختصاص داشت.

وزن و قد آزمودنی‌ها توسط ترازوی پزشکی سکا مدل ۷۵۵ مجهز به قدسنج، بدون کفش و جوراب با حداقل لباس بعد از هشت ساعت ناشتایی اندازه‌گیری شد. ترکیب بدنی آتشنشانان با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیبات بدن مدل jawon X scan plus 970 ساخت کره جنوبی اندازه‌گیری شد.

غلظت IL-۸ با کیت الایزا انسانی (Biosource Technologies International) با محدوده منحنی استاندارد ۰/۳۹-۴۵ پیکوگرم بر میلی‌لیتر ارزیابی شد. تغییرات برون‌آزمایی و درون‌آزمایی به ترتیب کمتر از ۷/۵٪ و ۹٪ بود. برای سنجش میزان IL- β ۱ از کیت IL- β ۱/IL-2F1 beta (Quantikine Hs ELISA Kit 1beta/IL-1Human IL) با دامنه اندازه‌گیری ۰/۱ تا ۸ پیکوگرم بر میلی‌لیتر و حساسیت ۰/۰۳۶ پیکوگرم بر میلی‌لیتر استفاده شد. ضریب تغییرات ۴/۵٪-۸/۵٪ درصد بود.

در تحقیق حاضر موازین اخلاقی حاکم بر پژوهش از جمله، رضایت آگاهانه، رازداری، رعایت حریم خصوصی شرکت‌کنندگان، حراست آزمودنی‌ها در برابر فشارها، آسیب‌ها و خطرهای جسمی و روانی و آگاهی از نتیجه رعایت شد.

داده‌ها به صورت میانگین و انحراف استاندارد بیان شدند. طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون آماری شاپیرو-ویلک تایید شد. تجانس واریانس‌ها از طریق آزمون لوین بررسی شد. برای بررسی تغییرات درون گروهی، بین گروهی و مقایسه دو به دو گروه‌ها به ترتیب از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، تحلیل واریانس دوره‌ای و آزمون توکی استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمام محاسبات ۰/۰۵ $\alpha =$ در نظر گرفته شد و تمام محاسبات با بسته‌ی نرم‌افزاری SPSS26 انجام گرفت.

نتایج

مشخصات فردی و ترکیب بدنی آتشنشانان در دو مرحله (پیش و پس آزمون) در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج تحلیل آماری نشان داد که تمام داده‌ها از توزیع طبیعی

جدول ۲: مشخصات فردی و ترکیب بدنی گروه‌های مورد مطالعه

نتایج آماری	گروه				مراحل	متغیر
	p-value	C-P	GKB+HIFT	GKB		
-	۳۶/۰۰ ± ۴/۲۰	۳۸/۰۸ ± ۴/۲۷	۳۵/۵۰ ± ۶/۳۳	۳۷/۷۵ ± ۵/۵۸	-	سن (سال)
-	۱۷۶/۶۷ ± ۶/۲۵	۱۷۵/۲۱ ± ۵/۵۸	۱۷۶/۰۸ ± ۶/۹۸	۱۷۲/۴۲ ± ۵/۸۴	-	قد (سانتی متر)
۰/۹۷۲	۸۳/۶۶ ± ۸/۳۹	۸۴/۱۰ ± ۷/۶۷	۸۳/۱۳ ± ۸/۱۱	۸۲/۶۳ ± ۷/۳۸	پیش آزمون	وزن بدن
۰/۰۰۰۱*	۸۳/۴۵ ± ۸/۳۳	۸۳/۳ ± ۷/۶۳	۸۲/۶۱ ± ۷/۹۴	۸۱/۶۲ ± ۷/۴۰	پس آزمون	(کیلوگرم)
	-۰/۲۵	-۰/۶۹□	-۰/۶۱	-۱/۲۶□	درصد تغییرات	
	-	۰/۷۴	۰/۷۷	۰/۹۷	اندازه اثر	
۰/۶۵۱	۲۶/۸۲ ± ۲/۴۶	۲۷/۳۶ ± ۱/۵۸	۲۶/۸۴ ± ۲/۵۹	۲۷/۷۶ ± ۱/۶۱	پیش آزمون	BMI
۰/۰۰۰۱*	۲۶/۷۵ ± ۲/۴۵	۲۷/۱۷ ± ۱/۶۰	۲۶/۶۸ ± ۲/۵۶	۲۷/۴۲ ± ۱/۶۰	پس آزمون	(کیلوگرم بر مترمربع)
	-۰/۲۵	-۰/۶۹□	-۰/۶۱□	-۱/۲۶□	درصد تغییرات	
	-	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۹۶	اندازه اثر	
۰/۳۳۹	۲۶/۰۹ ± ۲/۸۸	۲۵/۵۲ ± ۳/۱۰	۲۴/۵۷ ± ۳/۳۲	۲۷/۱۲ ± ۴/۳۱	پیش آزمون	درصد
۰/۰۰۰۱*	۲۵/۸۱ ± ۲/۹۲	۲۲/۴۱ ± ۳/۱۳	۲۳/۸۲ ± ۳/۳۴	۲۴/۲۳ ± ۴/۴۳	پس آزمون	چربی بدن
	-۱/۱۳	-۱۴/۲۶□	-۰/۵۸□	-۱۲/۳۹□	درصد تغییرات	(%)
	-	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۸	اندازه اثر	
۰/۶۴۴	۲۱/۹۵ ± ۴/۰۰	۲۱/۴۱ ± ۲/۹۰	۲۰/۵۰ ± ۳/۸۵	۲۲/۴۵ ± ۴/۵۲	پیش آزمون	توده چربی بدن
۰/۰۰۰۱*	۲۱/۶۵ ± ۳/۹۷	۱۸/۶۹ ± ۳/۰۲	۱۹/۷۴ ± ۳/۷۶	۱۹/۸۷ ± ۴/۴۸	پس آزمون	(کیلوگرم)
	-۱/۴۳	-۱۵/۰۹□	-۳/۹۰□	-۱۳/۶۱□	درصد تغییرات	
	-	۰/۹۹	۰/۸۹	۰/۹۹	اندازه اثر	
۰/۷۰۹	۶۱/۷۱ ± ۵/۳۴	۶۲/۶۹ ± ۶/۷۵	۶۲/۶۳ ± ۵/۹۳	۶۰/۱۸ ± ۵/۷۲	پیش آزمون	توده بدون چربی
۰/۰۰۰۱*	۶۱/۸۰ ± ۵/۳۳	۶۴/۸۴ ± ۶/۶۳	۶۲/۸۸ ± ۵/۹۴	۶۱/۷۵ ± ۵/۷۷	پس آزمون	بدن
	۰/۱۵	۳/۳۶□	۰/۳۹□	۲/۵۵□	درصد تغییرات	(کیلوگرم)
	-	۰/۹۹	۰/۸۸	۰/۹۹	اندازه اثر	

□ تفاوت معنی‌دار درون گروهی ($P < 0.05$). * تفاوت معنی‌دار بین گروهی بر اساس درصد تغییرات ($P < 0.05$). داده‌ها بر حسب میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

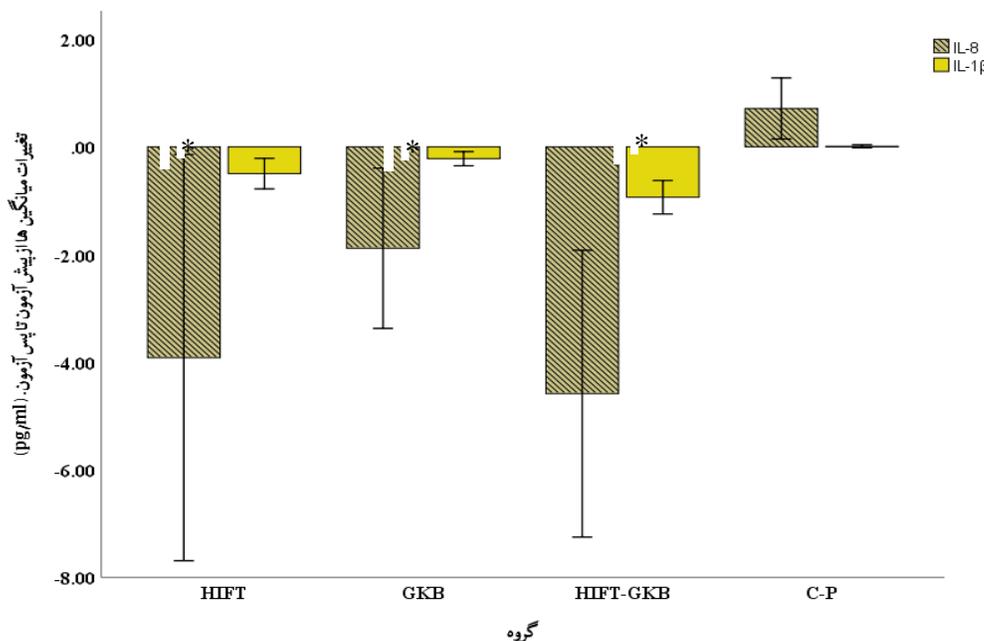
IL-8 (۳۴/۷۶ درصد) و IL- β (۳۴/۲۸ درصد) از پیش آزمون تا پس آزمون مربوط به گروه GKB+HIFT است (شکل ۱). نتایج بین گروهی بر اساس تفاضل میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح سرمی IL-8 ($P = 0.0001$) و IL- β ($P = 0.0001$) چهار گروه تفاوت معنی‌دار وجود داشت، به طوری که نتایج آزمون توکی نشان داد تفاوت معنی‌دار در شاخص IL-8 بین گروه HIFT با GKB ($P = 0.0001$)، HIFT با GKB+HIFT ($P = 0.0001$)، HIFT با C-P ($P = 0.0001$)، GKB+HIFT با GKB ($P = 0.0001$) و GKB+HIFT با C-P ($P = 0.0001$) و GKB با GKB+HIFT ($P = 0.0001$) بود. در شاخص IL- β بین گروه HIFT با GKB ($P = 0.0001$)، HIFT با GKB+HIFT ($P = 0.0001$)، HIFT با C-P ($P = 0.0001$) و GKB با GKB+HIFT ($P = 0.0001$) بود.

نتایج آزمون تحلیل واریانس دوره‌ها بر اساس تغییرات ایجاد شده از پیش آزمون تا پس آزمون در جدول ۳ حاکی از آن است که اثر توام ۱۲ هفته HIFT و GKB باعث کاهش معنی‌دار سطوح سرمی IL-8 ($P = 0.009$) و IL- β ($P = 0.002$) شد. همچنین نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که ۱۲ هفته مداخله HIFT به تنهایی نیز باعث کاهش معنی‌دار سطوح سرمی IL-8 ($P = 0.0001$) و IL- β ($P = 0.0001$) شد. در ارتباط با اثر اصلی GKB مشاهده شد که مصرف آن در مقایسه با عدم مصرف موجب کاهش معنی‌دار سطوح سرمی IL-8 ($P = 0.0001$) و IL- β ($P = 0.0001$) شد. به علاوه، بر اساس نتایج درون گروهی، مشاهده شد که بیشترین درصد تغییرات (کاهش) معنی‌دار در سطوح سرمی

($P=0/0001$) و GKB با C-P ($P=0/0001$) بود (شکل ۱).

HIFT با C-P ($P=0/0001$)، GKB+HIFT ($P=0/0001$)

با GKB با C-P ($P=0/0001$)، GKB+HIFT



شکل ۱: درصد تغییرات مقادیر IL-8 و IL-1β از پیش آزمون تا پس آزمون در چهار گروه
* تفاوت معنی‌دار بین گروهی ($p < 0/05$)

بحث

کاهش معنی‌دار مشاهده شد، ولی تغییرات (کاهش) ایجاد شده در گروه ترکیبی بیشتر بود. مطالعات نشان داده‌اند مصرف GKB و HIFT نشان‌گرهای التهابی را کاهش می‌دهد. اما پژوهشی که در آن اثر توام این دو عامل بر نشان‌گرهای التهابی در آتشنشانان مطالعه شده باشد با بررسی پیشینه تحقیق یافت نشد و مطالعات قبلی بیشتر تمرکز بر تمرین هوازی یا تناوبی شدید داشتند (۱۳، ۱۵). به طور کلی پیشنهاد شده است که تغییرات ناشی از ورزش در نشانگرهای التهابی ممکن است به علت بهبود در چاقی کل بدن باشد. مطالعات نشان داده‌اند که ورزش منظم می‌تواند تولید سیتوکین‌های پیش‌التهابی را کاهش داده و فعال شدن واسطه‌های ضد التهابی را افزایش دهد (۱۸). همچنین مطالعات فارماکولوژی نقش گیاه دارویی جینکوبیلوبا را در کاهش التهاب تایید کردند (۱۱) بر این اساس مشخص شده است که تمرین همراه با مصرف جینکوبیلوبا می‌تواند التهاب را کاهش دهد (۱۵). نتایج تحقیق حاضر مبنی بر کاهش معنی‌دار IL-8 به دنبال ۱۲ هفته تمرین و مصرف

امروزه انجام تمرینات عملکردی با شدت بالا همانند کراس فیت با توجه به تنوع، جذابیت و ایجاد سازگاری‌های متابولیکی سودمند و مفید همراه با مصرف گیاهان دارویی با خواص ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی در ترکیب بدنی و متعاقباً تعدیل وضعیت اکسایشی بدن، جایگاه ویژه‌ای در عرصه تندرستی و سلامت جسمانی پیدا کرده است. لذا هدف مطالعه حاضر بررسی اثر اصلی و توام ۱۲ هفته HIFT و مصرف GKB بر سطوح سرمی سیتوکین‌های التهابی (IL-8، IL-1β) در آتشنشانان مرد عملیاتی شهر یزد بود. بر این اساس نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن بود که ۱۲ هفته تمرین HIFT و مصرف GKB (اثر توام و اصلی) موجب تغییرات معنی‌دار در نشان‌گرهای التهابی آتشنشانان مرد عملیاتی شد، اما تغییرات ایجاد شده در گروه ترکیبی یعنی GKB+HIFT بیشتر بود.

یکی از مهمترین یافته‌های تحقیق حاضر، کاهش معنی‌دار نشان‌گر التهابی IL-8 به دنبال ۱۲ هفته HIFT توام با مصرف GKB بود. با این حال در گروه HIFT و GKB نیز

است. بنابراین، تحقیقات بیشتری برای شناسایی پتانسیل ۸-IL به عنوان یک نشانگر زیستی تشخیصی مورد نیاز است. بر اساس مطالعه برون (Bruun) و همکاران (۲۰۰۴)، سطوح بالای ۸-IL از بافت چربی انسان ترشح می شود و تجمع ۸-IL در این بافت ممکن است تا حدی مسئول افزایش غلظت ۸-IL در گردش باشد (۲۷). در افراد چاق سطوح بالای ۸-IL ترشح شده از میوتوبها یک ریزمحیط عضلانی ایجاد می کند که باعث کاهش مویرگی می شود، در نهایت در دسترس بودن سوبستراها از جمله گلوکز را محدود می کند، اختلال در پاکسازی گلوکز عضلانی را تشدید می کند و به فنوتیپ بیماری دیابت کمک می کند (۲۸). عدم درمان چاقی و اختلالات متابولیک منجر به افزایش بیشتر التهاب در بدن و عوارض متعدد سلامتی می شود. در تحقیق حاضر وزن بدن، شاخص توده بدن، توده چربی بدن و درصد چربی بدن به دنبال مداخله ۱۲ هفته تمرین عملکردی و مصرف جینکوبیلوبا کاهش معنی دار داشتند و متعاقب این رخداد، کاهش معنی دار غلظت سرمی ۸-IL در گروه های تجربی مشاهده شد. با این حال، نتایج مطالعات هنوز متناقض هستند، زیرا تغییراتی را در غلظت سرمی ۸-IL مشاهده نکردند. در یک مطالعه جمعیتی بزرگ بر روی ۴۸۹ فرد متابولیک، مردان و زنان بالای ۵۵ سال که حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته ورزش متوسط یا شدید داشتند، هیچ تغییر قابل توجهی در سطح ۸-IL مشاهده نشد (۲۹). گوو (Guo) و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود نشان دادند که افزایش سطح سیتوکین پلازما (TNF- α ، IL-۶ و IL-۸) با کاهش افزایش قدرت در طول تمرینات مقاومتی مرتبط است (۳۰)، موضوعی که نه تنها در تحقیق حاضر رخ نداد، بلکه افزایش توده بدون چربی و متعاقب آن افزایش قدرت عضلانی را شاهد بودیم.

یافته مهم دیگر تحقیق حاضر، کاهش معنی دار نشانگر التهابی IL- β ۱ متعاقب ۱۲ هفته HIFT همراه با مصرف GKB بود. همچنین در گروه HIFT و GKB سطوح سرمی IL- β ۱ کاهش معنی دار داشت، اما تغییرات (کاهش) ایجاد شده در گروه ترکیبی یعنی HIFT+GKB بیشتر بود. IL یک سیتوکین التهابی با عملکردهای فیزیولوژیکی و پاتولوژیک مختلف است و نقش مهمی در سلامت و بیماری

جینکوبیلوبا بر این موضوع صحنه می گذارد. در این راستا گزارش شده است که فعالسازی سیتوکین های ضد التهابی، بهبود وضعیت ترکیب بدنی (کاهش توده چربی بدن و درصد چربی بدن و افزایش توده بدون چربی بدن) متعاقب تمرین با شدت مناسب و با ویژگی متابولیکی و قدرتی از عوامل اصلی کاهش ۸-IL قلمداد می گردند (۵،۶). یکی از نقاط قوت تحقیق حاضر استفاده از تمرین عملکردی با شدت بالا بود چرا که این تمرینات دارای ویژگی متابولیکی، قدرتی و مهارتی پایه است که در بهبود سوخت و سازی بدن، ترکیب بدنی، آمادگی هوازی و قدرت عضلانی نقش موثری دارد. استفاده از گیاه دارویی جینکوبیلوبا (۸۰ میلی گرم) (اثر هم افزایی) در کنار تمرین نقطه دیگر این تحقیق بود. چرا که اثر هم افزایی تمرین و جینکوبیلوبا منجر به کاهش معنی دار و بیشتر شاخص های توده بدن، درصد چربی بدن و توده چربی بدن و افزایش معنی دار توده بدون چربی بدن شد. یکی از دلایل پاسخ های التهابی متفاوت افراد تمرین کرده و تمرین نکرده و بهبود وضعیت التهابی بعد از یک دوره مداخله تمرینی، تعداد مویرگ های بیشتری است که افراد تمرین کرده دارند. تارهای عضلانی و افزایش پروتئین GLUT4 باعث جذب گلوکز به عضلات اسکلتی می شود (۱۹،۲۰)، که باعث افزایش میزان گلیکوژن مصرفی توسط افراد تمرین کرده به ویژه در طول تمرین با شدت بالا می شود (۲۱). نتایج مطالعات تایید می کنند که تمرینات بدنی منظم می تواند پاسخ های سیستم ایمنی بدن را تعدیل کند که این رخداد با بیان کمتر ۸-IL در عضلات اسکلتی همراه است (۲۲،۲۳). همسو با نتایج تحقیق حاضر، نتایج مطالعه دوگرا (Dogra) و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که حتی فعالیت های کوتاه مدت که در طول نشستن طولانی مدت انجام می شود، نشانگرهای زیستی التهابی را کاهش می دهد (۲۴). اگرچه مشارکت بیشتر در فعالیت های بدنی می تواند با سطح پایین تر ۸-IL همراه باشد (۲۵). مکیل (Makiel) و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که به دنبال ۱۲ هفته تمرین هوازی در مقایسه با تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی) غلظت ۸-IL در عضله اسکلتی کاهش مطلوب داشت (۲۶)، که با نتایج تحقیق حاضر همخوان می باشد. در حال حاضر، عملکرد فیزیولوژیکی ۸-IL در عضله اسکلتی هنوز ناشناخته

استقامتی طولانی مدت به طور چشمگیری افزایش می‌یابد (۳۳)، که با نتایج تحقیق حاضر ناهمخوان می‌باشد. چرا که در تحقیق حاضر کاهش معنی‌دار $\text{IL-}\beta_1$ در آتشنشانان مرد عملیاتی مشاهده شد. مرادیان و همکاران (۱۴۰۰) گزارش دادند که هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای منجر به کاهش معنی‌دار $\text{IL-}\beta_1$ در زنان چاق مبتلا به پیش-پرفشارخونی نشد که با نتایج تحقیق حاضر ناهمخوان می‌باشد. این محققان بیان داشتند که تمرینات بسته به شدت، تواتر و طول دوره می‌توانند به میزان متفاوتی بر سطوح سیتوکین‌های التهابی تأثیر بگذارند (۳۴). گزارش شده است که مصرف ۱۰۰ میلی گرم GKB به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در موش‌ها به مدت هشت هفته، با کاهش معنی‌دار سیتوکین‌های التهابی ($\text{IL-}\beta_1$, $\text{TNF-}\alpha$) و افزایش معنی‌دار سیتوکین‌های ضدالتهابی ($\text{IL-}10$, $\text{IL-}10\text{R}$) همراه بود، که از جهت کاهش معنی‌دار $\text{IL-}\beta_1$ با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد.

گیاه جینکوبیلوبا دارای خواص آنتی‌اکسیدانی است زیرا بیان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را به طور مثبت تنظیم می‌کند و گونه‌های فعال اکسیژن و نیترژن را کاهش می‌دهد و به کاهش پراکسیداسیون لیپیدی کمک می‌کند. همچنین خواص ضد التهابی را نشان می‌دهد و از بیان سیتوکین‌های پیش التهابی مانند $\text{IL-}\beta_1$ ، $\text{IL-}6$ و $\text{TNF-}\alpha$ جلوگیری می‌کند. در مدل‌های حیوانی، استفاده از جینکوبیلوبا می‌تواند اثرات مثبتی بر آسیب‌های مغزی، بیماری‌های عصبی، آسیب میوکارد و آسیب کلیوی و کبدی نشان دهد. در انسان، اثرات مثبت در دیابت، سندرم متابولیک و کولیت ایسکمیک نشان داده شد. این اثرات به دلیل وجود ترکیباتی مانند بیلوبالید (Bilobalide)، ایزورامنیتین (Isoramnetina)، کوئرستین (Quercetin)، کامپفرول (Kaempferol) و جینکولیدهای A، B و C (Ginkgolides A,B,C) است. به این دلایل، جینکوبیلوبا می‌تواند جایگزین کم هزینه‌ای برای رویکرد درمانی چندین آسیب شناسی باشد زیرا در پیشگیری، درمان و مهار عوارض متعدد بیماری‌های مشترک اثر می‌کند (۳۵). پژوهش حاضر به مانند دیگر تحقیقات مستثنی از محدودیت نبود. در پژوهش حاضر مقایسه پروتکل تمرینی HIFT با HIIT بر پاسخ‌های التهابی میسر

دارد. سطح این اینترلوکین در افراد چاق، کم تحرک و افراد در معرض استرس اکسیداتیو بیشتر است و در ایجاد التهاب مزمن ناشی از چاقی نقش دارد (۳۱). نتایج تحقیق حاضر نشان داد کاهش سطوح سرمی $\text{IL-}\beta_1$ در گروه ترکیبی (GKB+HIFT) نسبت به دیگر گروه‌های تجربی چشمگیرتر بود که با نتایج تحقیقات (۳۱،۳۲) همخوان می‌باشد. به نظر می‌رسد مصرف GKB نقش کمکی به فعالیت بدنی در کاهش التهاب ایفا می‌کند و احتمالاً التهاب ایجاد شده در حین ورزش را از بین می‌برد. به طور کلی پیشنهاد شده است که تغییرات ناشی از ورزش در نشانگرهای التهابی ممکن است به علت بهبود در چاقی کل بدن باشد. زیرا بیشترین ترشح $\text{IL-}\beta_1$ از بافت چربی است و افزایش اکسیداسیون بافت چربی به کاهش التهاب کمک خواهد کرد. علت کاهش عوامل پیش التهابی را تاثیر ورزش بر کاهش درصد چربی بدن، کاهش دور کمر، BMI و افزایش آدیپونکتین و حساسیت انسولینی می‌دانند (۳۲). از مکانیسم‌های مؤثر دیگر در کاهش التهاب به وسیله ورزش بهبود عملکرد سلول‌های آندوتلیال می‌باشد. با توجه به اینکه فعالسازی سلول‌های آندوتلیال احتمالاً منجر به تولید اینترلوکین‌ها می‌گردد و مولکول چسبان التهاب را در پی دارد، فعالیت منظم طولانی مدت موجب افزایش آنتی‌اکسیدانت از طریق افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌گردد که متعاقباً منجر به بهبود وضعیت التهابی بدن می‌شود. تمرین ورزشی به طور مستقیم از طریق کاهش تولید سیتوکین بافت آدیپوز، عضله و سلول‌های تک هسته‌ای و به طور غیرمستقیم به وسیله افزایش حساسیت انسولینی، افزایش عملکرد آندوتلیال و کاهش وزن بدن (توده چربی) موجبات کاهش عوامل پیش التهابی را می‌گردد. حال با توجه به کاهش معنی‌دار وزن بدن، درصد چربی بدن و BMI و افزایش معنی‌دار توده بدون چربی بدن، می‌توان کاهش شاخص التهابی $\text{IL-}\beta_1$ در تحقیق حاضر را به تغییرات ایجاد شده نسبت داد. تحقیقات نشان داده‌اند که $\text{IL-}\beta_1$ به عنوان یکی از اجزای کلیدی پاسخ سیستم ایمنی بدن در برابر عفونت‌ها عمل می‌کند. تغییرات در تولید آن‌ها پس از تمرین می‌تواند ورزشکاران را در معرض پاتوژن‌های مهاجم قرار دهد (۳۳). گزارش شده است که $\text{IL-}\beta_1$ حین ورزش استقامتی و پس از ورزش‌های

سپاس‌گزاری

نویسندگان از همه کسانی که در این پژوهش شرکت کردند و همچنین سایر دست‌اندرکاران قدردانی و سپاسگزاری می‌نمایند.

تعارض در منافع

هیچکدام از نویسندگان مقاله تضاد منافی نداشته‌اند.

حامی مالی

این مطالعه برگرفته از رساله دکتری آقای حمید صداقت می‌باشد که توسط معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) حمایت شده است.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه‌ی حاضر در کمیته‌ی اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) با کد IR.IAU.KHUISF.REC.1402.297 تصویب و در سامانه ثبت کارآزمایی بالینی با کد IRCT20230919059465N1 ثبت گردید. همه شرکت‌کنندگان آگاه بودند که شرکت در این مطالعه به صورت داوطلبانه است. هر زمان که بخواهند می‌توانند بدون از دست دادن منفعتی مطالعه را ترک کنند. علاوه بر آن، به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد اطلاعات آن‌ها محرمانه خواهد ماند.

مشارکت نویسندگان

حمید صداقت: چهارچوب مقاله و جمع‌آوری داده‌ها، فرزانه تقیان: طراحی و مدیریت پروژه، خسرو جلالی دهکردی: ویرایش علمی و گردآوری منابع، حسن نقی‌زاده: روش‌شناسی، بررسی تجزیه و تحلیل داده‌ها و بحث.

نبود که در تحقیقات آتی می‌توان این محدودیت را برطرف ساخت. همچنین سنجش وضعیت پایه شاخص‌های التهابی بدن می‌توانست در تعمیم نتایج کمک شایانی کند که بنا به محدودیت این امر محقق نشد. بعلاوه سنجش هورمون‌های استرسی در آشنشانان می‌تواند اطلاعات مناسبی در خصوص پاسخ‌های التهابی آن‌ها ارائه دهد. لذا، پژوهش‌های آتی با رفع چنین محدودیت‌هایی احتمالاً با درصد اطمینان بیشتری می‌توانند پاسخ‌گوی ابهامات و نتایج متناقض در این زمینه باشند. به هر حال، نوآوری تحقیق حاضر در این بود که بر اهمیت تجویز مصرف جینکوبیلوبا همراه با انجام HIFT در آشنشانان عملیاتی جهت گذر موفق از چالش‌های سخت دوران شغلی استرس‌زا، تاکید می‌کند. از این رو، بر مبنای یافته‌های کاربردی تحقیق حاضر و غنی بخشیدن به پیشینه موضوع مورد مطالعه پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی محدودیت‌های فوق‌الذکر حداکثر رفع گردد و مقایسه انواع تمرینات عملکردی و تناوبی با شدت بالا و دوزهای مصرفی متفاوت GKB در جامعه آشنشانان همراه با عوامل روانشناختی مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی از نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تاثیر ۱۲ هفته HIFT توام با مصرف GKB در کاهش سطوح شاخص‌های التهابی، کاهش توده چربی بدن، کاهش درصد چربی بدن و افزایش توده بدون چربی بدن، بیشتر از تاثیر متناظر در گروه HIFT و گروه مصرف GKB است. کاهش سطوح سرمی $IL-8$ و $IL-\beta$ بدان معنی است که انجام HIFT توام با مصرف GKB یک مداخله ترکیبی مناسب و کارآمد برای بهبود سلامت جسمانی و فیزیولوژیکی آشنشانان مرد عملیاتی در شرایط استرس‌زای شغلی است. لذا مداخله ترکیبی HIFT توام با مصرف GKB می‌تواند عوارض ناشی از استرس شغلی در آشنشانان را به حداقل برساند.

References

1. Silva FM, Duarte-Mendes P, Teixeira AM, Soares CM, Ferreira JP. The effects of combined exercise training on glucose metabolism and inflammatory markers in sedentary adults: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*. 2024;14(1):1936.

2. da Silva LA, de Almeida Pereira DA, Ribeiro SA, de Oliveira Sedyama CM, Priore SE. Effect of combined physical exercise on inflammatory markers and the relationship with body composition in young women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2024;39:73-78.
3. Luo B, Xiang D, Ji X, Chen X, Li R, Zhang S, Meng Y, Nieman DC, Chen P. The anti-inflammatory effects of exercise on autoimmune diseases: A twenty-year systematic review. *Journal of Sport and Health Science*. 2024;13(3):353-367.
4. Khalafi M, Akbari A, Symonds ME, Pourvaghari MJ, Rosenkranz SK, Tabari E. Influence of different modes of exercise training on inflammatory markers in older adults with and without chronic diseases: a systematic review and meta-analysis. *Cytokine*. 2023; 169:156303.
5. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*. 2005; 98: 1154-1162.
6. Fischer CP. Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance? *Exerc Immunol Rev* 2006; 12: 6-33.
7. Timmerman KL, Flynn MG, Coen PM, Markofski MM, Pence BD. Exercise training-induced lowering of inflammatory (CD14+CD16+) monocytes: a role in the anti-inflammatory influence of exercise? *J Leukoc Biol*. 2008; 84:1271-1278.
8. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, Fallucca S, Alessi E, Letizia C, Jimenez A, Fallucca F. 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.
9. Herder C, Peltonen M, Koenig W, Sütffels K, Lindström J, Martin S, Ilanne-Parikka P, Eriksson JG, Aunola S, Keinänen-Kiukaanniemi S, Valle TT. Anti-inflammatory effect of lifestyle changes in the Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetologia*. 2009; 52:433-42.
10. Diamond BJ, Bailey MR. Ginkgo biloba: indications, mechanisms, and safety. *Psychiatric Clinics*. 2013 Mar 1;36(1):73-83.
11. Hussain SA, Aziz TA, Mahwi TO, Ahmed ZA. Ginkgo biloba extract improves the lipid profile, inflammatory markers, leptin level and the antioxidant status of T2DM patients poorly responding to metformin: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2022;58:e19516.
12. Li Y, Zhu X, Wang K, Zhu L, Murray M, Zhou F. The potential of Ginkgo biloba in the treatment of human diseases and the relationship to Nrf2-mediated antioxidant protection. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2022;74(12):1689-99.
13. Hosaini SA, Vafaei M, Abedi B. The Effect of Aerobic Exercise and Ginkgo biloba Herbal Supplementation on Lipocalin 2 Levels and Insulin Resistance in Obese Men. *Disease and Diagnosis*. 2022;12(1):21-8.
14. Kaur S, Sharma N, Nehru B. Anti-inflammatory effects of Ginkgo biloba extract against trimethyltin-induced hippocampal neuronal injury. *Inflammopharmacol*. 2018; 26: 87-104
15. Zhang L, Liu J, Geng T. Ginkgetin aglycone attenuates the apoptosis and inflammation response through nuclear factor- κ B signaling pathway in ischemic-reperfusion injury. *J Cell Biochem* 2018. doi:10.1002/jcb. 28086
16. Jafari M, Zolaktaf V, Ghasemi G. Functional movement screen composite scores in firefighters: Effects of corrective exercise training. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2020;29(1):102-6.
17. Hasanvand B, Farhadi A. Effect of combined exercise and Ginkgo biloba supplementation for 8 weeks on brain-derived neurotrophic factor level in depressed older men. *Iranian Journal of Ageing*. 2021;16(2):234-47. [Persian]
18. Glassman G. A theoretical template for crossfit's programming. *CrossFit J*. 2003;6:1-5.
19. Feito Y, Hoffstetter W, Serafini P, Mangine G. Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of HIFT. *PloS one*. 2018 ;13(6):e0198324.
20. Metsios GS, Moe RH, Kitas GD. Exercise and inflammation. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2020;34(2):101504.

21. Ghalavand A, Ghobadi MR. Effect of Exercise and Insulin Signaling on Glucose Transporter Type 4 in Skeletal Muscles: A narrative review. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2023;31(1): 6244-6257.[Persian]
22. Flockhart M, Tischer D, Nilsson LC, Blackwood SJ, Ekblom B, Katz A, Apró W, Larsen FJ. Reduced glucose tolerance and insulin sensitivity after prolonged exercise in endurance athletes. *Acta Physiologica*. 2023;238(4):e13972.
23. Richter EA. Is GLUT4 translocation the answer to exercise-stimulated muscle glucose uptake? *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2021;320(2): E240–E243.
24. Minuzzi LG, Chupel MU, Rama L, Rosado F, Muñoz VR, Gaspar RC, Kuga GK, Furtado GE, Pauli JR, Teixeira AM. Lifelong exercise practice and immunosenescence: Master athletes cytokine response to acute exercise. *Cytokine*. 2019;115:1-7.
25. Lavin KM, Perkins RK, Jemiolo B, Raue U, Trappe SW, Trappe TA. Effects of aging and lifelong aerobic exercise on basal and exercise-induced inflammation. *Journal of Applied Physiology*. 2020;128(1):87-99.
26. Dogra S, Wolf M, Jeffrey MP, Foley RC, Logan-Sprenger H, Jones-Taggart H, Green-Johnson JM. Disrupting prolonged sitting reduces IL-8 and lower leg swell in active young adults. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2019;11:1-7.
27. Cohen M, Levkovich I, Katz R, Fried G, Pollack S. Low physical activity, fatigue and depression in breast cancer survivors: moderation by levels of IL-6 and IL-8. *International Journal of Psychophysiology*. 2020;158:96-102.
28. Makiel K, Suder A, Targosz A, Maciejczyk M, Haim A. Exercise-induced alternations of adiponectin, interleukin-8 and indicators of carbohydrate metabolism in males with metabolic syndrome. *Biomolecules*. 2023;13(5):852.
29. Bruun JM, Lihn AS, Madan AK, Pedersen SB, Schiøtt KM, Fain JN, Richelsen B. Higher production of IL-8 in visceral vs. subcutaneous adipose tissue. Implication of nonadipose cells in adipose tissue. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2004;286(1):E8-13.
30. Amir Levy Y, Ciaraldi TP, Mudaliar SR, Phillips SA, Henry RR. Excessive secretion of IL-8 by skeletal muscle in type 2 diabetes impairs tube growth: potential role of PI3K and the Tie2 receptor. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2015;309(1):E22-34.
31. Fuentes GC, Castañer O, Warnberg J, Subirana I, Buil-Cosiales P, Salas-Salvadó J, Corella D, Serra-Majem L, Romaguera D, Estruch R, Martínez JA. Prospective association of physical activity and inflammatory biomarkers in older adults from the PREDIMED-Plus study with overweight or obesity and metabolic syndrome. *Clinical nutrition*. 2020;39(10):3092-8.
32. Guo A, Li K, Xiao Q. Sarcopenic obesity: Myokines as potential diagnostic biomarkers and therapeutic targets?. *Experimental gerontology*. 2020; 139:111022.
33. Ghaderi Goodarzi S, Abbassi Dalooi A, Abdi A, Saeidi A. The Effect of 12 Weeks Combined Training and Caffeine on Plasma Levels of Interleukin-1 β and Interleukin 10 in Obese Men. *Internal Medicine Today*. 2021;27(4):450-65. [Persian]
34. Santiago DD, Lopes JS, Neto AM, Andrade CM. Analysis of Biomarkers in Response to High Intensity Functional Training (HIFT) and High Intensity Interval Training (HIIT): A Systematic Review Study. *Archives of Current Research International*. 2021;21(3):59-72.
35. Pedersen BK, Toft AD. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *British journal of sports medicine*. 2000;34(4):246-51.
36. Moradian, H., Hossein Pour Delavar, S., Zabet, A. The Effects of Eight Weeks Circuit Resistance Training on Interleukin-1 β , TNF- α and Blood Pressure in pre-Hypertensive Obese Women. *Journal of Sport Biosciences*. 2022; 14(1): 67-84. [Persian]
37. 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.

The effect of twelve weeks of high-intensity functional training and Ginkgo biloba consumption on the serum levels of some inflammatory cytokines in operational male firefighters of Yazd city

Sedaghat H¹, Taghian F^{2*}, jalali dehkordi Kh³, Naghizadeh H⁴

¹ PhD Student, Department of Sports Physiology, School of Sports Sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

² Associate Professor, Department of Sports Physiology, School of Sports Sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

³ Associate Professor, Department of Sports Physiology, School of Sports Sciences, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

⁴ Assistant Professor of Sport Physiology, Ardakan University, Ardakan, Iran

Abstract

Introduction: functional exercises and consumption of the medicinal plant Ginkgo biloba, a natural source of flavonoids and polyphenolic compounds, have beneficial effects in improving the inflammatory state and physical performance of people exposed to occupational stress. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of 12 weeks of high-intensity functional training and consumption of Ginkgo biloba extract on the serum levels of interleukin-8 and interleukin-1 β in operational male firefighters of Yazd city.

Materials and Methods: For this purpose, 48 male firefighters were randomly divided into four groups including high-intensity functional training (HIFT), high-intensity functional training with ginkgo biloba consumption, ginkgo biloba extract consumption, and control-placebo. The training was carried out for 12 weeks and 4 sessions per week. Ginkgo biloba extract (80 mg) was administered as two capsules once a day after breakfast for 12 weeks. Blood samples were taken before and 48 hours after the last training session. Data were analyzed using two-way analysis of variance with SPSS-26 software.

Results: The results showed that the interaction effect of exercise and ginkgo biloba extract, as well as the effect of exercise and ginkgo biloba extract alone, caused a significant decrease in the serum levels of interleukin-8 and interleukin-1 β ($p < 0.05$). The highest percentage of changes in interleukin-8 and interleukin-1 β were obtained following exercise intervention along with the consumption of Ginkgo biloba extract.

Conclusion: Performing high-intensity functional exercises with Ginkgo biloba extract had the greatest effect in reducing serum levels of inflammatory indicators and improving oxidative stress conditions in firefighters.

Keywords: Functional training, Ginkgo biloba, Cytokine, Operational firefighters.

This paper should be cited as:

Sedaghat H, Taghian F, jalali dehkordi Kh, Naghizadeh H. The effect of twelve weeks of high-intensity functional training and Ginkgo biloba consumption on the serum levels of some inflammatory cytokines in operational male firefighters of Yazd city Occupational Medicine Quarterly Journal. 2024; 16(3):54-67.

* Corresponding Author

Email: ft.taghian@gmail.com

Tel: +98 9133080241

Received: 13.06.2024

Accepted: 31.07.2024