

اثر مصرف حاد عصاره جینکوبیلوبا بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی و پروتئین واکنشگر-سی (CRP) متعاقب فعالیت تناوبی شدید (HIIT) در دختران فعال

سیروان آتشک*^۱ - رضا رشدی بناب^۲ - وحیده کیانمرز بناب^۳

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران. ۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، واحد

بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران. ۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه پیام نور، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۲، تاریخ تصویب: ۲۰/۰۶/۱۳۹۹)

چکیده

نتایج پژوهش‌ها بیانگر این است که فعالیت‌های ورزشی شدید به افزایش شاخص‌های التهابی، آسیب عضلانی و همچنین کاهش عملکرد ورزشکاران منجر می‌شوند. با این حال، بیان شده است که مداخلات تغذیه‌ای ممکن است التهاب و آسیب سلولی عضلانی را کاهش دهد. از این رو هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر مصرف حاد عصاره جینکوبیلوبا بر غلظت کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروناز (LDH)، به‌عنوان شاخص‌های کوفتگی عضلانی و پروتئین واکنشگر-سی (CRP) متعاقب فعالیت تناوبی شدید (HIIT) در دختران فعال (سن ۲۴/۰۶±۳/۴۳ سال، وزن ۵۷/۵۶±۶/۰۳ کیلوگرم، قد ۱۵۹/۹۸±۴/۸۷ سانتی‌متر و شاخص توده بدن ۲۲/۵۱±۲/۴۱) بود. در یک مطالعه نیمه تجربی ۲۴ دختر فعال به‌صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند و تصادفی در دو گروه مکمل جینکوبیلوبا و شبه‌دارو قرار گرفتند. افرادی که در گروه مکمل قرار گرفتند، روزانه ۱۶۰ میلی‌گرم مکمل عصاره جینکوبیلوبا را به مدت ۳ هفته دریافت کردند، در حالی که در گروه شبه‌دارو نیز شبه‌دارو (دکستروز طعم داده‌شده) به همین شکل تجویز شد. همه آزمودنی‌ها پس از ۳ هفته مکمل یاری فعالیت تناوبی شدید RAST (شامل دو دوره آزمون ۶ و هله دوی سریع با حداکثر شدت در مسافت ۳۵ متری با وهله‌های بازبافتی ۱۰ ثانیه بین هر تکرار) را انجام دادند. نمونه‌های خون وریدی کلیه آزمودنی‌ها آزمودنی‌ها در چهار مرحله جهت اندازه‌گیری شاخص‌های CK، LDH و CRP جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که فعالیت HIIT موجب افزایش معنادار سطوح CK، LDH و CRP در مراحل بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت ورزشی در هر دو گروه دارونما و مکمل می‌شود ($P < 0.05$). با این حال، مصرف مکمل جینکوبیلوبا موجب کاهش معنادار سطوح نشانگرهای CK و CRP متعاقب فعالیت HIIT در مقایسه با گروه شبه‌دارو شد ($P < 0.05$). نتایج پژوهش حاضر بیانگر این بود که مصرف مکمل عصاره جینکوبیلوبا می‌تواند در جلوگیری از افزایش نامطلوب شاخص‌های کوفتگی عضلانی و التهابی متعاقب فعالیت‌های شدید ورزشی در دختران فعال مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی

پروتئین واکنشگر-c، عصاره جینکوبیلوبا، فعالیت تناوبی شدید، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروناز.

مقدمه

انواع مختلف مواد التهابی وظیفه فعال‌سازی و احساس درد را دارند (۱). در واقع نتایج تحقیقات مختلف بیانگر این است که انجام فعالیت ورزشی شدید می‌تواند به دلیل افزایش فشارهای مکانیکی - متابولیکی وارده به سلول‌های عضلانی، به آسیب‌دیدگی غشای عضلانی، شروع فرایندهای التهابی و بروز سازوکار DOMS پس از فعالیت‌های شدید در افراد ورزشکار منجر شود (۵). در پاسخ به از دست رفتن تمامیت غشای سارکولما و نفوذپذیری غشای پلاسمایی، DOMS با افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) همراه است که از مهم‌ترین نشانگرهای غیرمستقیم آسیب عضلانی به‌شمار می‌روند (۶). علاوه بر این، آسیب عضلانی اغلب به افزایش نشانگرهای التهابی مانند پروتئین واکنشگر-C (CRP) و سایر نشانگرهای التهابی منجر می‌شود. CRP پروتئین التهابی فاز حاد است که اغلب در کبد ساخته می‌شود و در پاسخ به عفونت، التهاب و آسیب بافتی به‌طور چشمگیری افزایش پیدا می‌کند و مشخص شده است که آسیب‌های عضلانی به‌وجودآمده ناشی از انقباضات مکانیکی در فعالیت‌های ورزشی شدید به تولید و رهاسازی این قبیل از میانجی‌های التهابی منجر خواهند شد (۷). سیپرایان (۲۰۱۷) با بررسی اثر سه پروتکل ورزشی مختلف تمرینات تناوبی شدید (HIIT) بر شاخص‌های آسیب عضلانی، التهابی و اکسایشی مردان فعال به این نتیجه رسیدند که سطوح شاخص‌های CK و LDH و همچنین التهابی بلافاصله بعد از اجرای روش‌های متفاوت تمرینات ورزشی تناوبی افزایش معناداری پیدا می‌کند (۸). نتایج تحقیق گروه تحقیقاتی ویولهو و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیانگر افزایش شاخص CK و میزان DOMS پس از فعالیت‌های HIIT در مردان و زنان ورزشکار بود (۹). همچنین مشخص شده است که سطوح

درد ورزش‌های قهرمانی و رقابتی، آسیب‌های عضلانی فراساختاری، از جمله درد و کوفتگی عضلانی تأخیری (DOMS)^۱، مسئول اختلال عملکرد عضلات هستند (۱). DOMS تجربه‌ای معمول و شایع پس از انجام فعالیت‌های جسمانی است که در خصوص آن و درمان آن سازوکارهای مختلفی مطرح شده است. در واقع آسیب عضلانی ناشی از ورزش پدیده‌ای گذراست که در اثر فعالیت‌های ورزشی غیرمعمول و آسیب‌زا ایجاد می‌شود و با آسیب ساختاری تارهای عضلانی و التهاب ثانویه ناشی از نفوذ لکوسیت‌ها به بافت‌های آسیب‌دیده مشخص می‌شود (۲، ۳). این فرایند نامطلوب ممکن است موجب ایجاد درد و ناراحتی شود و کیفیت تمرین و عملکرد ورزشی را به‌ویژه در افرادی که مدت زمان محدودی برای بازگشت به حالت اولیه بین دوره‌های تمرینی یا مسابقات را دارند، کاهش دهد (۲). علائم و نشانه‌های آسیب و کوفتگی ناشی از آن اغلب پس از قطع تمرین چند روز ادامه دارد و به‌طور معمول شامل درد عضلانی، کاهش آستانه درد، تورم موضعی، کاهش ظرفیت تولید نیرو و بالا رفتن سطح برخی از آنزیم‌های جریان خون است (۳). به‌هم خوردن تعادل الکترولیت‌ها، تجمع لکوسیت‌ها و نفوذ در عضله ورزش‌کرده، همچنین افزایش سایتوکین‌های التهابی جریان خون، در زمینه DOMS و همچنین پس از ورزش‌های وامانده‌ساز و شدید مشاهده شده است (۴). از این‌رو سبب‌شناسی و راهکارهای پیشگیری از کوفتگی عضلانی موضوعی است که مورد بحث جوامع پزشکی-ورزشی قرار گرفته است و می‌تواند نقش مهمی در عملکرد ورزشکاران داشته باشد.

از طرفی گزارش شده است وجود مایعات بینابینی همراه با ادم داخل عضلانی و تورم موضعی و همچنین وجود

باشد (۱۴). یکی از مکمل‌های گیاهی که تأثیرات آنتی‌اکسیدانی دارد و از این رو احتمالاً موجب کاهش علائم DOMS و التهابی ناشی از فعالیت‌های شدید در ورزشکاران می‌شود، عصاره جینکوبیلوبا است. جینکوبیلوبا یک گیاه دارویی باستانی است که هزاران سال است در طب سنتی استفاده می‌شود (۱۵) و عصاره جینکوبیلوبا که از برگ‌های آن استخراج می‌شود، دارای ترکیبات فعال فلاونوید گلیکوزیدها، بیلوبالیدها و ترپنوئیدهاست که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی دارد و موجب از بین رفتن رادیکال‌های آزاد، جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی غشای سلولی، مهار التهاب و واکنش‌های آلرژیک و همچنین تعدیل پاسخ‌های ایمنی می‌شود (۱۶). به طوری که نتایج پژوهش‌های صورت گرفته نقش پیشگیری‌کننده مهم جینکوبیلوبا را در بیماری‌های مختلف ناشی از استرس اکسایشی در بافت‌ها گزارش داده‌اند (۱۷). به علاوه براساس بررسی‌های انجام گرفته عصاره جینکوبیلوبا در کنار خواص آنتی‌اکسیدانی به واسطه اثر روی سلول‌های التهابی و مهار تولید اکسیژن و نیتروژن فعال از خود تأثیرات ضدالتهابی نشان می‌دهد (۱۸). بنابراین از آن حیث که رادیکال‌های آزاد پاسخ‌های التهابی را در بدن به راه می‌اندازند و تخریب غشاهای سلولی ناشی از حمله آنها موجب بی‌ثباتی سلول‌ها (و متعاقباً افزایش رهاسازی محتویات و آنزیم‌های CK و LDH به عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی) می‌شود، به نظر می‌رسد که مصرف مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی مانند عصاره جینکوبیلوبا می‌تواند نقش مهمی در کاهش سطوح آسیب و التهاب ناشی از فعالیت‌های شدید ورزشی داشته باشد.

اخیراً استفاده از تمرینات HIIT با توجه به اینکه از نظر زمانی مقرون به صرفه است و مشخص شده است که روش تمرینی ایمن و کارآمد است و کارایی و اثرگذاری

شاخص التهابی CRP بلافاصله متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی نسبتاً شدید در دختران فعال افزایش می‌یابد (۱۰). بنابراین براساس شواهد علمی به نظر می‌رسد که اجرای فعالیت‌های ورزشی شدید از طریق ایجاد آسیب عضلانی و افزایش نشانگرهای التهابی عملکرد فرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در ورزشکاران اجرای تمرینات و شرکت در مسابقات را با اختلال مواجه می‌سازد، به طوری که موجب کاهش عملکرد ورزشی و مانع نمایش مهارت‌های ورزشی آنها خواهد شد (۱۱).

با این حال، بیان شده است استفاده از مکمل‌های خوراکی و تغذیه‌ای ضد اکسایشی و ضد التهابی می‌تواند به نحو مطلوبی از بروز آسیب‌های ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید جلوگیری به عمل آورد. همچنین با توجه به روشن شدن عوارض جانبی و آثار زیانبخش داروهای شیمیایی و مشخص شدن این مسئله که استفاده مکرر از این داروها به تخریب دیواره موکوسی معده، روده و همچنین افزایش خطر بیماری‌های قلبی و عروقی منجر می‌شود، استفاده از واسطه‌های ضدالتهابی طبیعی و گیاهان دارویی ایمن تر به نظر می‌رسد (۱۲). در این خصوص نتایج اغلب پژوهش‌ها بیانگر این است که مکمل‌سازی پلی‌فنول‌های موجود در گیاهان دارویی پیش یا بعد از فعالیت‌های ورزشی از طریق سازوکارهای آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی می‌تواند موجب بهبود ریکاوری به دنبال آسیب و کوفتگی عضلانی شود (۱۳). در این زمینه کانلی^۱ و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند که استفاده از مکمل‌های غذایی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها به شکلی فزاینده در درمان بسیاری از مشکلات مانند کوفتگی عضلانی کاربرد پیدا کرده است، به طوری که باور بر این است که مصرف مکمل‌های غذایی پیش از ورزش ممکن است اثر پیشگیری‌کننده در برابر آسیب‌های سلولی و التهابی داشته

بیشتری بر پارامترها و شاخص‌های سلامت و عملکردی دارد، بسیار مورد توجه مربیان و فیزیولوژیست‌های ورزشی قرار گرفته و به‌عنوان جایگزین مناسبی برای شیوه‌های تمرینی سنتی (مقاومتی-استقامتی) مطرح شده است (۱۹). با این حال، نظر به اینکه که انجام فعالیت‌های ورزشی شدید، از طریق اعمال فشار مکانیکی - متابولیکی و همچنین توسعه استرس اکسایشی به فعال‌سازی آبشار پیام‌رسان التهابی و بروز آسیب بافتی به‌خصوص در عضلات اسکلتی و اختلال در عملکرد یا کیفیت ورزشی در افراد فعال منجر می‌شود (۲۰)، تدوین راهکارهای مؤثر تغذیه‌ای برای کاهش علائم آسیب عضلانی، به‌ویژه برای ورزشکاران فعال در رشته‌هایی مانند تکواندو و ووشو (به‌عنوان رشته‌های ورزشی مدال‌آور در عرصه‌های بین‌المللی به‌ویژه در بخش دختران) که گاهاً در زمان مسابقات در طول یک الی دو روز چندین مسابقه پرفشار و شدید را انجام می‌دهند و نیازمند ریکاوری سریع بین رقابت‌ها هستند، از اهمیت ویژه‌ای برای ورزشکاران، مربیان و متخصصان تغذیه‌ای ورزشی برخوردار است (۲). از این رو پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر مصرف کوتاه‌مدت عصاره جینکوبیلوبا بر شاخص‌های کوفتگی و آسیب عضلانی و همچنین التهابی (LDH و CRP, CK) در دختران فعال پس از اجرای فعالیت تناوبی شدید (HIIT) صورت پذیرفت.

روش بررسی

پژوهش حاضر در قالب طرح تحقیقی نیمه‌تجربی دو گروه شامل گروه‌های تجربی (مکمل جینکوبیلوبا) و کنترل (شبه‌دارو) با اندازه‌گیری‌های مکرر انجام گرفت. جامعه آماری پژوهش شامل تمامی دختران ورزشکار رشته‌های رزمی تکواندو و ووشو با سابقه حداقل ۳ سال فعالیت منظم ورزشی بود که از طریق فراخوان برای شرکت در تحقیق حاضر آگاه شدند و اعلام آمادگی کردند. بدین ترتیب که در

پی اطلاع‌رسانی و دعوت به همکاری در طرح ورزشی، طی یک جلسه هماهنگی، آزمودنی‌ها در جریان کامل طرح، اهداف، روش اجرای تحقیق و خطرهای احتمالی ناشی از شرکت در تحقیق قرار گرفتند و ضمن تکمیل برگه رضایت‌نامه آگاهانه، پرسشنامه سلامتی و سابقه ورزشی مراحل اجرای تحقیق برای آنها تشریح شد. معیارهای ورود به تحقیق شامل عدم ابتلا به بیماری‌های عفونی، کبدی، قلبی و عروقی و متابولیکی، انجام ندادن جراحی، عدم مصرف هرگونه دارو یا مکمل تغذیه‌ای، عدم رژیم‌گیری تغذیه‌ای، عدم مصرف الکل و دخانیات در فاصله شش ماه پیش از شرکت در تحقیق بود (۲۱). ضمن اینکه معیارهای خروج شامل مصرف الکل یا دخانیات، عدم مصرف صحیح مکمل، عدم اجرای صحیح آزمون و شرکت در برنامه ورزشی و عدم رعایت سایر نکات توصیه‌شده از سوی محقق بود. در نهایت از میان داوطلبان باقیمانده ۲۴ نفر به‌صورت هفتمند و در دسترس انتخاب شدند که تصادفی به دو گروه تجربی (مکمل جینکوبیلوبا) و کنترل (شبه‌دارو) و هر گروه به تعداد ۱۲ نفر جایگزین شدند. هفت روز پیش از شروع تحقیق، اطلاعات مربوط به شاخص‌های ترکیب بدن شامل قد، وزن و درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه ضخامت‌سنج پوستی و قرار دادن در فرمول سه‌نقطه‌ای دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا (چین پوستی سه‌سر بازو، فوق‌خاصه و ران) محاسبه شد. به‌منظور همسان‌سازی گروه‌ها پیش از اجرای پژوهش از نمایه توده بدن (BMI) استفاده شد.

افرادی که در گروه مکمل قرار گرفتند، روزانه ۱۶۰ میلی‌گرم مکمل عصاره جینکوبیلوبا (شامل ۲ قرص ۸۰ میلی‌گرمی) را بعد از صبحانه و به مدت ۳ هفته دریافت کردند، درحالی‌که در گروه شبه‌دارو نیز شبه‌دارو (دکستروز طعم داده‌شده) به همین شکل تجویز شد. شایان ذکر است آزمودنی‌ها در این ایام در فصل خارج از مسابقات و آماده‌سازی بوده و براساس توصیه محققان دارای حداقل

مکمل پرداختند و نمونه‌های خونی بعدی، بلافاصله قبل، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت پس از اجرای فعالیت HIIT از آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد. روش اندازه‌گیری به این ترتیب بود که در هر مرحله مقدار ۵ میلی‌لیتر خون از محل ورید پیش‌آرنجی آزمودنی‌ها با استفاده از سرنگ‌های ۵CC گرفته شد. سپس نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه جهت لخته شدن به مدت ۲۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه انکوبه و بلافاصله با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ ساخت شرکت هیتک آلمان به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و سرم جدا شده در میکروتیوپ‌ها جمع‌آوری و تا زمان آزمایش‌ها در فریزر ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس غلظت LDH و CK با استفاده از کیت‌های معتبر شرکت پارس‌آزمون با حساسیت یک واحد و ضریب تغییرات ۱/۶-۱/۴ درصد به کمک دستگاه اتوآنالیزر کوپاس میرا پلاس ساخت سوئیس اندازه‌گیری شدند. به‌علاوه CRP با استفاده از کیت انسانی Diagnostics Biochem کشور کانادا و روش الیزا اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات و حساسیت روش اندازه‌گیری CRP به ترتیب ۵/۷ درصد و ۸/۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر بود.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شد. همچنین فرض همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. برای آزمون مفروضه کرویت از آزمون کرویت موخلی استفاده شد که در صورت معنادار بودن این آزمون (برقرار نبودن مفروضه کرویت) آزمون عامل اصلاح اپسیلون گرین هاوس-گیسر به کار گرفته شد. سپس برای بررسی تغییرات شاخص‌های سرمی در هر گروه و مقایسه دو گروه (مکمل، شبه‌دارو) از ANOVA با اندازه‌گیری مکرر با عامل بین‌گروهی و همچنین ANOVA یکراهه استفاده

فعالیت ورزشی بودند. هر قرص جینکوبیلوبای مورد استفاده در این پژوهش با ترکیبات مؤثره ۲۴٪ فلاونوئید گلیکوزیدها و ۶٪ لاکتون‌های ترپن بود که از شرکت اهورا دارو با پروانه ساخت (۸۵-۱۹۶-ت) و شماره مجوز بهداشت ۱۲۲۸۱۰۳۵۴۴ سفارش داده شده و تهیه شد. از تمامی آزمودنی‌های دو گروه درخواست شد که در طول پژوهش، از رژیم غذایی معمول خود پیروی کنند و بسته به گروهی که در آن بودند، فعالیت بدنی خود را تغییر ندهند یا در فعالیت‌های ورزشی دیگر شرکت نکنند.

یک روز پس از آخرین جلسه مصرف مکمل گیاهی افراد دو گروه در یک آزمون ورزشی تناوبی شدید (HIIT) تحت نظارت پژوهشگر و همکارانش در سالن آمادگی جسمانی شرکت کردند. آزمون مورد استفاده دویدن سرعت بی‌هوازی^۱ (RAST) بود. روش اجرای آزمون به این ترتیب بود که آزمودنی‌ها مسیر مستقیم ۳۵ متری را ۶ وهله با تمام توان و با وهله‌های بازیافتی ۱۰ ثانیه‌ای با دو دوره (با فاصله استراحت ۱ دقیقه بین هر دوره) دویدند (۲۲). شایان ذکر است که آزمودنی‌ها پیش از پرداختن به فعالیت ۵ دقیقه را به گرم کردن استاندارد شامل دویدن و انجام حرکات کششی پرداخته و پس از پایان آزمون نیز به انجام حرکات سرد کردن بدن می‌پرداختند، همچنین با ایجاد انگیزه آزمون رست با تمام توان اجرا شد. به‌منظور بررسی شاخص‌های التهابی و کوفتگی عضلانی موردنظر عمل خون‌گیری از تمامی آزمودنی‌های دو گروه در چهار مرحله صورت گرفت. بدین ترتیب اولین مرحله خون‌گیری یک روز پیش از مصرف مکمل در ساعت ۸ صبح به حالت ناشتا از محل ورید پیش‌آرنجی آزمودنی‌ها اخذ شد. در این مرحله از همه آزمودنی‌ها خواسته شده بود که دو روز پیش از نمونه‌گیری از انجام هرگونه فعالیت ورزشی سنگین بپرهیزند. سپس آزمودنی‌ها به مدت ۳ هفته به مصرف

در ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های دو گروه از جمله سن، وزن، قد، درصد چربی و شاخص توده بدنی پیش از شروع مطالعه، در جدول ۱ ارائه شده است که نتایج آزمون نشان می‌دهد که بین دو گروه مکمل عصاره جینکوبیلوبا با شبه‌دارو تفاوت معناداری در مقادیر شاخص‌های ترکیب بدن و فیزیولوژیکی در ابتدای پژوهش وجود ندارد ($P > 0.05$) و گروه‌ها از این نظر همگن هستند.

شد و برای بررسی معناداری از آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. تمامی محاسبات آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS24 انجام گرفت.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد و همچنین نتایج آزمون آنالیز واریانس یکطرفه جهت بررسی وجود یا نبود اختلاف

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها دو گروه در پیش از آزمون

متغیر	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	درصد چربی بدن	BMI (kg/m^2)
مکمل جینکوبیلوبا	۲۳/۳±۲۹/۹۷	۱۵۹/۵±۸۲/۴۸	۵۶/۶±۹۴/۳۱	۱۸/۲±۷۲/۹۲	۲۲/۲±۳۱/۹۲
شبه‌دارو	۲۴/۳±۸۲/۴۳	۱۶۰/۴±۱۴/۴۱	۵۸/۵±۱۹/۹۶	۱۹/۴±۵۴/۷۸	۲۲/۲±۷۲/۴۸
P-value	۰/۲۸۸	۰/۸۷۶	۰/۶۲۵	۰/۶۱۹	۰/۶۹۰

($P >$)

تفاوت معناداری در بین دو گروه وجود نداشت (۰/۰۵)

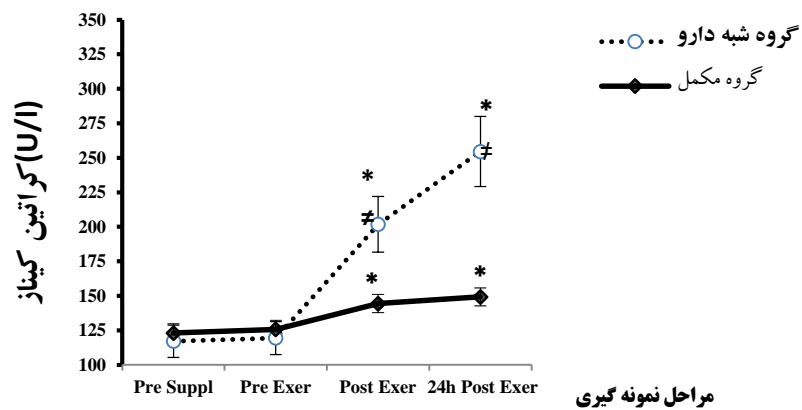
و CRP ($F=34/45, P=0/000$) در مراحل مختلف اندازه‌گیری بود، بدین معنا که صرف‌نظر از عامل گروه، آزمون ورزشی HIIT در مراحل مختلف اندازه‌گیری غلظت این نشانگرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌علاوه اثر تعامل گروه در زمان بر غلظت شاخص‌های مذکور معنادار بود ($P < 0.05$)، به‌عبارت دیگر، اثر مکمل جینکوبیلوبا در گروه‌های موردنظر وابسته به زمان است.

با توجه به مشاهده تفاوت معنادار در دوره‌های زمانی از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد که نتایج این آزمون نشان داد که غلظت CK بلافاصله بعد از آزمون ورزشی HIIT در هر دو گروه به‌طور معناداری افزایش پیدا می‌کند ($P < 0.05$). با این حال تفاوت معناداری در فعالیت آنزیم در بین دو گروه در بلافاصله بعد از آزمون ($P=0/014$) و ۲۴ ساعت بعد از آزمون HIIT ($P=0/004$) وجود دارد و غلظت این نشانگر به‌طور معناداری در گروه مکمل جینکوبیلوبا نسبت به شبه‌دارو کمتر است. به‌عبارتی مصرف مکمل جینکوبیلوبا موجب جلوگیری از افزایش چشمگیر

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که توزیع تمام متغیرهای مورد سنجش، طبیعی است. همچنین همگن بودن واریانس‌های دو گروه مکمل جینکوبیلوبا با شبه‌دارو در کل شاخص‌های مورد مطالعه تأیید شد. از طرفی، نظر به اینکه سطح معناداری محاسبه‌شده برای آزمون کرویت موخلی کمتر از ۰/۰۵ بود، فرض کرویت ماتریس واریانس-کوارانس در نشانگرهای مورد مطالعه برقرار نبود و از این رو از آزمون تحلیل واریانس تعدیل‌یافته با استفاده از آزمون جایگزین گرین‌هاوس-گیسر با تعدیل درجه آزادی استفاده شد. در این زمینه نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر با ۲ عامل گروه (مکمل جینکوبیلوبا و شبه‌دارو) و ۴ زمان اندازه‌گیری (پیش از مصرف مکمل، سه هفته بعد از مصرف مکمل و بلافاصله پیش از آزمون ورزشی، بلافاصله بعد از آزمون ورزشی و ۲۴ بعد از آزمون ورزشی، HIIT) به‌صورت ۲×۴ حاکی از تفاوت معنادار درون‌گروهی و معنادار بودن اثر اصلی زمان در رابطه با غلظت CK و LDH ($F=115/77, P=0/000$)، ($F=123/05, P=0/000$)

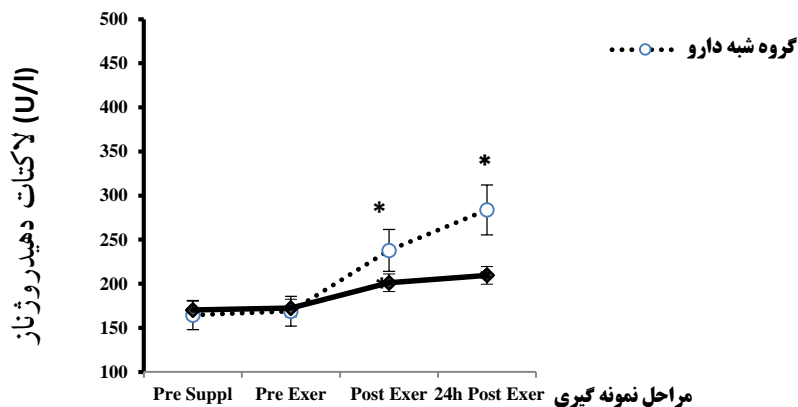
معنادار در الگوی تغییرات بین‌گروهی در رابطه با شاخص التهابی CRP بود، به‌طوری‌که غلظت این بیومارکر در بلافاصله بعد از آزمون ورزشی به‌طور معناداری در هر دو گروه و تنها در ۲۴ ساعت بعد از آزمون ورزشی HIIT در گروه شبه‌دارو افزایش پیدا می‌کند ($P < 0.05$). به‌عبارت دیگر، مصرف مکمل جینکوبیلا موجب جلوگیری از افزایش نامطلوب شاخص التهابی CRP در گروه دریافت‌کننده مکمل در مقایسه با شبه‌دارو شده است (نمودار ۳).

فعالیت CK در بلافاصله و ۲۴ ساعت بعد از آزمون ورزشی در مقایسه با گروه شبه‌دارو شده است (نمودار ۱). همچنین غلظت LDH در زمان‌های بلافاصله و ۲۴ ساعت بعد از آزمون ورزشی HIIT در هر دو گروه به‌طور معناداری افزایش پیدا می‌کند ($P < 0.05$). با این حال تفاوت معناداری در فعالیت این آنزیم در بین دو گروه در مراحل مختلف نمونه‌گیری مشاهده نشد، که بیانگر عدم اثرگذاری مکمل جینکوبیلوبا بر غلظت LDH است (نمودار ۲). به‌علاوه، نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی بیانگر وجود اختلاف



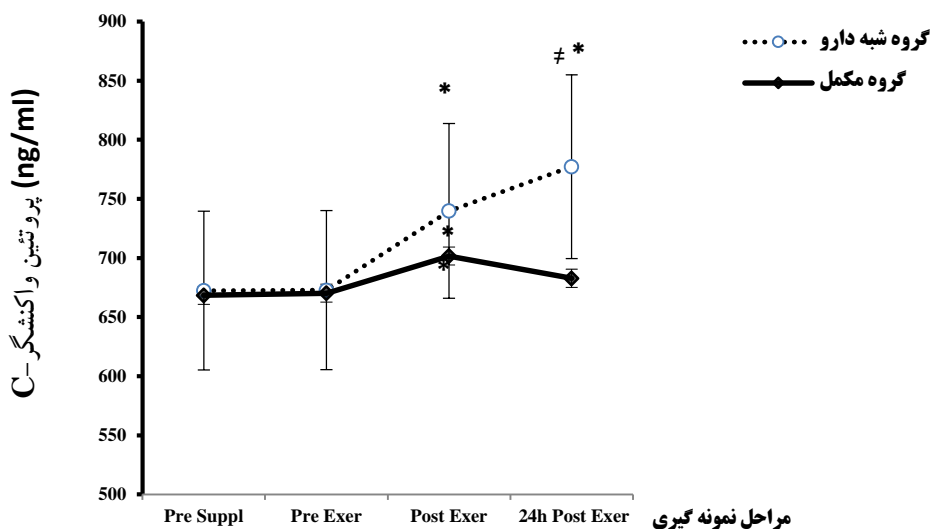
نمودار ۱. تغییرات غلظت CK در گروه‌های مکمل جینکوبیلوبا و شبه‌دارو پس از آزمون HIIT

* تفاوت با مراحل پیش از آزمون ورزشی و مصرف مکمل ($P < 0.05$)، # تفاوت بین دو گروه مکمل جینکوبیلوبا با شبه‌دارو ($P < 0.05$)



نمودار ۲. تغییرات غلظت LDH در گروه‌های مکمل جینکوبیلوبا و شبه‌دارو پس از آزمون ورزشی HIIT

* تفاوت با قبل از آزمون ورزشی و قبل از مصرف مکمل ($P < 0.05$)



نمودار ۳. تغییرات شاخص پروتئین واکنشگر-CRP در گروه‌های مکمل جینکوبیلوبا و شبه‌دارو پس از آزمون ورزشی HIIT

* تفاوت با مراحل پیش از آزمون ورزشی و مصرف مکمل ($P < 0.05$)

تفاوت بین دو گروه مکمل جینکوبیلوبا با شبه‌دارو ($P < 0.05$)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که صرف‌نظر از مصرف مکمل، انجام فعالیت ورزشی شدید موجب افزایش شاخص‌های کوفتگی عضلانی (CK, LDH) و همچنین شاخص التهابی CRP می‌شود. همسو با یافته‌های پژوهش حاضر سیپرایان (۲۰۱۷) نشان داد که انجام پروتکل‌های مختلف فعالیت‌های تناوبی شدید موجب افزایش معنادار غلظت شاخص‌های CK و LDH و همچنین شاخص التهابی می‌شود (۸). به‌طور مشابه گروه تحقیقاتی حجتی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند انجام آزمون بی‌هوازی و تناوبی شدید RAST موجب افزایش معنادار غلظت آنزیم‌های آسیب عضلانی CK و LDH در هر دو دسته زنان فعال و غیرفعال خواهد شد (۲۲). به‌علاوه محمدی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند که فعالیت‌های بدنی شدید در قالب رقابتی‌های ورزشی به آسیب عضلانی در ورزشکاران منجر شده که با افزایش مقادیر CK, LDH و همچنین نشانگرهای غیراختصاصی التهابی در خون

ورزشکاران قابل مشاهده است (۲۳). به‌علاوه سلیمانی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش دادند که فعالیت هوازی وامانده‌ساز آستراند با شدت ۸۵ - ۹۵ درصد HRmax موجب افزایش سطوح شاخص التهابی CRP و همچنین شاخص‌های آسیب عضلانی کراتین کیناز در پسران فعالی دارای اضافه وزن می‌شود (۲۴). همین محققان در پژوهش دیگری نشان دادند که اجرای هر دو نوع فعالیت‌های هوازی (آزمون آستراند) و تناوبی شدید (RAST) موجب افزایش معنادار شاخص‌های آسیب عضلانی در پسران فعال می‌شود (۲۵). سازوکارهای مختلفی در خصوص افزایش شاخص‌های کوفتگی عضلانی و التهابی ناشی از فعالیت ورزشی شدید قابل مطرح است. به‌طوری‌که محققان اظهار داشته‌اند که فعالیت‌های ورزشی شدید به‌عنوان یک عامل فشارآفرین جسمانی با اعمال فشار مکانیکی-متابولیکی بر روی تارچه‌های عضلانی به پارگی تارچه‌ها، پارگی غشای سلول عضلانی و ناپایداری آن، برهم خوردن هموستاز کلسیم و فعال شدن مسیرهای دژنراتیو درون‌سلولی و

علل احتمالی تناقض در نتایج این مطالعات با نتایج پژوهش حاضر صرف‌نظر از تفاوت‌های فردی در پاسخ این شاخص‌ها به فعالیت‌های ورزشی، شرایط و سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها، نوع و مدت زمان فعالیت‌های ورزشی مورد استفاده و به‌ویژه شدت انجام آنها باشد. به‌طوری‌که در این زمینه مفلحی^۳ و همکاران (۲۰۱۲) پس از بررسی شدت‌های مختلف فعالیت‌های ورزشی بر نشانگرهای آسیب عضلانی و استرس اکسایشی، اظهار داشتند که فعالیت ورزشی با شدت‌های بالاتر موجب افزایش بیشتر در نشانگر کراتین کیناز می‌شود (۳۰). به‌طور مشابه کالگاری^۴ و همکاران (۲۰۱۷) مشاهده کردند که مقادیر CK سرمی به‌عنوان شاخص آسیب و کوفتگی عضلانی، تنها بعد از اجرای فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا در مقایسه با شدت‌های پایین‌تر در مردان ورزشکار افزایش پیدا می‌کند (۳۱). از این‌رو در تحقیق حاضر به‌نظر می‌رسد که پس از اجرای فعالیت شدید تناوبی از طریق سازوکار پارگی و آسیب عضلانی در سطح سارکومری و تغییرات سطوح هورمون‌ها و کاتکولامین‌ها و فعال شدن مسیرهای آبشار التهابی، به‌رأیش و افزایش شاخص‌های کوفتگی عضلانی CK و LDH و همچنین شاخص التهابی CRP در سرم افراد مورد مطالعه شده است.

همان‌طور که ذکر شد، در سال‌های اخیر برخی محققان و متخصصان پزشکی ورزشی در یافته‌های تحقیقاتی خود اظهار داشته‌اند که استفاده از مکمل‌های خوراکی و تغذیه‌ای ضد اکسایشی و ضد التهابی به‌ویژه با منشأ گیاهی و طبیعی می‌تواند به‌نحو مطلوبی از بروز تغییرات نامطلوب کوفتگی عضلانی و التهابی ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید جلوگیری کند (۲،۱۱). به‌طوری‌که بخشی از یافته‌های مهم پژوهش حاضر بیانگر این بود که مصرف

افزایش ترشح مواد درون‌سلولی و نشت آنها به درون جریان خون در عضلات ورزش کرده منجر می‌شود (۲۵، ۲۶). به‌علاوه انباشت کلسیم درون‌سلولی همراه با تخریب بافتی و افزایش فشار اکسایشی ناشی از انفجار نوتروفیلی (افزایش پراکسیداسیون لیپیدی غشایی) در اثر فعالیت‌های ورزشی، به‌فعال‌سازی عامل نسخه‌برداری کاپایی (NF-kB) و فعال شدن آبشار التهابی و افزایش بیان پروتئین‌های التهابی از قبیل CRP می‌انجامد (۲۷). برخی محققان نیز افزایش سطوح کاتکولامین‌ها و کورتیکواستروئیدها ناشی از ورزشی را از طریق تأثیر بر گیرنده‌های بتا-آدرنژیک سلول‌های کبدی مسئول سنتز شاخص‌های التهابی و ترشح CRP معرفی کرده‌اند (۲۸). در تحقیق حاضر به‌نظر می‌رسد پس از اجرای فعالیت شدید تناوبی از طریق سازوکار پارگی و آسیب عضلانی در سطح سارکومری و تغییرات سطوح هورمون‌ها و کاتکولامین‌ها و فعال شدن آبشار التهابی به‌افزایش نشانگرهای کوفتگی عضلانی CK و LDH و همچنین شاخص التهابی CRP در آزمودنی‌های مورد مطالعه منجر شده است. همچنین به‌نظر می‌رسد فعالیت شدید با تولید و ره‌ایش میانجی‌های التهابی موجب ورود نوتروفیل‌ها به‌گردش خون و نفوذ آنها به‌بافت عضلانی و متعاقب آن آسیب عضلانی ناشی از فاگوسیتوز و نشت آنزیم‌های CK و LDH به‌خون شده است.

با این حال در تضاد با یافته پژوهش حاضر اخیراً ییمچارن^۱ و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند یک جلسه فعالیت ورزشی با شدت متوسط با وجود افزایش اندک در سطح CK، تأثیر معناداری بر شاخص‌های LDH و CRP در زنان سالم غیرورزشکار ندارد (۲۰). ماتسیس^۲ و همکاران (۲۰۰۶) نیز عدم تغییر معنادار این شاخص‌ها را بعد از یک جلسه فعالیت ورزشی گزارش دادند (۲۹). شاید از جمله

3 . Moflehi
4 . Callegari

1 . Yimcharoen
2 . Matsus

مکمل عصاره جینکوبیلوبا می‌تواند سبب جلوگیری از افزایش چشمگیر نشانگرهای CK و CRP پس از فعالیت ورزشی شدید در دختران فعال دریافت‌کننده مکمل در مقایسه با گروه شبه‌دارو شود. به نظر می‌رسد تأثیرات آنتی‌اکسیدانی قوی و پاکسازی رادیکال‌های آزاد به‌عنوان بخشی از سازوکارهای احتمالی مصرف عصاره جینکوبیلوبا در کاهش عوامل کوفتگی عضلانی و پاسخ‌های التهابی قابل ذکر باشد، چراکه شواهد علمی بیانگر این است که افزایش تولید رادیکال‌های آزاد متعاقب فعالیت‌های ورزشی شدید ممکن است سبب پراکسیداسیون لیپید، آسیب به غشای سلول و تغییرات نامطلوب در بسیاری از شاخص‌های آسیب سلول و التهاب شود (۲۸). با این حال محققان گزارش داده‌اند که مصرف عصاره جینکوبیلوبا می‌تواند موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش شاخص آسیب پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از رادیکال‌های آزاد بعد از فعالیت استقامتی شود (۳۲). رای^۱ و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که مکمل جینکوبیلوبا دارای تأثیرات ضداسترس است و تجویز آن موجب جلوگیری از افزایش کراتین کیناز در موش‌ها در شرایط استرس‌زا می‌شود (۳۳). لو^۲ و همکاران (۲۰۱۱) نیز به بررسی اثر مصرف عصاره جینکوبیلوبا بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، شاخص‌های التهابی و ایمنی موش‌های صحرائی با شرایط ایسکمی و رپر فیوژن پرداختند و نشان دادند که مصرف مکمل جینکوبیلوبا به‌طور معناداری موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش CK و LDH و نشانگرهای التهابی در مقایسه با گروه کنترل می‌شود (۳۴). همچنین برخی مطالعات کاهش نشانگرهای التهابی و آسیب عضلانی را به تأثیرات ضدالتهابی عصاره جینکوبیلوبا نسبت داده‌اند، به‌طوری‌که در این زمینه گزارش شده است

که عصاره برگ‌های جینکو موجب اختلال و کاهش بیان ژن عامل هسته‌ای کاپایی (NF-κB) از طریق فعال‌سازی پروتئین کیناز فعال‌شده با AMP و همچنین مهار آنزیم‌های سیکلواکسیژناز می‌شود (۳۵). NF-κB از طریق فعال کردن مسیر پیام‌رسان آبشار التهابی می‌تواند در افزایش بیان پروتئین‌های التهابی مانند CRP و کوفتگی عضلانی (LDH و CK) نقش داشته باشد (۳۶). در این خصوص لای^۳ و همکاران (۲۰۱۷) گزارش دادند مصرف جینکوبیلوبا موجب کاهش بیان ژن NF-κB و نیز کاهش سطح آنزیم‌های CK، LDH و CK-MB و سرکوب فرایند التهاب و تنظیم‌کننده‌های آپوپتوز در موش‌های دچار انفارکتوس حاد میوکارد (AMI) می‌شود (۳۷). اخیراً آزیز^۴ و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که مصرف ۳ ماهه عصاره جینکوبیلوبا موجب کاهش بیان پروتئین فاز حاد CRP و سایر سایتوکین‌های پیش‌التهابی در بیماران مبتلا به سندروم متابولیک می‌شود (۳۸). با اینکه هدف از تحقیق حاضر بررسی سازوکارهای سلولی-مولکولی مسئول تغییرات نشانگرهای التهابی و مسیرهای پیام‌رسان سلولی نبوده است، با این حال به نظر می‌رسد مصرف مکمل ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی جینکوبیلوبا از طریق حذف بنیان‌های آزاد و افزایش توان ضد اکسایشی به کاهش پراکسیداسیون چربی‌های غشایی و کاهش آسیب وارده به غشای فسولپیدی سلول عضلانی منجر می‌شود و از این‌رو تا حدودی از نشت و نفوذ شاخص‌های آسیب عضلانی (CK) به مایعات خارج‌سلولی جلوگیری می‌کند. همچنین مصرف مکمل می‌تواند از طریق فعال‌سازی سیستم‌های بازخورد منفی و مهار آبشارهای پیام‌رسان سلولی و کاهش بیان ژن NF κB موجب کاهش شاخص التهابی CRP در گروه مصرف‌کننده مکمل بعد از ۲۴ ساعت بعد از فعالیت

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی شرکت‌کنندگان در پژوهش و افرادی که در انجام پژوهش ما را یاری دادند، کمال امتنان و تشکر را داریم.

ورزشی و سوق آن به سمت مقادیر پایه قبل از فعالیت می‌گردد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به حجم کم نمونه‌ها در هر گروه (چراکه افزایش تعداد آزمودنی موجب افزایش توان آزمون‌های آماری و کاهش خطای استاندارد خواهد شد) و همچنین عدم اندازه‌گیری شاخص‌های مورد مطالعه در زمان‌های ۴۸ تا ۷۲ ساعت بعد از فعالیت، عدم کنترل دقیق رژیم غذایی دریافتی و برنامه روزانه آزمودنی‌ها اشاره داشت. در مجموع یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل عصاره جینکوبیلوبا موجب جلوگیری از افزایش نامطلوب شاخص‌های کوفتگی عضلانی و التهابی متعاقب فعالیت‌های تناوبی شدید می‌شود و از این‌رو ممکن است از این طریق بتواند موجب تسریع در ترمیم و بازسازی و کاهش آسیب‌های وارده بر سلول‌های عضلانی و بهبود عملکرد ورزشی شود. به‌طوری‌که گروهی از محققان اظهار داشته‌اند که مصرف این مکمل سبب بهبود توانایی ورزشی و به تأخیر انداختن خستگی و بهبود دوره بازیافت پس از فعالیت ورزشی شدید می‌شود (۳۲). بنابراین با در نظر گرفتن جوانب احتیاط می‌توان مصرف این مکمل گیاهی (که در کنار اندازه‌گیری مقادیر پایه شاخص‌ها در پیش از مصرف مکمل یکی از نقاط قوت اصلی تحقیق حاضر استفاده از این مکمل گیاهی به‌جای داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی و مکمل‌های شیمیایی است) را به مربیان و افراد ورزشکار توصیه کرد. همچنین توصیه می‌شود پژوهشگران در مطالعات آتی خود ضمن رعایت و برطرف کردن محدودیت‌های پژوهش حاضر به اندازه‌گیری سایر نشانگرهای التهابی مانند اینترلوکین-۶ و TNF-a (که شروع‌کننده مسیر پیام‌رسان التهابی‌اند) و همچنین نشانگرهای استرس اکسایشی برای مشخص شدن سازوکارهای دقیق‌تر سلولی یافته‌های مطالعه بپردازند.

منابع و مآخذ

1. Hotfiel T, Mayer I, Huettel M, Hoppe MW, Engelhardt M, Lutter C, et al. Accelerating Recovery from Exercise-Induced Muscle Injuries in Triathletes: Considerations for Olympic Distance Races. *Sports*. 2019;7(6):143.
2. Harty PS, Cottet ML, Malloy JK, Kerksick CM. Nutritional and supplementation strategies to prevent and attenuate exercise-induced muscle damage: A brief review. *Sports medicine-open*. 2019;5(1):1.
3. Peake JM, Suzuki K, Wilson G, Hordern M, Nosaka K, Mackinnon L, et al. Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005;37(5):737-45.
4. Hotfiel T, Freiwald J, Hoppe MW, Lutter C, Forst R, Grim C, et al. Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS): Part I :Pathogenesis and diagnostics. *Sportverletzung·Sportschaden*. 2018;32(04):243-50.
5. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *Journal of applied physiology*. 2007;103(2):693-9.
6. Yanagisawa O, Sakuma J, Kawakami Y, Suzuki K, Fukubayashi T. Effect of exercise-induced muscle damage on muscle hardness evaluated by ultrasound real-time tissue elastography. *Springerplus*. 2015;4(1):1-9.
7. Peake JM, Neubauer O, Della Gatta PA, Nosaka K. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of applied physiology*. 2017;122(3):559-70.
8. Cipryan L. IL-6, antioxidant capacity and muscle damage markers following high-intensity interval training protocols. *Journal of human kinetics*. 2017;56(1):139-48.
9. Wiewelhove T, Raeder C, Meyer T, Kellmann M, Pfeiffer M, Ferrauti A. Markers for Routine Assessment of Fatigue and Recovery in Male and Female Team Sport Athletes during High-Intensity Interval Training. *PLoS One*. 2015;10(10):e0139801.
10. Ahmadi M, Shadmehri S. The effect of a single bout of aerobic exercise on ergometer on inflammatory and hormonal markers in active girls. *Report of Health Care*. 2018;4(1):44-54.
11. Delfani Z, Shahidi F. A Comparison of the Effect of Purslane Extract and Ibuprofen on Delayed Onset Muscle Soreness after an Intensive Resistance Session in Male Athletes. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2019;11(12):159-68.
12. Atashak S. A review of the antioxidant effects of medicinal plants in athletes. *Journal of Medicinal Plants*. 2015;2(54):1-14.
13. Bowtell J, Kelly V. Fruit-derived polyphenol supplementation for athlete recovery and performance. *Sports Medicine*. 2019;49(1):3-23.
14. Connolly DA, Sayers SP, McHugh MP. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *Journal of strength and conditioning research*. 2003;17(1):197-208.
15. Zayed AE, Saleh A, Gomaa A, Abd-Elkareem M, Anwar MM, Hassanein K, et al. Protective effect of Ginkgo biloba and magnetized water on nephropathy in induced type 2 diabetes in rat. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2018;2018:1785614.

16. Chen L, Zhang C, Han Y, Meng X, Zhang Y, Chu H, et al. Ginkgo biloba Extract (EGb) Inhibits Oxidative Stress in Neuro 2A Cells Overexpressing APPsw. *BioMed research international*. 2019;2019.
17. Khafaga AF, Bayad AE. Ginkgo biloba extract attenuates hematological disorders, oxidative stress and nephrotoxicity induced by single or repeated injection cycles of cisplatin in rats: physiological and Pathological Studies. *Asian J Anim Sci*. 2016;10:235-46.
18. Sastre J, Millan A, de la Asuncion JG, Pla R, Juan G, Pallardo FV, et al. A Ginkgo biloba extract (EGb 761) prevents mitochondrial aging by protecting against oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*. 1998;24(2):298-304.
19. Cuddy TF, Ramos JS, Dalleck LC. Reduced exertion high-intensity interval training is more effective at improving cardiorespiratory fitness and cardiometabolic health than traditional moderate-intensity continuous training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16. ۴۸۳:(۳)
20. Yimcharoen M, Kittikunnathum S, Suknikorn C, Nak-On W, Yeethong P, Anthony TG, et al. Effects of ascorbic acid supplementation on oxidative stress markers in healthy women following a single bout of exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2019;16(1):2.
21. Atashak S, Setamdideh M. Effect of consumption of ginseng on laboratory muscular damage indices of young boxers after acute aerobic exercise. *complementary Medicine Journal*. 2017;6(4):1677-89.
22. Hojati SS, Hosseini SRA, Soltani H, Hojati Z. The effect of RAST anaerobic test on creatine phosphokinase and lactate dehydrogenase enzymes in active and non-active females. *Advances in Environmental Biology*. 2013;7(7):1271-4.
23. Mohamed S, Lamy N, Hamda M. Effect of Maximal Versus Supra-Maximal Exhausting Race on Lipid Peroxidation, Antioxidant Activity and Muscle-Damage Biomarkers in Long-Distance and Middle-Distance Runners. *Asian J Sports Med*. 2016;7(1):e27902.
24. Soleimani A, Shakerian S, Ranjbar R. The effect of caffeine supplementation on serum high-sensitivity C-reactive protein and creatine kinase after exhausted aerobic exercise in active overweight university students. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2017;24(2):84-93.
25. Soleimani A, Shakerian S, Ruhollah R. Changes in muscle damage enzymes inactive overweight male students after exhausted aerobic and anaerobic exercise. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2017;24(3):190-8.
26. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin Chem Lab Med*. 2010;48(6):757-67.
27. Akbarabadi GA, ABEDI B. Effect of Jadvar Supplementation on Some Inflammatory Factors following a Single Bout of Exhaustive Activity in men handball player. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2019;10(4):65-75.

28. Khaleghi Anbardan MM, Jafari A. The effect of acute caffeine supplementation on C-reactive protein and interleukin-6 responses following super-slow resistance training in trained men. *J Neyshabur Univ Med Sci*. 20.۳۶-۲۵:(۳)۵;۱۷
29. Matsuse H, Shiba N, Umezu Y, Nago T, Maeda T, Tagawa Y, et al. Effects of a hybrid exercise on the activities of myogenic enzymes in plasma. *The Kurume medical journal*. 2006;53(3+ 4):47-51.
30. Moflehi D, Kok L-Y, Tengku-Fadilah T, Amri S. Effect of single-session aerobic exercise with varying intensities on lipid peroxidation and muscle-damage markers in sedentary males. *Global journal of health science*. 2012;4(4):48.
31. Callegari GA, Novaes JS, Neto GR, Dias I, Garrido ND, Dani C. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols. *Journal of human kinetics*. 2017;58(1):65-72.
32. Bing Y, Zhaobao W. Effects of Ginkgo biloba extract on free radical metabolism of liver in mice during endurance exercise. *Afr J Tradit Complement Altern Med*. 2010;7(4):291-5.
33. Rai D, Bhatia G, Sen T, Palit G. Anti-stress effects of Ginkgo biloba and Panax ginseng: a comparative study. *Journal of pharmacological sciences*. 2003;93(4):458-64.
34. Lu S, Guo X, Zhao P. Effect of Ginkgo biloba extract 50 on immunity and antioxidant enzyme activities in ischemia reperfusion rats. *Molecules*. 2011;16(11):9194-206.
35. Ou HC, Hsieh YL, Yang NC, Tsai KL, Chen KL, Tsai CS, et al. Ginkgo biloba extract attenuates oxLDL-induced endothelial dysfunction via an AMPK-dependent mechanism. *J Appl Physiol (1985)*. 2013;114(2):274-85.
36. Landers-Ramos RQ, Jenkins NT, Spangenburg EE, Hagberg JM, Prior SJ. Circulating angiogenic and inflammatory cytokine responses to acute aerobic exercise in trained and sedentary young men. *European journal of applied physiology*. 2014;114(7):1377-84.
37. Li Y, Zhang Y, Wen M, Zhang J, Zhao X, Zhao Y, et al. Ginkgo biloba extract prevents acute myocardial infarction and suppresses the inflammation- and apoptosis-regulating p38 mitogen-activated protein kinases, nuclear factor- κ B and B-cell lymphoma 2 signaling pathways. *Molecular medicine reports*. 2017;16(3):3657-63.
38. Aziz TA, Hussain SA, Mahwi TO, Ahmed ZA. Efficacy and safety of Ginkgo biloba extract as an “add-on” treatment to metformin for patients with metabolic syndrome: a pilot clinical study. *Therapeutics and clinical risk management*. 2018;14:1219-26.

The Acute Effect of Ginkgo Biloba Extract on Muscle Soreness Markers and C-reactive Protein (CRP) After High Intensity Interval Training (HIIT) in Active Girls

Sirvan Atashak*¹ - Reza Roshdi Bonab² - Vahide Kianmarz Bonab³

1. Associate professor of Exercise Physiology, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran 2. Assistant professor of Exercise Physiology, Bonab Branch, Islamic Azad University, Bonab, Iran 3. Assistant professor of Exercise Physiology, Payame Noor University, Iran

(Received:2020/1/2; Accepted:2020/9/10)

Abstract

The results of the studies indicated that strenuous acute exercise can lead to increased inflammatory indices, muscle injury and decreased performance in athletes. Nevertheless, it has been suggested that the nutritional intervention may diminish inflammation and muscle cell damage. Hence, the aim of this investigation was to study the acute effect of ginkgo biloba extract on creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) levels, as muscle soreness markers, and C- reactive protein (CRP) after high intensity interval training (HIIT) in active girls. In a quasi-experimental study 24 active girls (mean age: 24.06±3.43 years; weight: 57.56±6.03 kg; height: 159.98±4.87 cm and body mass index: 22.51±2.41 kg/m²) randomly assigned into two Ginkgo biloba supplement and placebo groups. Subjects in supplement group consume 160 mg/day of ginkgo biloba extract daily for 3 weeks while the placebo group received the same amount of placebo. All subjects of both groups underwent in high intensity interval exercise RAST (including two sets of 6 repetitions of two fast running 35 meters and with a maximum intensity performed after the rest interval of 10 seconds in each repetition) after 3 weeks of supplementation. Venous blood samples were collected for assessment of CK, LDH and CRP indices at four stages. Data was analyzed by repeated measure ANOVA and Bonferroni post-hoc test at $\alpha \leq 0.05$. The results showed that the HIIT increased the levels of CK, LDH and CRP at the immediately and 24 hours after exercise in both placebo and supplement groups ($p < 0/05$). Nevertheless, ginkgo biloba supplementation attenuated their increase of CK and CRP indicators following high intensity exercise compared to control groups ($p < 0/05$). The results of this study indicated that ginkgo biloba supplementation can be effective in alleviates the inflammation and muscular damage by the HIIT in active girls.

Keywords

Creatine kinase, C-reactive protein, Ginkgo biloba extract, High intensity interval exercise, lactate dehydrogenase.

* Corresponding Author: Email: s.atashak@iau-mahabad.ac.ie ; Tel: +989143180386

