

تأثیر ۶ هفته تمرینات اسپینینگ همراه با مصرف مکمل چای سبز بر فاکتورهای استرس اکسیداتیو در زنان دارای اضافه وزن

دریا حسین پور

دانش‌آموخته مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی گرایش تغذیه ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران

چکیده

هدف از این مطالعه نیمه تجربی، بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات اسپینینگ همراه با مصرف مکمل چای سبز بر برخی شاخص‌های استرس اکسیداتیو در زنان دارای اضافه وزن بود. از این‌رو، تعداد ۳۱ نفر زن دارای اضافه وزن با شاخص توده بدن بالاتر از ۲۵ در دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال به صورت هدفمند به عنوان نمونه انتخاب و در مطالعه شرکت کردند. سپس به طور تصادفی در سه گروه، ۱- تمرینات اسپینینگ همراه با مصرف مکمل چای سبز (۱۱ نفر)، ۲- تمرینات اسپینینگ (۱۲ نفر)، ۳- مصرف مکمل چای سبز (۸ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرین اسپینینگ شامل ۶ هفته تمرین و هفته‌ای سه جلسه بود که با شدت ۸۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب پیشینه انجام گردید. نمونه‌های خون آزمودنی‌ها پس از ۱۰-۱۲ ساعت حالت ناشتا از سیاهرگ بازویی آزمودنی‌ها برای اندازه‌گیری شاخص‌های استرس اکسیداتیو از جمله ظرفیت آنتی‌کسیدانی تام، سوپراکسید دیسموتاز، مالون دی‌آلدئید و کاتالاز جمع‌آوری شد. به علاوه اندازه‌گیری شاخص‌های (قد، وزن، درصد چربی، BMI) قبل از تمرین از آزمودنی‌های هر سه گروه به عمل آمد. جهت تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش، از آزمون شاپیرو-ویلک برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها و واریانس‌های داده‌ها از آزمون لون در سطح معناداری $p \leq 0/05$ استفاده شد. برای مقایسه درون گروهی از آزمون تی همبسته و برای مقایسه بین گروهی از آنالیز واریانس یک راهه و آزمون LSD استفاده گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، سوپراکسید دیسموتاز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز به صورت معنی‌داری در گروه‌های تمرین همراه با مصرف چای سبز و تمرین به تنهایی افزایش یافتند. همچنین مقادیر مالون دی‌آلدئید به عنوان شاخص پراکسیداسیون پس از ۶ هفته تمرینات اسپینینگ به همراه مصرف چای سبز به میزان قابل توجهی کاهش یافت. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت، مصرف طولانی مدت مکمل چای سبز به صورت مؤثری شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی را ارتقا می‌بخشد که بهبود در سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی به طور مؤثری شاخص پراکسیداسیون لیپیدی ایجاد از ورزش و همچنین ناشی از بیماری‌های مرتبط با چاقی را کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تمرین تناوبی، مکمل چای سبز، توتال آنتی‌اکسیدان، کاتالاز، مالون دی‌آلدئید، سوپراکسید دیسموتاز، اضافه وزن.

۱- مقدمه

امروزه چاقی در بسیاری از کشورهای توسعه یافته به شکل اپیدمی درآمده و شیوع آن در کشورهای در حال توسعه رو به افزایش است. از طرفی چاقی خطر بروز بیماری‌های مربوط به سندروم متابولیک را افزایش می‌دهد (پریر و همکاران^۱، ۲۰۰۷). مکانیسم واقعی ارتباط چاقی با بیماری‌های سندروم متابولیک به طور کامل مشخص نیست ولی تولید گونه‌های فعال اکسیژن به عنوان یکی از عوامل مهم در اکسیداسیون و تخریب سلولی و بروز بیماری‌هاست (ابرلی و همکاران^۲، ۲۰۰۰). علاوه بر این مطالعات انسانی و حیوانی نشان داده‌اند که چاقی با افزایش استرس اکسیداتیو در عضله قلب ارتباط دارد (اولسی و همکاران^۳، ۲۰۰۳). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که چاقی و اضافه وزن منجر به استرس اکسیداتیو می‌شود و به این طریق در بروز بسیاری از بیماری‌ها نقش دارد (براون و همکاران^۴، ۲۰۰۹). استرس اکسیداتیو در حقیقت حاصل برهم خوردن تعادل بین تخریب سلولی توسط رادیکال‌های آزاد و دفاع آنتی اکسیدانی بدن است. امروزه تعیین ظرفیت تام آنتی اکسیدانی پلاسما به عنوان ابزاری جهت تشخیص و درمان انواع بیماری‌ها مانند بیماری‌های قلبی عروقی و دیابت مورد توجه قرار گرفته است (بارتوز و همکاران^۵، ۲۰۰۳). مولکول‌های آنتی اکسیدانی پلاسما از دو منشأ درون‌زا (مانند اسیداوریک، آلبومین و تیول‌ها) و برون‌زا (مانند ویتامین‌های E و C) تأمین می‌شوند و TAC^۶ مجموع فعالیت هر دو گروه آنتی کسیدان موجود در پلاسما و مایعات بدن را نشان می‌دهد. مطالعات نشان داده‌اند که در وضعیت‌های استرس اکسیداتیو سطوح شاخص‌های استرس اکسیداتیو تغییر می‌کنند؛ بنابراین سطوح شاخص‌های استرس اکسیداتیو ممکن است در چاقی تغییر کنند (سارافینی و همکاران^۷، ۲۰۰۵). در مطالعه‌ای محققان نشان دادند که چاقی عمومی به ویژه چاقی شکمی با افزایش استرس اکسیداتیو و کاهش سطوح TAC ارتباط دارد (امیرخیزی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به این موضوع برخی از تحقیقات نیز نشان داده‌اند که استفاده از برخی کاتچین‌های موجود می‌تواند در کنترل چاقی و شاخص‌های استرس اکسیداتیو مؤثر باشد. برخی مطالعات اثر بالقوه چای سبز در کنترل وزن را نشان داده‌اند و اثرات بلندمدت تغذیه با کاتچین‌های چای سبز به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است. در شرایط آزمایشگاهی مطالعات نشان داده‌اند که عصاره چای سبز در فرآیند امولسیون چربی‌ها، مهار فعالیت و سنتز اسیدهای چرب دخالت دارد و دارای خواص ترموژنیک است و با عمل بر سطح C-AMP درون سلولی باعث افزایش مصرف انرژی (کاکو و همکاران^۸، ۲۰۱۰)، افزایش حاد در اکسیداسیون چربی‌ها (عرب و همکاران، ۲۰۱۱) و افزایش قابل توجه در مصرف انرژی ۲ ساعته می‌شود (دولو و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین تحقیقات گزارش کرده‌اند که اپی گالات کاتچین موجود در چای سبز سبب کاهش مالون دی آلدید، هیدروپراکسیدها و افزایش فعالیت آنزیم‌های ضد اکسایشی مانند سوپراکسید دسموتاز و کاتالاز شده و از این طریق منجر به تنظیم هموستاز انرژی می‌گردد (ایسی و همکاران^۹، ۲۰۱۳). به همین دلیل این افراد بیشتر در معرض آسیب‌های اکسایشی هستند. یکی از روش‌های درمان و پیشگیری از چاقی، به طور فزاینده‌ای بر فعالیت ورزشی متمرکز شده است. اگرچه فعالیت‌های ورزشی از یک سو با افزایش فشار اکسایشی، احتمال تشکیل رادیکال‌های آزاد مضر را افزایش می‌دهند اما از سوی دیگر با القای آنزیم‌های ضد اکسایشی سبب کاهش رادیکال‌های آزاد می‌شوند (جرمنو و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۳).

¹ Perior et al² Eberly et al³ Oulsi et al⁴ Brown et al⁵ Bartozs et al⁶ Total antioxidant capacity⁷ Sarafini et al⁸ Chacko et al⁹ Ayissi et al¹⁰ Germanou et al

از طرف دیگر امروزه تصور بر آن است که رژیم غذایی با خاصیت ضد اکسایشی می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری از خطر ابتلا به بیماری‌های مرتبط با چاقی داشته باشد (اویچاریاپات و همکاران^۱، ۲۰۰۸). چای سبز به عنوان یک منبع غنی از ترکیبات ضد اکسایشی دارای درصد بالایی از پلی فنولی به ناک کاتچین است. این نوع چای دارای ۵ نوع کاتچین عمده است که مهمترین آن اپی گالات کاتچین^۲ است (ریدراستورف و همکاران^۳، ۲۰۰۳) که بیشتر با اثرات پیشگیری‌کننده از سرطان و بیماری‌های قلبی عروقی مطالعه شده است. اگرچه شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد EGCG نقش متابولیک هم داشته و می‌تواند در کاهش چربی بدن مؤثر باشد (هیل و همکاران^۴، ۲۰۰۷). همچنین EGCG موجب کاهش دریافت غذا می‌شود و سوخت و ساز را تحریک می‌کند (موسوی، ۲۰۰۹).

از این‌رو تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تأثیر ۶ هفته تمرین اسپینینگ همراه با مصرف مکمل چای سبز بر برخی از شاخص‌های استرس اکسیداتیو در زنان دارای اضافه وزن انجام گرفته است تا مشخص شود که آیا بین تغییرات شاخص‌های استرس اکسیداتیو پس از ۶ هفته فعالیت ورزشی اسپینینگ همراه و بدون مکمل چای سبز در گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد یا خیر؟

۲- ادبیات

۲-۱- ادبیات نظری

تمرین بدنی منظم فواید سلامتی زیادی از جمله کاهش خطر بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و دیابت دارد (بلیر و همکاران، ۲۰۰۱؛ کرسپو و همکاران^۵، ۲۰۰۲؛ اوگاما^۶، ۲۰۰۲). نشان داده شده که انقباض عضلات اسکلتی سبب تولید رادیکال‌های آزاد می‌شوند و ورزش طولانی مدت و شدید می‌تواند در آسیب اکسایشی به ترکیبات سلولی نقش داشته باشد (رید و همکاران، ۲۰۰۱). اصطلاح استرس اکسیداتیو برای اولین بار در سال ۱۹۸۵ به عنوان اختلال در تعادل پراکسیدان - آنتی اکسیدان تعریف شده بود. به دلیل پیچیدگی ارتباط بین تعادل اکسیداسیون و احیا سلولی این استدلال بیان می‌شود که اصطلاح استرس اکسیداتیو مغایر با تعریف ساده پراکسیدان در مقابل آنتی اکسیدان است و توصیف استرس اکسیدانی تنها در صورتی مفید است که جزئیات مولکولی مربوط به عدم تعادل اکسیداسیون و احیا شناخته شده باشد (آزی و همکاران^۷، ۲۰۰۴؛ جونز^۸، ۲۰۰۶). در تلاش برای اصلاح معنای استرس اکسیداتیو، دین جونز (۲۰۰۶) پیشنهاد کرده است که این اصطلاح را باید به عنوان اختلال در اکسیداسیون و احیای پیام‌دهی و کنترل تعریف نمود. صرف‌نظر از اینکه آیا این تعریف جدید مقبولیت گسترده‌ای را کسب می‌کند، می‌توان انتظار داشت که این توصیف از استرس اکسیداتیو در آینده بر اثر پیشرفت‌های زیست‌شناسی اکسایش-کاهش دست‌خوش تغییراتی گردد. رویکرد معمول برای ارزیابی استرس اکسیداتیو در سیستم‌های بیولوژیکی، شامل اندازه‌گیری افزایش و یا کاهش در یک مولکول حساس به اکسیداسیون-احیا در پاسخ به استرس اکسایشی باشد. به طور کلی، شاخص‌های معتبر وجود استرس اکسایشی دارای ویژگی‌هایی به شرح زیر است: (۱) دارای خصوصیات شیمیایی منحصر به فرد و قابل تشخیص است، (۲) در طول دوره‌های استرس اکسایشی افزایش و یا کاهش می‌یابد، (۳) دارای نیمه عمر نسبتاً طولانی می‌باشد و (۴) تحت تأثیر فرآیندهای دیگر سلولی نیست (به عنوان مثال، چرخه سلولی، متابولیسم انرژی و غیره) (هالیول و گاتریج^۹، ۲۰۰۷). در طی دوره‌های استرس اکسیداتیو، پراکسیدان‌ها دفاع آنتی‌اکسیدانی در سلول‌ها را

¹ Auvichayapat et al

² EGCG

³ Raederstorff et al

⁴ Hill et al

⁵ Crespo et al

⁶ Oguma

⁷ Azzi et al

⁸ Jones

⁹ Gutteridge

درهم می‌شکنند و به اجزای تشکیل‌دهنده سلولی آسیب می‌رسانند؛ بنابراین، استرس اکسایشی در سیستم‌های بیولوژیکی اغلب توسط پارامترهای زیر مشخص می‌شوند: افزایش در شکل‌گیری رادیکال‌ها و دیگر اکسیدان‌ها، کاهش در آنتی‌اکسیدان‌های دارای وزن مولکولی کم و یا محلول در چربی، اختلال در تعادل اکسیداسیون-احیای سلولی و آسیب اکسایشی به اجزای سلولی (به عنوان مثال، لیپیدها، پروتئین‌ها و یا DNA). دسته اول بیومارکرها شامل شناسایی اکسیدان‌ها می‌باشد. متأسفانه، اندازه‌گیری تولید و افزایش اکسیدان‌ها در سلول‌های زنده بسیار مشکل است، زیرا رادیکال‌ها بسیار واکنش‌پذیر بوده و دارای نیمه عمر کوتاهی می‌باشند (هان و همکاران^۱، ۲۰۰۰؛ هوانگ و کیم^۲، ۲۰۰۷). از طرفی، اندازه‌گیری افزایش تولید اکسیدان‌ها به تنهایی نشانه قطعی استرس اکسایشی نمی‌باشد (هالیول و گاتریج، ۲۰۰۷).

در گروه دوم از نشانگرهای استرس اکسایشی، کاهش در سطح آنتی اکسیدان‌ها (به عنوان مثال، گلوتاتیون، آسکوربات، α -توکوفرول و غیره) به عنوان نشانگر استرس اکسایشی شناخته می‌شوند. اگرچه اندازه‌گیری سطوح آنتی اکسیدانی در بافت به عنوان نشانگرهای استرس اکسایشی دارای مزیت می‌باشد، اما این رویکرد بدون نقص نیست. به عنوان مثال، عوامل دیگری از قبیل تغییر در متابولیسم سلولی و رژیم غذایی می‌تواند سطوح آنتی اکسیدان در سلول‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. یکی دیگر از نگرانی‌های مرتبط با اندازه‌گیری آنتی اکسیدان‌ها در بافت‌ها، اکسیداسیون خودکار بالقوه‌ای است که هنگام دست‌کاری نمونه‌ها اتفاق می‌افتد که نتیجه آن کاهش آنتی اکسیدان‌ها در بافت است (هالیول و گاتریج، ۲۰۰۷).

گروه سوم از نشانگرهای استرس اکسایشی شامل ارزیابی مولکول‌های تغییر یافته‌ی اکسایشی است. در واقع، حمله ^3ROS به چربی‌ها، پروتئین یا DNA، منجر به تولید نشانگرهای اکسایشی منحصر به فردی می‌شود که می‌تواند به عنوان اثر انگشت برای شناسایی استرس اکسایشی در سلول مورد استفاده قرار گیرند. سنجش معمول اکسیداسیون زیستی شامل اندازه‌گیری کربونیل‌های پروتئین به عنوان شاخص اکسیداسیون پروتئینی؛ ارزیابی ایزوپروکسان‌ها^۳، مالون دی آلدئید و ۴-هیدروکسیل-۲-نوننول^۴ به عنوان نشانه‌ای از پراکسیداسیون لیپیدها و ارزیابی اکسیداسیون DNA با سنجش سطوح پایه اکسایشی، ۸-هیدروکسی-۲-داکسی‌گوانوزین^۵ (8-OH-DG) است، (دیویس و همکاران، ۲۰۰۱؛ هوانگ و کیم، ۲۰۰۷). اگرچه می‌توان گفت که مولکول‌های اکسید شده، مهم‌ترین نشانگرهای زیستی استرس اکسایشی هستند، اما اندازه‌گیری‌شان در سیستم‌های بیولوژیکی اغلب مشکل است؛ زیرا مولکول‌های اکسید شده به مقدار محدود در سلول حتی در طی دوره‌های استرس اکسایشی وجود دارند.

گروه چهارم و نهایی بیومارکهای استرس اکسایشی شامل اندازه‌گیری تعادل اکسیداسیون و احیای سلولی است. یکی از نشانگرها که اغلب برای اندازه‌گیری تعادل اکسیداسیون و احیا سلولی مورد استفاده قرار می‌گیرد، نسبت تعادل بین مولکول‌های گلوتاتیون اکسیده به احیا شده است. افزایش محصولات اکسیدانی باعث کاهش نسبت GSH به GSSH می‌شود که نشان‌دهنده سطوح پایین‌تر گلوتاتیون احیا شده در مقابل افزایش گلوتاتیون اکسید شده است (هالیول و گاتریج، ۲۰۰۷). در طول سه دهه گذشته، دانش ما در مورد اثرات پاتولوژیکی استرس اکسایشی ناشی از ورزش به سرعت گسترش یافته است. با استفاده از تکنیک‌های موجود در دهه ۱۹۷۰ برای تجزیه و تحلیل پراکسیداسیون لیپیدی، برادی و همکاران^۶ (۱۹۷۹) و دیلارد و همکاران (۱۹۷۸) افزایش پراکسیداسیون لیپیدی طی ورزش در موش و انسان را گزارش کردند. این داده‌ها متعاقباً توسط کلون دیویس و همکارانش (۱۹۸۲) در آزمایشگاه لستر دانشگاه برکلی کالیفرنیا مورد تأیید قرار گرفت. این مقاله، به عنوان اولین مدرکی است که تولید رادیکال‌های آزاد در عضلات اسکلتی در حال انقباض و همچنین تولید ROS طی ورزش که به طور بالقوه به بافت‌ها آسیب می‌رساند را نشان داده است. نقش میتوکندری‌ها در تولید سوپراکسید و پروکسید هیدروژن

¹ Han et al² Hwang & kim³ Reactive Oxygen Species⁴ Isoprostanes⁵ 4-hydroxyl-2-nonenol⁶ 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine⁷ Brady et al

قبلاً توسط محققان در آزمایشگاه بریتون چنس^۱ در دهه ۱۹۷۰ گزارش شده بود (بوریس و همکاران^۲، ۱۹۷۳) و به عنوان اولین توضیح برای مشخص کردن منابع تولید رادیکال در عضله اسکلتی است که توسط دیویس و همکاران (۱۹۸۲) گزارش شد.

در اوایل دهه ۱۹۸۰، آزمایشگاه لستر پاکر نقش مواد غذایی آنتی اکسیدانی در محافظت از سلول‌ها و اندامک‌ها در برابر آسیب اکسایشی ناشی از رادیکال‌ها را بررسی نمود (دیویس و مگوری و همکاران، ۱۹۸۲؛ کوئین تانیلها و همکاران^۳، ۱۹۸۲). جکسون و همکارانش از دانشگاه کالج (لندن) نیز مطالعاتی در بررسی نقش رادیکال‌های آزاد به عنوان عوامل آسیب‌رسان به عضله و احتمال اثرات مفید ویتامین E در کاهش آسیب ناشی از ورزش ارائه داده‌اند (جکسون و همکاران، ۱۹۸۳).

منابع بالقوه بسیاری وجود دارند که ممکن است از آن‌ها ROS و RNS در حین ورزش تولید شوند، اما تعداد کمی از مطالعات به بررسی بافت غالب تولید کننده رادیکال‌ها پرداخته‌اند. به احتمال زیاد به دلیل محدودیت دسترسی به بسیاری از بافت‌ها در انسان و ماهیت پیچیده ورزش می‌باشد که بسیاری از سیستم‌های بدن را از طریق افزایش نیاز متابولیک عضلات اسکلتی درگیر می‌کند. از این‌رو، اگرچه بسیاری از مطالعات به بررسی شاخص‌های فعالیت رادیکال‌های آزاد در کل بدن پرداخته‌اند (دیلارد و همکاران، ۱۹۷۸)؛ اما اکثریت این گزارش‌ها عضلات اسکلتی را به عنوان اصلی‌ترین منبع تولید رادیکال آزاد و ROS طی ورزش می‌دانند. با این حال این امکان وجود دارد که در برخی از موقعیت‌ها بافت‌های دیگری، از جمله قلب، ریه‌ها، یا گلبول‌های سفید خون به طور قابل توجهی در تولید کل ROS بدن، سهم باشند. به دلیل ماهیت تهاجمی به دست آوردن نمونه‌های بافتی از انسان در حال ورزش، بسیاری از مطالعات به بررسی شاخص‌های اکسیداسیون در کل بدن می‌پردازند. علی‌رغم اینکه بسیاری از مدل‌های ورزشی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، بسیاری از مطالعات تأیید کرده‌اند که افزایش اکسیداسیون چربی (به عنوان مثال، اشتون و همکاران^۴، ۱۹۹۸)، اکسیداسیون DNA (به عنوان مثال، ویرزبا و همکاران^۵، ۲۰۰۶) و اکسیداسیون دیگر ترکیبات (رانکین و همکاران^۶، ۱۹۹۴) می‌تواند در خون مشاهده شود. برخی محققان پیشنهاد کرده‌اند که عمده تغییرات متابولیک که در اکثر پروتکل‌های ورزشی نظیر افزایش در سطح کاتکولامین‌ها رخ می‌دهد، ممکن است نقش مهمی در افزایش تولید ROS داشته باشند (کوپر و همکاران^۷، ۲۰۰۲)، اما توافق عمومی بر این است که تولید ROS ها عمدتاً با انقباض عضلات اسکلتی در حال انقباض و قلب رخ می‌دهد. یک استثنا برای این قاعده این است که در چنین وضعیتی، فرایندهای التهابی ممکن است نقش مهمی در تولید رادیکال‌ها داشته باشند.

بنابراین، در حال حاضر می‌دانیم که اگرچه سطوح بالایی از رادیکال‌های آزاد به اجزای سلولی آسیب می‌رساند، سطوح پایین تا متوسط اکسیدان‌ها نقش‌های تنظیمی متعددی در سلول‌ها مانند کنترل بیان ژن، تنظیم مسیرهای پیام‌دهی سلولی و تغییر در تولید نیروی عضلات اسکلتی، دارند (دروگ و همکاران^۸، ۲۰۰۲؛ رید و همکاران، ۲۰۰۱؛ اسمیت^۹ و رید، ۲۰۰۶).

۲-۲- ادبیات تجربی

حقیقت دوست و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای با بررسی تأثیر چای سبز بر سطوح گرلین و لپتین پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که چای سبز یا عصاره چای سبز ممکن است باعث تغییر در گردش لپتین و گرلین نشود به خصوص در مداخلات کوتاه مدت. مطالعاتی با زمان طولانی‌تر نیاز است (حقیقی و همکاران، ۱۳۹۶).

¹ Britton Chance's

² Boveris et al

³ Quintanilha et al

⁴ Ashton et al

⁵ Wierzba et al

⁶ Rankinen et al

⁷ Cooper et al

⁸ Droge et al

⁹ Smith

قاسمی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین تناوبی شدید و مکمل چای سبز بر سطوح سرمی سیرتوین یک و کاتالاز در زنان دارای اضافه وزن پرداختند. نتایج نشان داد که ۱۰ هفته تمرین تناوبی شدید به همراه چای سبز موجب افزایش سطوح سیرتوین یک و کاتالاز و نیز کاهش معنادار وزن و درصد چربی می‌گردد که این تفاوت‌ها در گروه تمرین به همراه چای سبز نسبت به دو گروه دیگر به طور معناداری بارزتر می‌باشد. همچنین حداکثر اکسیژن مصرفی تنها در گروه تمرین به همراه چای سبز افزایش معناداری یافته است. احتمالاً مکمل چای سبز به همراه تمرینات تناوبی شدید می‌تواند با افزایش سطوح سیرتوین یک و کاتالاز موجب ارتقای سیستم ضد اکسایشی، بهبود ترکیب بدنی و حداکثر توان هوازی زنان دارای اضافه وزن شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۵).

حقیقی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر تمرینات هوازی با شدت ۶۵-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب و مکمل چای سبز بر برخی عوامل خطرزای قلبی عروقی در مردان دارای اضافه وزن پرداختند. نتایج نشان داد که انجام تمرینات هوازی و مصرف مکمل چای سبز بر عوامل خطرزای قلبی عروقی در مردان دارای اضافه وزن تأثیری ندارد اما می‌تواند باعث بهبود ترکیب بدن و ظرفیت هوازی گردد (حقیقی و همکاران، ۱۳۹۱).

سومارو و همکاران^۱ (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به تأثیر التهاب و استرس اکسیداتیو بر سکتة قلبی در تمرینات حاد و مزمن پرداختند. نتایج نشان داد که تمرینات حاد در مقایسه با طولانی مدت با تطابق‌های فیزیولوژیکی بیشتری مواجه است (سومارو و همکاران، ۲۰۱۷).

ناگائو و همکاران^۲ (۲۰۰۵) نشان دادند که مصرف روزانه ۶۹۰ میلی گرم کاتچین کاهش معناداری را در وزن بدن، شاخص توده بدن، محیط دور کمر، توده بدون چربی و نواحی چربی زیرپوستی به همراه داشت.

هیل و همکاران^۳ (۲۰۰۷) تأثیر ۱۲ هفته ورزش هوازی با شدت متوسط را به همراه مصرف ۳۰۰ میلی گرم اپی گالوکاتچین گالات بر چربی شکمی زنان چاق و دارای اضافه وزن مطالعه کردند. نتایج نشان داد که مصرف این مکمل باعث کاهش بیشتری در چربی بدن از آنچه ورزش هوازی به تنهایی ایجاد می‌کند، نمی‌شود (هیل و همکاران، ۲۰۰۷).

۳- روش

این پژوهش به روش نیمه تجربی و از نوع کاربردی بوده که به بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات اسپینینگ همراه با مصرف مکمل چای سبز بر فاکتورهای استرس اکسیداتیو در زنان دارای اضافه وزن پرداخته است. طرح گرافیکی پژوهش حاضر به شرح زیر است.

پیش‌آزمون	شش هفته تمرین و مصرف مکمل چای سبز	پس‌آزمون
پیش‌آزمون	شش هفته تمرین	پس‌آزمون
پیش‌آزمون	شش هفته مصرف مکمل	پس‌آزمون

جامعه آماری شامل کلیه زنان دارای اضافه وزن مراجعه‌کننده به باشگاه ورزشی جوان شهر اهواز در زمستان سال ۱۳۹۶ بودند. از بین این افراد با توجه به معیارهای ورود به مطالعه و همچنین تمایل افراد به شرکت در مطالعه تعداد ۳۶ نفر داوطلب انتخاب شدند که به طور تصادفی به سه گروه تمرین و مکمل چای سبز ($n=12$)، تمرین تنها ($n=12$) و مکمل چای سبز تنها ($n=12$) تقسیم شدند. در طی فرآیند پژوهش تعداد یک نفر از گروه تمرین به دلیل غیبت بیش از ۳۰ درصد جلسات تمرین از فرآیند مطالعه حذف شد. همچنین از گروه مکمل تنها نیز ۴ نفر در پس‌آزمون شرکت نکردند و در نهایت تعداد داده‌های مورد تحلیل

¹ Samora et al

² Boschmann et al

³ Hill et al

برای گروه‌های مکمل و تمرین، تمرین تنها و مکمل تنها به ترتیب ۱۲، ۱۱ و ۸ نفر بودند. معیارهای ورود به مطالعه شامل دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال، BMI بالای ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع، عدم ابتلا به بیماری‌های متابولیک مانند دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی، آریتمی قلبی، فشار خون بالا، عدم ابتلا به مشکلات ارتوپدی و نداشتن منع شرکت در فعالیت‌های بدنی بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل غیبت از تمرین به میزان بیش از ۳۰ درصد جلسات تمرین، شرکت در فعالیت ورزشی خارج از برنامه تمرینی مطالعه، شرکت در فعالیت ورزشی توسط گروه مکمل تنها، عدم تمایل به شرکت در فعالیت ورزشی و انصراف از روند مطالعه بودند.

در این پژوهش اطلاعات شخصی و دموگرافیک با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته، اطلاعاتی پیرامون: نام و نام خانوادگی، سن و جنس، وضعیت تأهل، نوع و میزان داروی مصرفی، سابقه فعالیت ورزشی و مدت زمان تمرین در روز و تعداد دفعات تمرین در هفته و همچنین سؤالاتی درباره وضعیت جسمانی نظیر سابقه بیماری ریوی، سابقه بیماری قلبی عروقی، سابقه عمل جراحی خاص و ... به دست آمد. این پرسشنامه پس از توضیح مختصر به آزمودنی‌ها داده شد و پس از تکمیل و امضاء آن توسط آزمودنی‌ها، جمع‌آوری گردید. از همه آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی شرکت در فرایند پژوهش گرفته شد و به آن‌ها اطمینان داده شد که کلیه اطلاعات مربوط به ایشان با حفظ امانت‌داری نزد پژوهشگر خواهد ماند و در پایان مطالعه نتایج هر فرد به صورت خصوصی به وی ارائه خواهد شد.

در نهایت ابتدا داده‌های جمع‌آوری با استفاده از شاخص‌های آمار توصیفی و جداول و نمودارها خلاصه، دسته‌بندی و نمایش داده شد. کلیه مقادیر ارائه شده در متن، جدول‌ها و نمودارها به صورت انحراف استاندارد میانگین می‌باشند. سپس با استفاده از آزمون شاپیروویلک^۱ نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد. همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون^۲ بررسی شد. بررسی اختلاف بین گروه‌ها در سطح پایه با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) انجام شد. در صورت برقراری پیش‌شرط‌ها از آزمون تحلیل کواریانس جهت بررسی تغییرات بین گروهی استفاده شد. برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون t همبسته استفاده شد. سطح معناداری برای آزمون‌های آماری $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

۴- نتایج

جدول‌های ۱ و ۲ به ترتیب میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای آنتروپومتریک و بیوشیمیایی آزمودنی‌ها را ارائه و نتیجه مقایسه متغیرها بین گروه‌ها در سطح پایه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها در سطح پایه

سطح معناداری *	گروه			متغیر
	مکمل (n = ۸)	تمرین (n = ۱۱)	تمرین و مکمل (n = ۱۲)	
۰/۵۴۶	۳۲/۳۷±۳/۹۲	۳۴/۳۶۰±۵/۹۸	۳۵/۱۶±۶/۰۷	سن (سال)
۰/۷۳۸	۶/۴۳ ۱۶۱/۵۰±	۱۵۹/۹۱±۲/۶۶	۱۶۱/۳۳±۷/۷۵	قد (سانتی متر)
۰/۶۸۹	۷۵/۱۰±۱۰/۱۸	۷۳/۳۷±۵/۸۲	۷۱/۲۸±۱۲/۱۲	وزن (کیلوگرم)
۰/۵۶۵	۲۸/۹۲±۳/۶۶	۲۸/۷۱±۲/۴۹	۲۷/۵۳±۳/۴۹	BMI (کیلوگرم بر مجذور متر)
۰/۰۴۸	۳۷/۱۶±۴/۳۰	۳۸/۸۰±۱/۶۵	۳۵/۳۰±۳/۴۷	درصد چربی (درصد)
۰/۶۶۱	۴۶/۸۶±۵/۰۹	۴۴/۸۲±۲/۵۶	۴۵/۸۰±۵/۹۹	توده خالص بدن (کیلوگرم)

^۱ Shapiro-Wilk

^۲ Leven

کلیه مقادیر جدول به صورت انحراف استاندارد $\pm$ میانگین می‌باشند. * آزمون آنالیز واریانس یک راهه (ANOVA)

جدول ۲. متغیرهای بیوشیمیایی آزمودنی‌ها در سطح پایه

سطح معناداری*	گروه			متغیر
	مکمل (n = ۸)	تمرین (n = ۱۲)	تمرین و مکمل (n = ۱۱)	
۰/۹۶۱	۹۸/۹۷ $\pm$ ۱۲/۹۲	۹۶/۷۱ $\pm$ ۲۵/۹۹	۹۶/۰۵ $\pm$ ۲۴/۹۴	تری گلیسرید (mg/dl)
۰/۸۴۳	۱۱۵/۱۰ $\pm$ ۱۷/۱۴	۱۱۲/۲۸۶ $\pm$ ۲۴/۳۲	۱۱۷/۴۸ $\pm$ ۲۳/۵۳	کلسترول تام (mg/dl)
۰/۷۰۰	۵۳/۵۷ $\pm$ ۸/۳۹	۵۲/۸۵ $\pm$ ۶/۱۳	۵۵/۰۶ $\pm$ ۴/۵۰	HDL (mg/dl)
۰/۴۴۴	۷۸/۷۴ $\pm$ ۲۲/۵۲	۸۹/۱۷ $\pm$ ۳۰/۷۵	۹۶/۴۸ $\pm$ ۳۲/۳۸	LDL (mg/dl)
۰/۵۶۹	۹۷/۱۸ $\pm$ ۷/۶۷	۹۷/۹۷ $\pm$ ۴/۷۸	۹۹/۷۷ $\pm$ ۴/۲۴	قند ناشتا (mg/dl)
۰/۹۰۸	۳۴/۳۳ $\pm$ ۱۶/۸۶	۳۶/۲۰ $\pm$ ۱۵/۵۴	۳۳/۶۶ $\pm$ ۱۰/۲۸	کاتالاز
۰/۰۴۲	۸۳/۹۹ $\pm$ ۴/۲۰	۷۹/۵۷ $\pm$ ۴/۸۸	۷۸/۳۴ $\pm$ ۴/۸۶	سوپر اکسید دیسموتاز
۰/۷۷۴	۰/۷۹ $\pm$ ۰/۰۸	۰/۸۲ $\pm$ ۰/۰۸	۰/۸۲ $\pm$ ۰/۱۳	توتال آنتی اکسیدان
۰/۷۰۶	۰/۱۵ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۱۴ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۱۵ $\pm$ ۰/۰۴	مالون آلدئید

کلیه مقادیر جدول به صورت انحراف استاندارد $\pm$ میانگین می‌باشند. * آزمون آنالیز واریانس یک راهه (ANOVA)

همان‌گونه که در جدول ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، به استثنای درصد چربی بدن، تفاوت معناداری در سطح پایه بین متغیرهای آنترپومتریک و بیوشیمیایی گروه‌های سه‌گانه وجود ندارد؛ بنابراین گروه‌های مورد مطالعه در سطح پایه همگن بوده‌اند و یکی از پیش‌شرط‌های آزمون‌های آماری پارامتریک t همبسته و تحلیل کوواریانس برقرار می‌باشد. همان‌گونه که در جدول‌های ۱ و ۲ مشاهده شد، پیش‌شرط عدم تفاوت معنادار بین گروه‌ها در سطح پایه برآورده شد. برای بررسی نرمال یا عدم نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد. نتایج آزمون شاپیروویلیک در جدول‌های ۳ تا ۶ ارائه شده است.

جدول ۳. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها در گروه تمرین و مکمل

متغیر	زمان	میانگین	انحراف استاندارد	آماره	معناداری	وضعیت
کاتالاز	پیش‌آزمون	۳۳/۶۶	۱۰/۲۹	۰/۸۹۷	۰/۱۷۰	نرمال
	پس‌آزمون	۵۱/۳۵	۱۱/۶۷	۰/۹۰۹	۰/۲۳۷	نرمال
سوپر اکسید دیسموتاز	پیش‌آزمون	۷۸/۳۴	۴/۸۶	۰/۹۳۰	۰/۴۰۸	نرمال
	پس‌آزمون	۸۷/۰۳	۵/۱۴	۰/۹۲۸	۰/۳۸۸	نرمال
توتال آنتی اکسیدان	پیش‌آزمون	۰/۸۲	۰/۱۳	۰/۸۱۰	۰/۰۵۳	نرمال
	پس‌آزمون	۱/۲۴	۰/۲۸	۰/۸۱۷	۰/۰۶۶	نرمال
مالون آلدئید	پیش‌آزمون	۰/۱۵	۰/۳۹	۰/۸۳۰	۰/۰۸۳	نرمال
	پس‌آزمون	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۸۸۷	۰/۱۲۸	نرمال

جدول ۴. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها در گروه تمرین

متغیر	زمان	میانگین	انحراف استاندارد	آماره	معناداری	وضعیت
کاتالاز	پیش‌آزمون	۵۶/۲۰	۱۵/۵۵	۰/۹۴۷	۰/۵۹۱	نرمال
	پس‌آزمون	۴۵/۷۷	۱۳/۰۲	۰/۹۶۲	۰/۸۰۵	نرمال
سوپر اکسید دیسموتاز	پیش‌آزمون	۷۹/۵۷	۴/۸۸	۰/۹۳۰	۰/۳۸۴	نرمال
	پس‌آزمون	۸۴/۷۲	۵/۵۳	۰/۸۹۳	۰/۱۲۷	نرمال
توتال آنتی اکسیدان	پیش‌آزمون	۰/۸۲	۰/۰۸	۰/۹۳۲	۰/۴۰۷	نرمال
	پس‌آزمون	۱/۱۸	۰/۲۴	۰/۹۵۰	۰/۶۳۵	نرمال
مالون آلدئید	پیش‌آزمون	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۷۵۴	۰/۰۵۳	نرمال
	پس‌آزمون	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۹۵۰	۰/۶۳۵	نرمال

جدول ۵. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها گروه مکمل

متغیر	زمان	میانگین	انحراف استاندارد	آماره	معناداری	وضعیت
کاتالاز	پیش‌آزمون	۳۴/۳۴	۱۶/۸۶	۰/۹۴۸	۰/۶۹۲	نرمال
	پس‌آزمون	۴۲/۳۰	۸/۶۱	۰/۹۴۸	۰/۶۹۶	نرمال
سوپر اکسید دیسموتاز	پیش‌آزمون	۸۳/۹۹	۴/۲۰	۰/۹۳۷	۰/۵۸۲	نرمال
	پس‌آزمون	۸۶/۰۱	۴/۱۰	۰/۹۶۴	۰/۸۴۵	نرمال
توتال آنتی اکسیدان	پیش‌آزمون	۰/۷۹	۰/۰۸	۰/۹۴۹	۰/۷۰۶	نرمال
	پس‌آزمون	۰/۹۶	۰/۱۷	۰/۹۷۶	۰/۹۴۴	نرمال
مالون آلدئید	پیش‌آزمون	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۹۶۲	۰/۸۳۲	نرمال
	پس‌آزمون	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۹۵۷	۰/۷۷۸	نرمال

نتایج ارائه شده در جدول‌های ۳، ۴ و ۵ نشان می‌دهند که توزیع داده‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، توتال آنتی اکسیدان و مالون آلدئید پیش و پس از شش هفته مداخله در هر سه گروه نرمال بوده است.

جدول ۶. بررسی همگنی واریانس‌ها بین گروه‌های سه‌گانه

متغیر	زمان	آماره لَوْن	درجه آزادی	سطح معناداری
کاتالاز	پیش‌آزمون	۱/۴۷۶	۲	۰/۲۴۶
	پس‌آزمون	۰/۹۴۴	۲	۰/۴۰۱
سوپر اکسید دیسموتاز	پیش‌آزمون	۰/۰۴۳	۲	۰/۹۵۸
	پس‌آزمون	۰/۳۹۸	۲	۰/۶۷۵
توتال آنتی اکسیدان	پیش‌آزمون	۰/۶۶۹	۲	۰/۵۲۰
	پس‌آزمون	۰/۳۷۱	۲	۰/۶۹۳
مالون آلدئید	پیش‌آزمون	۰/۵۲۳	۲	۰/۵۹۸

پس آزمون	۰/۰۱۷	۲	۰/۹۸۳
----------	-------	---	-------

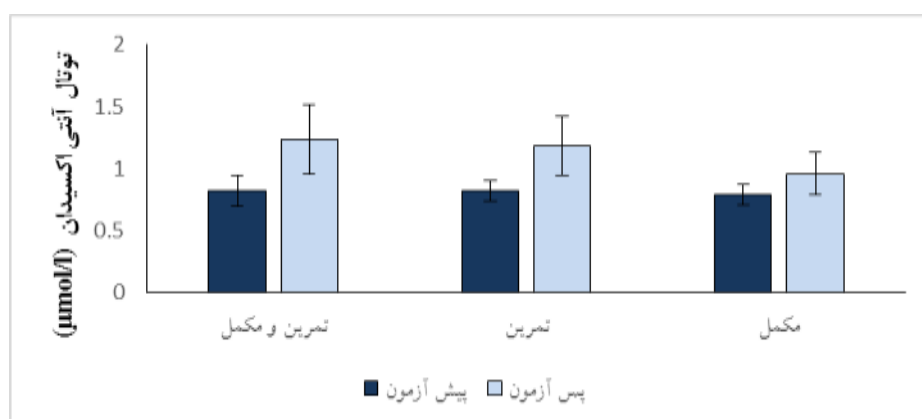
جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون^۱ استفاده شد. جدول ۶ نتیجه آزمون لون را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود واریانس‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، توتال آنتی اکسیدان و مالون آلدئید بین گروه‌های سه‌گانه تفاوت معناداری ندارند؛ بنابراین پیش‌شرط همگنی واریانس‌ها نیز برقرار می‌باشد.

جدول ۷ نتیجه آزمون t همبسته جهت بررسی تغییرات درون گروهی برای توتال آنتی اکسیدان در سه گروه را نشان می‌دهد.

جدول ۷. نتایج آزمون t همبسته در طی شش هفته مداخله در سه گروه

گروه	آماره‌های توصیفی		نتایج آزمون t همبسته		
	پیش آزمون	پس آزمون	t	df	معناداری
تمرین	۰/۸۲±۰/۰۸	۱/۱۸±۰/۲۴	-۵/۶۱	۱۱	*۰/۰۰۱
مکمل	۰/۷۹±۰/۰۸	۰/۹۶±۰/۱۷	-۵/۴۷	۱۰	*۰/۰۰۱
تمرین و مکمل	۰/۸۲±۰/۱۳	۱/۲۴±۰/۲۸	-۲/۴۷	۷	*۰/۰۴۳

مقادیر: انحراف استاندارد ± میانگین؛ I تفاوت در سطح $p \leq 0.1$ معنادار است؛ *تفاوت در سطح $p \leq 0.05$ معنادار است.



نمودار ۱. پیش آزمون و پس آزمون توتال آنتی اکسیدان در سه گروه

جدول ۸. نتایج تحلیل اثر بین گروهی بر توتال آنتی اکسیدان (پس آزمون)

منبع تغییر	مجموع	درجه	میانگین	F	P	η^2
نوع مداخله	۰/۳۱۱	۲	۰/۱۵۵	۱/۸۹۴	۰/۴۳	۱/۱۷۷
خطا	۱/۴۴۹	۲۷	۰/۰۵۴	-	-	-

¹ Leven

نتایج آزمون کوواریانس نشان می‌دهد که دست‌کم بین دو گروه از آزمودنی‌ها تفاوت معناداری وجود دارد؛ بنابراین آزمون تعقیبی LSD به منظور مشخص نمودن تفاوت بین گروه‌ها انجام و نتایج آن در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۹. نتایج آزمون تعقیبی LSD برای انجام مقایسه بین گروهی تغییرات وزن بدن

P	تفاوت‌های جفت شده		گروه‌های مورد مقایسه	
	خطای استاندارد	میانگین	گروه (J)	گروه (I)
*۰/۰۲۶	۰/۱۰۸	-۰/۲۵۴	تمرین و مکمل	مکمل
۰/۰۸۱	۰/۱۰۷	-۰/۱۹۳	تمرین	مکمل
۰/۵۳۴	۰/۰۹۷	۰/۰۶۱	تمرین	تمرین و مکمل

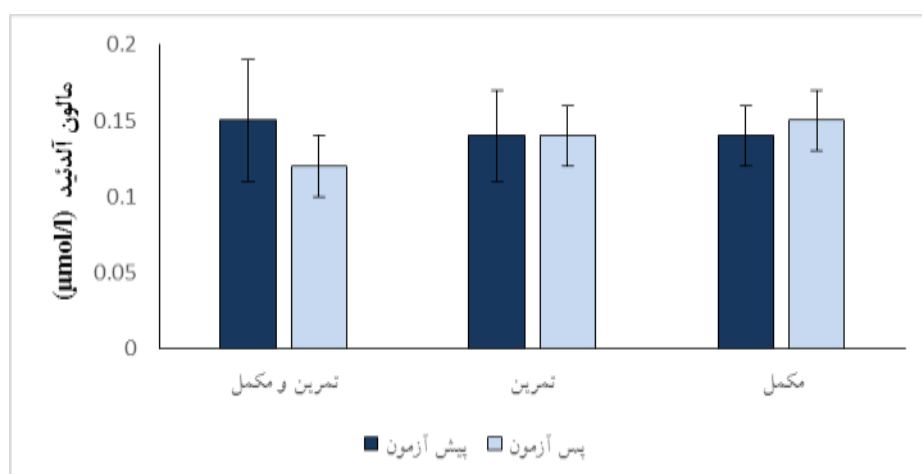
* تفاوت در سطح $p \leq 0.05$ معنادار است.

نتایج جدول ۹ نشان می‌دهد که تنها تفاوت معناداری بین گروه تمرین و مکمل و مکمل تنها وجود دارد و بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد. بنابراین با توجه به نتایج ارائه شده در جدول‌های ۸ تا ۱۰ فرضیه اول تأیید می‌شود. جدول ۱۰ نتیجه آزمون t همبسته جهت بررسی تغییرات درون گروهی برای مالون دی آلدئید در سه گروه را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. نتایج آزمون t همبسته در طی شش هفته مداخله در سه گروه

نتایج آزمون t همبسته			آماره‌های توصیفی		گروه
معناداری	df	t	پس آزمون	پیش آزمون	
۰/۸۳۸	۱۱	۰/۲۰۹	$1/18 \pm 0/24$	$0/82 \pm 0/08$	تمرین
۰/۴۴۰	۷	-۰/۸۱۹	$0/15 \pm 0/02$	$0/15 \pm 0/02$	مکمل
*۰/۰۱	۱۰	۳/۱۷۹	$0/12 \pm 0/02$	$0/15 \pm 0/04$	تمرین و مکمل

مقادیر: انحراف استاندارد $\pm$ میانگین؛ $\bar{t}$ تفاوت در سطح $p \leq 0.05$ معنادار است؛ * تفاوت در سطح $p \leq 0.05$ معنادار است.



نمودار ۲. پیش آزمون و پس آزمون مالون آلدئید در سه گروه

جدول ۱۱. نتایج تحلیل اثر بین گروهی بر مالون آلدئید (پس آزمون)

منبع تغییر	مجموع	درجه	میانگین	F	P	η^2
نوع مداخله	۰/۰۰۴	۲	۰/۰۰۲	۲۷۸	۰/۰۰۲	۳۸۰
خطا	۰/۰۰۷	۲۷	۰/۰۰۰	-	-	-

نتایج آزمون کوواریانس نشان می‌دهد که دست‌کم بین دو گروه از آزمودنی‌ها تفاوت معناداری وجود دارد؛ بنابراین آزمون تعقیبی LSD به منظور مشخص نمودن تفاوت بین گروه‌ها انجام و نتایج آن در جدول ۱۲ ارائه شده است.

جدول ۱۲. نتایج آزمون تعقیبی LSD برای انجام مقایسه بین گروهی تغییرات وزن بدن

P	تفاوت‌های جفت شده		گروه‌های مورد مقایسه	
	خطای استاندارد	میانگین	گروه (J)	گروه (I)
*۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۲۹	تمرین و مکمل	مکمل
۰/۲۱۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	تمرین	مکمل
*۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	-۰/۰۲۰	تمرین	تمرین و مکمل

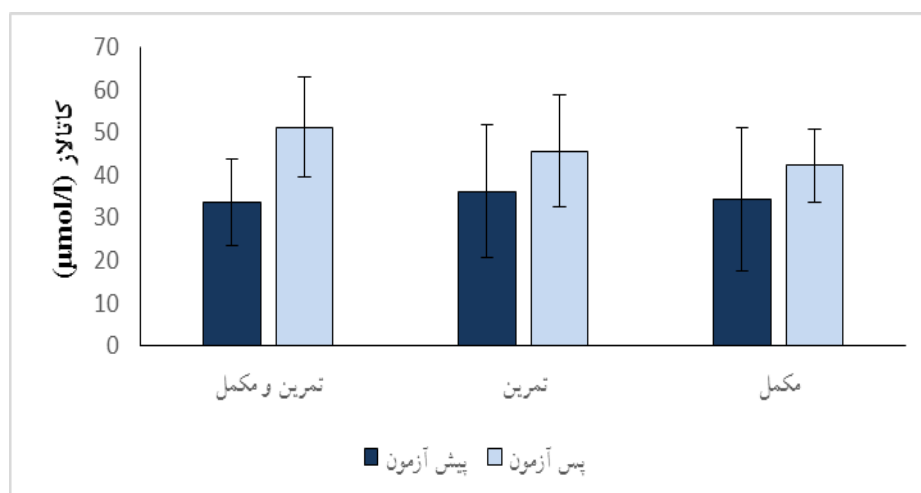
* تفاوت در سطح $p \leq ۰/۰۵$ معنادار است.

نتایج جدول ۱۲ نشان می‌دهد که تنها تفاوت معناداری بین گروه تمرین و مکمل و مکمل تنها و تمرین و مکمل وجود دارد و بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد. بنابراین با توجه به نتایج ارائه شده در جدول‌های ۸ تا ۱۰ فرضیه اول تأیید می‌شود. آزمون t همبسته جهت بررسی تغییرات درون گروهی برای کاتالاز در سه گروه را نشان می‌دهد.

جدول ۱۳. نتایج آزمون t همبسته در طی شش هفته مداخله در سه گروه

نتایج آزمون t همبسته			آماره‌های توصیفی		گروه
معناداری	df	t	پس آزمون	پیش آزمون	
*۰/۰۰۲	۱۱	-۳/۹۴۷	۴۵/۷۷±۱۳/۰۲	۲۰±۱۵/۵۵	تمرین
۰/۲۲۳	۷	-۱/۳۳۶	۴۲/۲۹±۸/۶۱	۳۴±۱۶/۸۶	مکمل
*۰/۰۰۳	۱۰	-۴/۰۰۲	۵۱/۳۵±۱۱/۶۶	۶۶±۱۰/۲۸	تمرین و مکمل

مقادیر: انحراف استاندارد $\pm$ میانگین؛ $\bar{t}$ تفاوت در سطح $p \leq ۰/۰۱$ معنادار است؛ * تفاوت در سطح $p \leq ۰/۰۵$ معنادار است.



نمودار ۳. پیش آزمون و پس آزمون کاتالاز در سه گروه

جدول ۱۴. نتایج تحلیل اثر بین گروهی بر کاتالاز (پس آزمون)

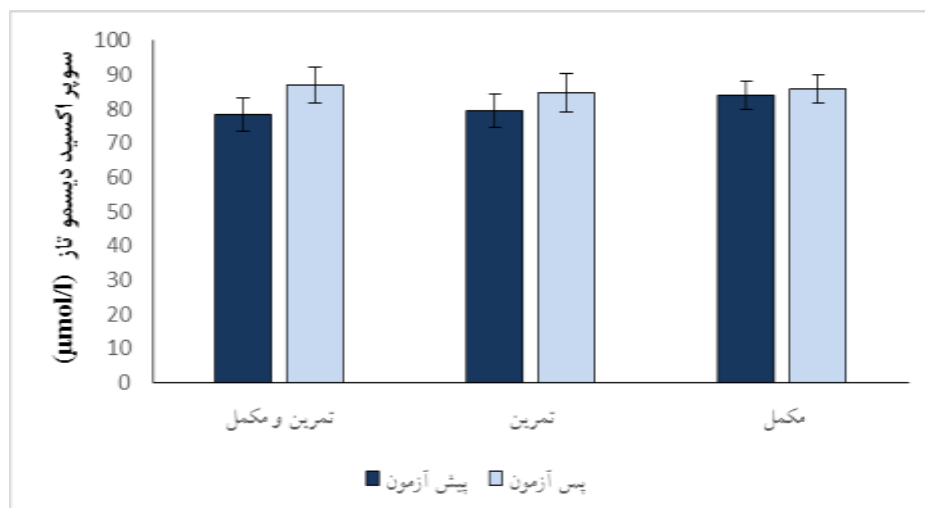
منبع تغییر	مجموع	درجه	میانگین	F	P	η^2
نوع مداخله	۴۵۴/۴۳۴	۲	۲۲۷/۲۱۷	۱۵۹/	۱۳۵/	۱۳۸/
خطا	۲۸۴۱/۴۰۸	۲۷	۱۰۵/۲۳۷	-	-	-

نتایج آزمون کوواریانس نشان می‌دهد که بین سه گروه از آزمودنی‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد. جدول ۱۵ نتیجه آزمون t همبسته جهت بررسی تغییرات درون گروهی برای سوپراکسید دیسموتاز در سه گروه را نشان می‌دهد.

جدول ۱۵. نتایج آزمون t همبسته در طی شش هفته مداخله در سه گروه

گروه	آماره‌های توصیفی		نتایج آزمون t همبسته		
	پیش آزمون	پس آزمون	t	df	معناداری
تمرین	۷۹/۵۷±۴/۸۸	۸۴/۷۲±۵/۵۳	-۳/۳۳۱	۱۱	*۰/۰۰۷
مکمل	۸۳/۹۹±۴/۲۰	۸۶/۰۱±۴/۱۰	-۰/۸۰۸	۷	۰/۴۴۶
تمرین و مکمل	۷۸/۳۴±۴/۸۶	۸۷/۰۳±۵/۱۴	-۵/۵۵۹	۱۰	*۰/۰۰۱

مقادیر: انحراف استاندارد ± میانگین؛ $\bar{I}$ تفاوت در سطح $p \leq 0.1$ معنادار است؛ * تفاوت در سطح $p \leq 0.05$ معنادار است.



نمودار ۴. پیش آزمون و پس آزمون سوپراکسید دیسموتاز در سه گروه

جدول ۱۶. نتایج تحلیل اثر بین گروهی بر سوپراکسید دیسموتاز (پس آزمون)

منبع تغییر	مجموع	درجه	میانگین	F	P	η^2
نوع مداخله	۵۰/۲۴۰	۲	۲۵/۱۲۰	۰/۴۳	۰/۳۶۶	۰/۷۲
خطا	۶۵۰/۲۴۲	۲۷	۲۴/۰۸۳	-	-	-

نتایج آزمون کوواریانس نشان می‌دهد که بین سه گروه از آزمودنی‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد.

۵- نتیجه‌گیری و بحث

هدف از این مطالعه نیمه تجربی، بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات اسپینینگ همراه با مصرف مکمل چای سبز بر برخی شاخص‌های استرس اکسیداتیو در زنان دارای اضافه وزن بود. از این‌رو، تعداد ۳۱ نفر زن دارای اضافه وزن با شاخص توده بدن بالاتر از ۲۵ در دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال به صورت هدفمند به عنوان نمونه انتخاب و در مطالعه شرکت کردند. سپس به طور تصادفی در سه گروه، ۱- تمرینات اسپینینگ همراه با مصرف مکمل چای سبز (۱۱ نفر)، ۲- تمرینات اسپینینگ (۱۲ نفر)، ۳- مصرف مکمل چای سبز (۸ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرین اسپینینگ شامل ۶ هفته تمرین و هفته‌ای سه جلسه بود که با شدت ۸۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب پیشینه انجام گردید. نمونه‌های خون آزمودنی‌ها پس از ۱۰-۱۲ ساعت حالت برای اندازه‌گیری شاخص‌های استرس اکسیداتیو از جمله ظرفیت آنتی کسیدانی تام، سوپراکسید دیسموتاز، مالون دی آلدئید و کاتالاز جمع‌آوری شد. به علاوه اندازه‌گیری شاخص‌های (قد، وزن، درصد چربی، BMI) قبل از تمرین از آزمودنی‌های هر سه گروه به عمل آمد. جهت تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش، از آزمون شاپیرو-ویلک برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها و واریانس‌های داده‌ها از آزمون لون در سطح معناداری $p \leq 0/05$ استفاده شد. برای مقایسه درون گروهی از آزمون تی همبسته و برای مقایسه بین گروهی از آنالیز واریانس یک راهه و LSD استفاده گردید.

فعالیت بدنی و ورزش با افزایش روند اکسیداسیون سلولی موجب تولید رادیکال‌های آزاد و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن^۱ می‌شود که این پدیده در درازمدت تخریب بافتی را به همراه دارد (پاورز و همکاران، ۲۰۱۶). در شرایط طبیعی توازن بین تولید ROS، نیتروژن و دفاع ضد اکسایشی در افراد سالم وجود دارد. در صورتی که این توازن از بین رود، فشار اکسایش ایجاد می‌شود که باعث آسیب ماکرومولکول‌های زیستی مانند اسیدهای هسته‌ای، غشای فسفولیپیدی و پروتئین‌های داخل و خارج

¹ Reactive oxygen species

سلولی و در نهایت بروز بیماری‌های استحال‌های مختلف (بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت قندی، سرطان‌ها، آلزایمر، پارکینسون) و پیری می‌شود (کوتا و همکاران، ۲۰۰۸). گزارش شده چاقی با افزایش استرس اکسیداتیو میوکاردیال (وینسنت و همکاران، ۱۹۹۹) و افزایش پراکسیداسیون لیپیدی (افزایش مالون دی آلدئید^۱) همراه است (دوبرین و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین مشخص شده تجمع چربی و نمایه توده بدن^۲ همبستگی بالایی با شاخص‌های استرس اکسایشی سیستمیک دارند (هوبرت و همکاران، ۲۰۰۹).

افزایش پراکسیداسیون لیپیدی وابسته به فعالیت ورزشی رابطه مستقیم بین شدت تمرین و میزان استرس اکسیداتیو را به اثبات رسانده است (دی کاسترو و همکاران، ۲۰۰۹). در نتیجه، مالون دی آلدئید که به عنوان یکی از شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی می‌باشد، افزایش می‌یابد (سوزا-سیلوا و همکاران، ۲۰۱۶). در این راستا نتایج مطالعات انجام شده مؤید این نکته می‌باشد که فعالیت ورزشی شدید و طولانی مدت از طریق افزایش هورمون‌هایی مانند اپی نفرین یا کاتکولامین‌های دیگر، متابولیسم پروستاگلندین‌ها، گزانتین اکسیداز، NADPH اکسیداز و فعالیت ماکروفاژها بر فرآیندهای استرس اکسیداتیو اثرگذار بوده و موجب افزایش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید می‌شود (پادیلها و همکاران، ۲۰۱۵). از طرفی فرآیند کاهش جریان خون موضعی در ابتدای تمرینات ورزشی و سپس برقراری مجدد گردش خون بافتی موردنیاز که در ابتدای فعالیت‌های بدنی شدید در اندام‌هایی همانند عضلات فعال، کلیه‌ها، طحال، کبد و غیره روی می‌دهد، به عنوان عامل دیگری در روند افزایش پراکسیداسیون لیپیدها محسوب می‌شود (اسپیرلندلی و همکاران، ۲۰۱۴). در نتیجه لیپیدهای غیراشباع غشاءهای بافتی در معرض آسیب شدید قرار می‌گیرند (یوسف و همکاران، ۲۰۱۵).

همان‌طور که بیان شد، هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات اسپینینگ همراه با مصرف مکمل چای سبز بر برخی شاخص‌های استرس اکسیداتیو در زنان دارای اضافه وزن بود. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص‌های آنتی اکسیدانی، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام، سوپراکسید دیسموتاز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز به صورت معنی‌داری در گروه‌های تمرین همراه با مصرف چای سبز و تمرین به تنهایی افزایش یافتند. همچنین مقادیر مالون دی آلدئید به عنوان شاخص پراکسیداسیون پس از ۶ هفته تمرینات اسپینینگ به همراه مصرف چای سبز به میزان قابل توجهی کاهش یافت. البته لازم به ذکر است که بین مقادیر شاخص‌های ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و مالون دی آلدئید تام پس از ۶ هفته مداخله بین سه گروه از آزمودنی‌ها تفاوت معناداری وجود داشت، بدین معنی که بین گروه‌های تمرین به همراه مصرف چای سبز، تمرین و مکمل چای سبز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و این مسأله می‌تواند نشانگر نقش بارز مکمل چای سبز بهبود وضعیت آنتی اکسیدانی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می‌باشد. این در حالی است که بین گروه‌های سه‌گانه تحقیق در شاخص‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به عبارت دیگر مکمل چای سبز تأثیر چندانی بر این شاخص‌ها ندارد.

در بدن انسان برای مقابله با رادیکال‌های آزاد و اکسیدان‌ها که به سرعت تشکیل می‌شوند، سیستم‌های دفاعی آنتی اکسیدانی وجود دارد. درواقع آنتی اکسیدان‌ها نقش مهمی در مهار گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن و جلوگیری از تشکیل آن‌ها ایفا می‌کنند و از آسیب اکسیداتیو به یک مولکول هدف جلوگیری می‌کنند و یا آن را به تأخیر می‌اندازند (فیشر-ولمن و بلومر، ۲۰۰۹). سیستم دفاع آنتی اکسیدانی شامل دفاع آنزیمی و غیرآنزیمی می‌باشد. سیستم دفاع آنتی اکسیدانی آنزیمی شامل آنزیم‌هایی مانند کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و گلوکاتیون پراکسیداز می‌باشد و دفاع آنتی اکسیدانی غیرآنزیمی شامل آنتی اکسیدان‌هایی مانند ویتامین‌ها، گلوکاتیون، یوبی کینیون و فلاوونوئیدها می‌باشد (پاورز و همکاران، ۲۰۱۶). به مجموعه این ترکیبات که قادر به حفظ سیستم‌های بیولوژیکی بدن در برابر اثرات گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن می‌باشند، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام^۳ (TAC) گفته می‌شود (پاورز و همکاران، ۲۰۱۶).

¹ Malondialdehyde

² Body Mass Index

³ Total antioxidant capacity

تحقیقات اخیر نشان داده‌اند مصرف تغذیه‌ای ترکیباتی آنتی اکسیدانی باعث تقویت سیستم‌های دفاعی آنتی اکسیدانی بدن می‌شود (دی ماسکیو و همکاران، ۱۹۹۱؛ پاورز و همکاران، ۲۰۱۶). به همین جهت طی سال‌های اخیر استفاده از مکمل‌های آنتی اکسیدانی برای افزایش توان دفاع ضد اکسایشی و کاهش آسیب‌های اکسایش در فعالیت‌های بدنی مورد مطالعه قرار گرفته است (سو و همکاران، ۲۰۰۸).

در این راستا، بگدانسکی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر چای سبز بر فشار خون، مارکرهای التهابی، استرس اکسیداتیو و انسولین پرداختند. آنان گزارش کردند که مصرف روزانه ۳۷۹ میلی گرم چای سبز بر فشار خون، مقاومت انسولین، شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو و نیم‌رخ لیپیدی در بیماران مبتلا به پرفشار خونی ناشی از چاقی مؤثر است. جاوکاو و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر مکمل چای سبز بر پارامترهای استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش در دونده‌های سرعتی مرد پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که مکمل سازی با چای سبز از استرس اکسیداتیو پیشگیری می‌کند. همچنین امینی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر مصرف چای سبز بر بیومارکرهای اکسیداتیو خون پرسنل اتاق عمل پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که چای سبز می‌تواند به طور قابل توجهی باعث بهبود استرس اکسیداتیو و آسیب DNA شود. علاوه، قاسمی و همکاران (۱۳۹۱)، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی تام پلاسما، کاهش شاخص پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از فعالیت‌های مقاومتی در زنان جوان پس از مصرف مکمل چای سبز گزارش کردند. همچنین قاسمی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که ۱۰ هفته تمرین تناوبی شدید و مکمل چای سبز می‌تواند سطوح کاتالاز سرمی در زنان دارای اضافه را به طور معناداری افزایش دهد و سیستم ضد اکسایشی را تا حدود زیادی ارتقا بخشد. از طرف دیگر مطالعات پانزا و همکاران^۱ (۲۰۰۸) و اربا و همکاران^۲ (۲۰۰۵) در بررسی تأثیر مصرف چای سبز بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو پیشنهاد کردند که مصرف روزانه ۲ فنجان چای سبز موجب افزایش سطوح شاخص ضد اکسایشی TAC و همچنین کاهش در مالون دی آلوئید به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی می‌گردد.

منابع

۱. امینی رارانی، سعید؛ قدمی، احمد؛ ملکی راد، علی اکبر. (۱۳۹۵). تأثیر مصرف چای سبز بر بیومارکرهای اکسیداتیو خون پرسنل اتاق عمل، مجله علوم پزشکی اراک، سال ۱۹، شماره ۱۰.
۲. حقیقی، امیرحسین؛ رفیعی پور، علیرضا؛ حسینی کاخک، علیرضا. (۱۳۹۱). تأثیر تمرینات هوازی و مکمل چای سبز بر برخی عوامل خطرزای قلبی عروقی در مردان دارای اضافه وزن، مجله فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. رایبیز، استیفن. مبانی رفتار سازمانی. (۱۳۸۸). ترجمه امیدواران، کامیار و همکاران، چاپ سوم، انتشارات مهربان نشر، صفحه‌ی ۲۸۲.
۳. قاسمی، الهام؛ افضل پور، محمداسماعیل؛ ثاقب جو، مرضیه؛ زربان، اصغر. (۱۳۹۱). تأثیر مکمل سازی کوتاه مدت چای سبز بر ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و پراکسیداسیون لیپیدی زنان جوان پس از یک جلسه تمرین مقاومتی شدید، مجله دانشکده پزشکی اصفهان، سال ۳۰، شماره ۲۰۲.
4. Auvichayapat P, Prapochanung M, Tunkamnerdthai O, Sripanidkulchai B O, Auvichayapat N, Thinkhamrop B, et al. (2008). Effectiveness of green tea on weight reduction in obese Thais: A randomized, controlled trial. *Physiol Behav*; 93(3): 486-91.
5. Ayissi V B, Ebrahimi A, Schluesenner H. (2013). Epigenetic effects of natural polyphenols: A focus on SIRT1-mediated mechanisms. *Mol Nutr Food Res*; 58(1): 22-32.
6. Bogdanski, Pawel; Suliburska, Joanna; Szulinska, Monika; Stepień, Marta; Pupek-Musialik, Danuta; Jablecka, Anna. (2012). Green tea extract reduces blood pressure,

¹ Panza et al

² Erba et al

- inflammatory biomarkers, and oxidative stress and improves parameters associated with insulin resistance in obese, hypertensive patients, Elsevier Inc.
7. Boschmann M, Thielecke F. (2007). The effects of Epigallocatechin-3-gallat on thermogenesis and fat oxidation in obese mem: Apilot study. *J Am Coll Nutr*; 26:389S-395S.
 8. Brown W V, Fujioka K, Wilson P W, Woodworth K A. (2009). Obesity: Why be concerned? *Am J Med*; 122(4 Suppl 1): 4-11.
 9. De Castro MA, Cavalcanti Neto FF, Lima LM, da Silva FM, De Olniveira RJ, Zanesco A. (2009). Production of free radicals and catalase activity during acute exercise training in young men. *Biology of Sport*. 26(2):113.
 10. Di Mascio P, Murphy ME and Sies H. (1991). Antioxidant Defense Systems: The Role of Caretenoids Tochopherols and Thiols. *Am. J. Clin. Nurtr*; 53: 194 - 200.
 11. Dobrian AD, Davies MJ, Prewitt RL, Lauterio TJ. (2000). Development of hypertension in a rat model of diet-induced obesity. *Hypertensio*; 35: 1009.15 – 24.
 12. Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. (2009). Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dynamic medicine*; 8(1):1.
 13. Germanou E I, Chatzinikolaou A, Malliou P, Beneka A, Jamurtas A Z, Bikos C, et al. (2013). Oxidative stress and inflammatory responses following an acute bout of isokinetic exercise in obese women with knee osteoarthritis. *Knee*; 20(6): 581-90.
 14. Hill AM, Coates AM. (2007). Can EGCG reduce abdominal fat in obese subjects? *J AM Coll Nutr*; 26:39202.
 15. Hubert H, Guinhouya CB, Allard L, Durocher A. (2009). Comparison of the diagnostic quality of body mass index, waist circumference and waist-to – height ratio in screening skinfold – determined obesity among children. *J. Sci. and Medicine in Sport*; 12: 449 – 51.
 16. Jo'wko, Ewa; Długołęcka, Barbara; Makaruk, Beata; (2015). The effect of green tea extract supplementation on exerciseinduced oxidative stress parameters in male sprinters, *Eur J Nutr* 54:783–791.
 17. Kota N, P Krishna, K Polasa. (2008). Alterations in antioxidant status of rats following intake of gingerthrough diet. *Food Chem*; 106: 991 - 6.
 18. Padilha CS, Ribeiro AS, Fleck SJ, Nascimento MA, Pina FL, Okino AM, Venturini D, Barbosa DS, Mayhew JL, Cyrino ES. (2015). Effect of resistance training with different frequencys and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. *Age*; 37(5):104.
 19. Powers SK, Radak Z, Ji LL. (2016). Exercise-induced oxidative stress: past, present and future. *The Journal of physiology*; 594(18):5081-92.
 20. Raederstorff D G, Schlachter M F, Elste V, Weber P. (2003). Effect of EGCG on lipid absorption and and plasma lipid levels in rats. *J Nutr Biochem*; 14(6): 326-32.
 21. Ribeiro-Samora, L.A. Rabelo, A.C.C. Ferreira, M. Favero, G.S. Guedes, L.S.M. Pereira³, V.F. Parreira³ and R.R. Britto. (2017). Inflammation and oxidative stress in heart failure: effects of exercise intensity and duration, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 50 (9).

22. Souza-Silva AA, Moreira E, de Melo-Marins D, Schöler CM, de Bittencourt Jr PI, Laitano O. (2016). High intensity interval training in the heat enhances exercise-induced lipid peroxidation, but prevents protein oxidation in physically active men. *Temperature*;3(1):167-75.
23. Spirlandeli AL, Deminice R, Jordao AA. (2014). Plasma malondialdehyde as biomarker of lipid peroxidation: effects of acute exercise. *International journal of sports medicine*.; 35(01):14-8.
24. Su QS, Tian Y, Zhang JG and Zhang H. (2008). Effects of allicin supplementation on plasma markers of exercise-induced muscle damage, IL-6 and antioxidant capacity. *Eur. J. Appl. Physiol.* 83 – 275:103;
25. Vincent HK, Powers SK, Stewart DJ, Shanely RA, Demirel H, Nalto H. (1999). Obesity is associated with increased myocardial oxidative stress. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord*; 23: 67 - 74.
26. Youssef H, Groussard C, Lemoine-Morel S, Jacob C, Moussa E, Fazah A, Pineau JC, Pincemail J, Cillard J, Delamarche A. (2015). Aerobic training suppresses exercise-induced lipid peroxidation and inflammation in overweight/obese adolescent girls. *Pediatric exercise science*; 27 (1):67-76.

The effect of 6 Weeks of Spinning Training Combined with Green Tea Supplementation on Oxidative Stress Factors in Overweight Women

Darya Hoseinpour

Master's degree student in exercise physiology, sports nutrition, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran

Abstract

The aim of this quasi-experimental study was to investigate the effect of 6 weeks of spinning training combined with green tea supplementation on some oxidative stress indices in overweight women. Therefore, 31 overweight women with a body mass index above 25 in the age range of 25 to 35 years were purposively selected as a sample and participated in the study. Then, they were randomly divided into three groups: 1- spinning training combined with green tea supplementation (n=11), 2- spinning training (n=12), and 3- green tea supplementation (n=8). The spinning training program consisted of 6 weeks of training and three sessions per week, which were performed at an intensity of 85 to 90% of the background heart rate. Blood samples were collected from the subjects' brachial veins after 10-12 hours of fasting to measure oxidative stress indices including total antioxidant capacity, superoxide dismutase, malondialdehyde, and catalase. In addition, indices (height, weight, fat percentage, BMI) were measured before exercise in all three groups. To analyze the research findings, the Shapiro-Wilk test was used to determine the normality of data distribution and data variances, and the Levene test was used at a significance level of $p \leq 0.05$. For intragroup comparison, the paired t-test was used, and for intergroup comparison, the one-way analysis of variance and the LSD test were used. The results of this study showed that antioxidant indices, total antioxidant capacity, superoxide dismutase, superoxide dismutase, and catalase significantly increased in the exercise groups with green tea consumption and exercise alone. Also, the levels of malondialdehyde as an indicator of peroxidation decreased significantly after 6 weeks of spinning training with green tea consumption. In general, it can be concluded that long-term consumption of green tea supplements effectively improves antioxidant indices, and the improvement in the antioxidant defense system effectively reduces the lipid peroxidation index caused by exercise and also caused by obesity-related diseases.

Keywords: Interval Training, Green Tea Supplementation, Total Antioxidant, Catalase, malondialdehyde, Superoxide Dismutase, Overweight.
