مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست شناسی ایران) جلد ۳۶، شماره ۳، ۱۴۰۲
DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9 مقاله پژوهشی، صفحات ۲۳۹-۲۲۶

بررسی اثر تمرین تناوبی شدید بر پارامترهای استرس اکسیداتیو قلبی و نیمرخ لیپیدی سرم خون در موش بزرگ آزمایشگاهی سالمند اورکتومی شده

سیده ام البنین قاسمیان[۱]، آسیه سید[۲]، مینا بازدار تشنیزی[۲]، مینا مستجیر[۲] و مریم کریمی دهکردی[۳*]

[۱] ایران، بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بهبهان، گروه دامپزشکی

[۲] ایران، بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بهبهان، گروه فیزیولوژی ورزشی

[۳] ایران، شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، دانشکده دامپزشکی، گروه علوم درمانگاهی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۵

چکیده

خطر بیماری های قلبی در همه افراد با افزایش سن بیشتر می شود اما پس از یائسگی، ریسک ابتلا به این بیماری و علائم آن مشهودتر است. با توجه به نقش استرس اکسیداتیو در بروز انواع بیماری ها و همچنین شیوع بیماری های قلبی-عروقی در افراد سالمند، نیاز به استفاده از راهکارها و تدابیری است که سلامت بافت قلب را بهمراه داشته باشند. از اینرو تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر ۸ هفته تمرینات HIIT بر پروفایل لیپیدی سرم، میزان CRP و فعالیت SOD، MDA و TAC در بافت قلب موش بزرگ آزمایشگاهی اورکتومی شده انجام شد. در این مطالعه، ۲۴ سر موش بزرگ آزمایشگاهی ماده از نژاد اسپراگو-داولی و با سن تقریبی ۱۳-۱۵ ماهه، یک هفته پس از نگهداری در شرایط استاندارد تحت اورکتومی (عمل برداشت تخمدان) قرار گرفتند. موش ها به طور تصادفی به دو گروه کنترل و تمرین HIIT تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته به تمرین پرداختند. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی، خونگیری انجام و نمونه های سرمی جهت اندازه گیری پارامترهای مورد نظر به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج نشان داد سطوح TG (p=۰/۰۰۱) وLDL/HDL (p=۰/۰۱) در گروه تمرین به طور معنی دار کمتر از گروه کنترل بود. همچنین سطوح HDL در گروه تمرین به طور معنی داری بالاتر از گروه کنترل بود (p=۰/۰۱). با این وجود تفاوت معنی داری در سطوح LDL، کلسترول و CRP در گروه تمرین HIIT و کنترل مشاهده نشد (p>۰/۰۵). هشت هفته تمرین تناوبی شدید باعث افزایش معنی دار SOD (p=۰/۰۲) و کاهش معنی دار MDA (p=۰/۰۰۳) شده است ولی بر TAC بی تاثیر بوده است. با توجه به یافته های تحقیق حاضر، اجرای HIIT در موش های سالمند اورکتومی سبب کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود پروفایل چربی می گردد.

واژه های کلیدی: تمرین تناوبی شدید، موش بزرگ آزمایشگاهی، اوریکتومی، پروفایل چربی، CRP، TAC، MDA، SOD

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۳۸۲۳۱۴۵، پست الکترونیکی: ma_karimivet58@yahoo.com

مقدمه

یائسگی، یعنی قطع دائمی قاعدگی، ناشی از کاهش هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون و در نتیجه افزایش گنادوتروپین‌ها است که هنگام پایان ذخایر فولیکول‌های تخمدان رخ می‌دهد. این عارضه با از دست دادن تدریجی تخمک‌ها، از بین رفتن استروئیدهای غدد جنسی، نوسانات وسیع هورمونی و الگوهای نامنظم قاعدگی همراه است. زنان یائسه به دلیل کاهش استروژن نسبت به زنان قبل از یائسگی، دارای میزان متابولیسم استراحت، کل انرژی مصرفی و اکسیداسیون چربی کمتری

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9

در حین ورزش و هنگام استراحت هستند. بنابراین افزایش وزن یک پدیده شایع در یائسگی است.

اوریکتومی کردن موش های ماده و متعاقباً کاهش استروژن، باعث بروز رفتارهای شبه افسردگی و افزایش اضطراب در آنها شده است (۹). تجمع چربی احشایی و اختلالات متابولیک چربی به دلیل تغییرات هورمونی مانند کاهش سطح استروژن و افزایش سطح آندروژن‌های در گردش ظاهر می شود که منجر به ایجاد سندرم‌های متابولیک از جمله بیماری‌های قلبی عروقی می‌شوند. علاوه بر این، یائسگی با تغییر در سطوح لیپوپروتئین‌ها، آپولیپوپروتئین‌ها، لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین و بالا و تری گلیسرید همراه است. تغییرات متابولیسم لیپیدها نقش کلیدی در سنتز اسیدهای چرب اضافی، چربی سلولی، سایتوکین‌های پیش‌التهابی و گونه‌های فعال اکسیژن دارد که باعث پراکسیداسیون چربی شده و نهایتاً منجر به ایجاد مقاومت به انسولین، چربی شکمی و دیس لیپیدمی می‌شود. با کاهش سریع استروژن، چربی شکمی به ویژه چربی احشایی در زنان یائسه، افزایش می‌یابد. افزایش چربی احشایی ارتباط بیشتری با بیماری‌های قلبی عروقی دارد. مکانیسم این فرآیند به این صورت است که قبل از سن یائسگی استروژن هنگام اتصال به گیرنده استروژن α (ERα) با افزایش تعداد گیرنده‌های ۲α-آدرنرژیک ضد لیپولیتیک، لیپولیز تحریک شده با آدرنالین را در سلول‌های چربی زیر جلدی مهار می‌کند. علاوه بر این، فعال شدن گیرنده های ERα می‌تواند گیرنده‌های ERβ را در بافت احشایی تحریک کرده، روند لیپولیز را افزایش می‌دهد؛ بنابراین کمبود استروژن در دوران یائسگی با افزایش کل توده چربی به ویژه چربی احشایی همراه است. در این زمینه، استروژن‌ها سیگنال‌های کاتابولیک و بی‌اشتهایی را در مغز فعال می‌کنند شبیه به آنهایی که توسط هورمون ضد چاقی لپتین به کار گرفته شده است، ثانیاً نشان داده شده است که استروژن‌ها اکسیداسیون چربی را در ماهیچه‌های اسکلتی افزایش می‌دهند و لیپوژنز کبدی و ماهیچه‌ای را مهار می‌کنند (۵).

بیماریهای قلبی عروقی، مهمترین علت مرگ در زنان است که خطر ابتلا به این بیماری پس از یائسگی به دلیل افزایش التهاب و چاقی کاهش فعالیت‌های تخمدان و ترشح استروژن پیشرفت قابل توجهی می‌یابد. زنان معمولاً چندین سال دیرتر از مردان به بیماری عروق کرونر قلب مبتلا می شوند (۱).

استرس اکسیداتیو به دنبال بهم خوردن تعادل بین اکسیدان‌ها و سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن در سطوح سلول و بافت ایجاد می‌شود. بدنبال شکل‌گیری این عدم تعادل، آسیب اکسیداتیو شکل گرفته که تاثیرات مخرب آن را در تمامی سلولها (آپوپتوز یا نکروز سلولی) و بافت‌های بدن (آسیب ساختاری بافت) شاهد خواهیم بود (۱۰, ۱۵). استروژن ها دارای خواص آنتی اکسیدانی نیز هستند و کمبود آنها بعد از یائسگی بدن را مستعد افزایش تولید گونه های فعال اکسیژن می کند.. به نظر می‌رسد که تفاوت در عملکرد آندوتلیال در زنان قبل از یائسگی و پس از آن به تفاوت در میزان استرادیول و استرس اکسیداتیو مربوط باشد. تغییرات هورمونی مربوط به دوران یائسگی ممکن است منجر به اختلال در هموستاز ردوکس و در نهایت استرس اکسیداتیو شود. کمبود استروژن و استرس اکسیداتیو ممکن است بیان ژنهای دخیل در التهاب را افزایش دهد (۲۰).

از جمله عوامل خطرساز قابل اصلاح، سبک زندگی بی تحرک و الگوهای تغذیه ای ناسالم است که اغلب منجر به چاقی می‌شود و به نوبه خود به افزایش خطر بیماری های قلبی و عروقی در یائسگی کمک می کند. فعالیت بدنی جایگزین موثری برای مکمل استروژن است (۱).

اخیراً تمرینات تناوبی با شدت بالا و به دنبال آن ریکاوری با شدت کمتر، به عنوان یک استراتژی قابل تحمل، ایمن و کارآمد و روشی موثر برای افزایش اکسیداسیون چربی پس

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۳۹-۲۲۶

از ورزش (۵ و ۲۲) شناخته شده است. تمرین تناوبی با شدت بالا (High-intensity interval training; HIIT) توده چربی به ویژه چربی احشایی را کاهش می‌دهد. این نوع تمرین کل توده چربی را در زنان با وزن طبیعی و دارای اضافه وزن و چربی شکمی را در زنان با BMI بالای ۲۵ کاهش می‌دهد. تاثیر HIIT بر وزن، توده چربی کل و چربی شکمی در زنان قبل از یائسگی بیش از زنان یائسه است. این موضوع احتمالاً با افزایش تولید کاتکول آمین و افزایش فعالیت گیرنده‌های بتا آدرنرژیک همراه است که منجر به لیپولیز قابل توجه در حین ورزش می‌شود و به دنبال آن اکسیداسیون چربی بعد از تمرین بیشتر می شود.

تمرینات تناوبی با شدت بالا می تواند میزان هورمون رشد را افزایش دهد. یکی از علل افزایش هورمون رشد به واسطه تمرینات تناوبی با شدت بالا، افزایش میزان کاتکولامین ها می باشد. افزایش اپی نفرین و نوراپینفرین متعاقب فعالیت شدید می تواند با تاثیر بر مسیرهای آنابولیکی و افزایش گیرنده های بتا آدرنرژیک، میزان تولید و آزادسازی هورمون رشد را افزایش دهد. متعاقباً اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات در عضله افزایش یافته و سبب کاهش درصد چربی می شود. تمرینات تناوبی با شدت بالا محرک مناسبی برای کاهش وزن است (۲۹).

در این راستا نشان داده شد فعالیت ورزشی با شدت متوسط منجر به عدم کاهش یا کاهش کمتر چربی نسبت به اجرای HIIT در موش‌های چاق می‌شوند که نشان‌دهنده قابلیت اجرای HIIT برای افزایش اکسایش چربی و کاهش بافت چربی است (۲).. تمرینات تناوبی شدید نسبت به تمرینات تداومی با شدت متوسط نقش مهم‌تری در پیشگیری از بیماری های قلبی عروقی در زنان یائسه دارند (۱۶). گروه تحقیقاتی گالوویلگس و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که انجام ۱۲ هفته تمرینات HIIT با حجم کم (۲۲ دقیقه در هر جلسه با شدت بالا حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) ۹۰ درصد) در مقایسه با تمرینات هوازی تداومی (۳۶ دقیقه در هر جلسه با شدت حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) ۶۰ درصد) در کاهش عوامل خطرزای بیماری های قلبی عروقی در بزرگسالان مبتلا به سندرم متابولیک موثرتر و کارآمد تر عمل می‌کند (۸).

از سوی دیگر در مطالعه‌ای تمرین تناوبی با شدت متوسط، میزان تری‌گلیسرید و کلسترول تام را در موش‌های بزرگ آزمایشگاهی چاق یائسه به طور غیر معنی‌داری کاهش داد (۱۲). مطالعات نشان داده اند تمرین اگر طولانی مدت (بیش از ۱۶ هفته) و یا با شدت زیاد (بیش از ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) باشد، باعث کاهش مطلوب چربی بدن (بیش از ۲ درصد کاهش) و تغییرات هورمونی می شود (۲۶).

به طور کلی در حالت معمول بین رادیکال های آزاد در بدن و سیستم دفاع آنتی اکسیدانی توازن برقرار است اما مواجهه با عواملی همچون آلاینده‌های محیطی، داروها و سموم باعث افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در بدن و عدم تعادل بین تولید و دفع آن می‌شود که می تواند زمینه ساز بیماری‌ها باشد (۱۴, ۲۵).

استرس اکسیداتیو نقش مهمی در پاتوژنز و پیشرفت بیماری قلبی عروقی دارد. تمرین ورزشی هوازی با افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و کاهش استرس اکسیداتیو، منجر به تعادل ردوکس و هموستاز سلولی می شود و تاثیر مطلوبی بر بهبود عملکرد قلبی می تواند داشته باشد. تمرین با مکانیسم تعدیل ردوکس سلولی، افزایش پروتئین کینازها، افزایش عملکرد آنتی اکسیدانهای غیرآنزیمی، افزایش بیان NRF1/2، سیرتوئین ۱ و ۳ و همچنین تعدیل NF-kB موجب افزایش NADPH اکسیداز و آنزیمهای آنتی اکسیدانی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می گردد (۲۸).

با توجه به مکانیسم های ذکر شده و نقش مهم ورزش و تمرین بدنی در سلامت و پیشگیری بیماری های قلبی، بررسی اثر تمرین هوازی بر وضعیت اکسیداتیوقلبی عروقی از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. با اینحال مطالعات

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9

انسانی و حیوانی در خصوص تاثیر تمرین تناوبی شدید بر شاخص های مورد نظر پژوهش تحت شرایط سالمندی و یائسگی محدود است. مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر تمرین تناوبی شدید بر عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی عروقی با تمرکز بر پروفایل لیپیدی و استرس اکسیداتیو بافت قلب در موش بزرگ آزمایشگاهی سالمند اورکتومی شده انجام شد.

مواد و روشها

در این مطالعه تجربی- بنیادی ابتدا تعداد ۲۴ سر موش بزرگ آزمایشگاهی ماده از نژاد اسپراگو-داولی و با سن تقریبی ۱۳-۱۵ ماهه از مرکز پرورش و تکثیر حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت تهیه و به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی حیوانی این واحد دانشگاهی منتقل شد. در تمام دوره تحقیق موش‌های بزرگ آزمایشگاهی در شرایط استاندارد در قفس‌های پلی‌کربنات شفاف با قابلیت اتوکلاو، دمای مطلوب (۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی گراد)، رطوبت نسبی حدود ۵۵ تا ۶۵ درصد، چرخه روشنایی- تاریکی ۱۲ساعته تاریکی-روشنایی و دسترسی آزاد به آب و غذا نگهداری شدند.

در روز هشتم موش‌ها تحت اوارکتومی (عمل برداشت تخمدان) قرار گرفتند. برای برداشت تخمدان از راه شکم، ابتدا موش‌ها با محلول کتامین ۵۰ mg/ml و زایلازین ۲۰ mg/ml، ساخت شرکت آلفاسان هلند بی‌هوش شدند و سپس محل عمل با بتادین اسکراب ضدعفونی و سپس شکافی در ناحیه شکم به اندازه ۳ سانتی‌متر روی خط سفید وسط شکم از کلیه به پایین ایجاد شد. بعد از ایجاد برش در لایه‌های عضلانی و پرده صفاق، تخمدان‌ها و رحم مشاهده و با قیچی جراحی جدا گردیدند. آنگاه شکاف مربوطه با الگوی بخیه ساده تکی با نخ ویکریل ۳ صفر و پوست حیوان با نخ جراحی نایلون ۲ صفر، دوخته شد. جهت جلوگیری از عفونت از محلول OTC در محل جراحی استفاده می‌گردد. پس از اوارکتومی، حیوانات به مدت ۱۲ هفته با هدف ایجاد استئوپروز تحت شرایط کنترل شده نگهداری شدند (۳۵).

پروتکل تمرین: برای آشنا سازی موش های بزرگ آزمایشگاهی با نوارگردان، حیوانات به مدت هفت روز، هر روز ۱۰ الی ۱۵ دقیقه با شدت ۵ الی ۱۰ متر بر دقیقه بر روی نوار گردان دویدند. در ادامه پس از آشنا سازی، موش های بزرگ آزمایشگاهی به طور تصادفی به دو گروه (۱) کنترل و (۲) تمرین HIIT تقسیم شدند. جهت اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) موش‌های سالمند، در ابتدا موش‌های بزرگ آزمایشگاهی جهت گرم کردن به مدت ۵ دقیقه بر روی نوارگردان ویژه موش‌های بزرگ آزمایشگاهی با سرعت ۶ متر بر دقیقه و شیب صفر درجه دویدند، و در ادامه سرعت نوار گردان هر ۳ دقیقه، سرعت ۳ متر بر دقیقه افزایش یافت تا زمانی که حیوانات به واماندگی برسند و دیگر قادر به ادامه نباشند. ملاک رسیدن به VO_2max، عدم توانایی رت‌ها در ادامه دادن پروتکل تمرینی با افزایش سرعت و برخورد ۳ بار متوالی در فاصله یک دقیقه به انتهای نوار گردان بود، از این رو با استفاده از سرعت دویدن، میزان VO_2max، رت‌ها به دست آمد (۱۳). بمنظور رعایت اصل اضافه بار، در برنامه تمرینی تحقیق حاضر، هر هفته آزمون تا حد واماندگی اجرا می‌شود تا بر اساس آن درصد VO_2max تعیین شد. در ادامه جهت انجام پروتکل تمرین برای آشنایی و سازگاری با تمرین HIIT، رت‌ها به مدت ۲ هفته بر روی نوارگردان و در ابتدای هفته اول از سازگاری با تمرین، با سرعت ۱۰ متر بر دقیقه و شیب صفر درجه به مدت ۱۰ دقیقه و در آخر هفته دوم با همان سرعت ۱۰ متر بر دقیقه، مدت زمان تمرین به ۳۰ دقیقه رسید. گروه تمرین به مدت ۸ هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۹ تناوب یک دقیقه‌ای با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد VO_2max و یک دقیقه دویدن بین هر تناوب با شدت ۵۰ درصد VO_2max به تمرین پرداختند. این نکته قابل ذکر است که جهت گرم کردن و سرد کردن موش‌های بزرگ آزمایشگاهی در ابتدا و انتهای تمرینات به مدت ۴

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۳۹-۲۲۶

دقیقه با شدت ۴۵ تا ۵۵ درصد VO_2max به تمرین پرداختند (جدول ۱). ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، تمامی حیوانات با تزریق داخل صفاقی محلول کتامین سولفات ۵۰ میلی گرم/کیلوگرم و زایلازین ۴ میلی گرم/کیلوگرم بیهوش شدند. پس از تایید بیهوشی با عقب نکشیدن پا، مقدار ۱ میلی لیتر خون از بطن راست هر موش، توسط سرنگ گرفته شد و بلافاصله درون فالکون ۱۵ ریخته شد. پس از جمع آوری نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۶۰۰۰ دور در دقیقه (RPM) سانتریفیوژ شدند و سپس سرم خون هر نمونه جدا شد و داخل میکروتیوب ۱/۵ قرارگرفت و تا زمان اندازه گیری پارامترها در فریزر۸۰ – درجه سانتی گراد نگهداری شد. بررسی سطح سرمی کلسترول تام، HDL (high-density lipoprotein)، LDL (low-density lipoprotein) و TG (triglyceride) نیز با استفاده از تکنیک اسپکتروفتومتریک و کیت شرکت پارس آزمون ایران صورت گرفت. همچنین، بررسی سطح سرمی CRP (C-reactive protein) با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ایران و تکنیک ایمونوتوربیدیمتری انجام شد. حساسیت کیت مورد استفاده دو میلی گرم در لیتر بود. در این آزمایش، CRP موجود در نمونه ی بیمار با آنتی بادی حساس شده بر علیه CRP انسانی، تشکیل کمپکس می دهد. شایان توجه است که ایجاد کدروت حاصل شده با مقدار CRP موجود در نمونه-ی بیمار رابطه‌ی مستقیمی دارد. سپس موش ها تشریح شدند. همچنین بافت قلب بلافاصله استخراج و در نیتروژن مایع منجمد شد.

برای لیز کردن نمونه های بافتی از بافر رقیق شده (Lysing Buffer) استفاده نموده و به ازای ۱۰۰ میلی گرم از بافت نمونه، ۵۰۰ میکرولیتر از بافر را اضافه و هموژن شدند (هموژنایزر نوند سلامت). سپس نمونه مورد نظر را در ۱۲۰۰۰ دور به مدت ۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شد و از مایع رویی به عنوان نمونه استفاده شد. نمونه بدست آماده جهت سنجش سطوح SOD (superoxide dismutase)، MDA (malondialdehyde) و TAC (total antioxidant capacity) بر اساس دستورالعمل کیت های شرکت نوند سلامت ایران و روش اسپکتروفتومتری مورد بررسی قرار گرفت.

داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS، ویرایش ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بمنظور مقایسه میانگین پارامترها در قبل و بعد از تمرین تنابی شدید از مدلهای آماری t-test استفاده گردید. . برای توصیف داده های تحقیق از شاخص های آماری میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. نرمالیتی توزیع داده‌ها توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov test ارزیابی گردید. برای مقایسه میانگین دو گروه با توزیع نرمال از آزمون independent sample student t-test و در مواردی که توزیع داده‌ها نرمال نبود، از آزمون Mann-Whitney U-test استفاده شد. مقدار P کمتر از ۰/۰۵ معنی دار محسوب می شود.

نتایج

وزن موش های بزرگ آزمایشگاهی در گروه کنترل و تمرین HIIT در قبل و پس از تمرین در جدول ۲ آورده شده است. همانطور که مشاهده می شود تفاوت معنی داری در وزن موش ها در هر دو گروه در بعد از تمرین نسبت به قبل از تمرین دیده نشد (جدول ۲).

جهت بررسی اثر تمرین HIIT، میانگین پروفایل های چربی (HDL، LDL، کلسترول و تری گلیسیرید)، CRP و پارامترهای استرس اکسیداتیو (SOD، TAC و MDA) در موش های بزرگ آزمایشگاهی سالمند اورکتومی شده در دو گروه کنترل و تمرین در جدول ۳ آورده شده‌است.

نتایج نشان داد سطوح TG (p=۰/۰۰۱) و LDL/HDL (p=۰/۰۱۴) در گروه تمرین به طور معنی دار کمتر از گروه کنترل و میزان HDL در گروه تمرین به طور معنی داری بالاتر از گروه کنترل بود (p=۰/۰۱). در سطوح LDL،

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9

کلسترول و CRP تفاوت معنی داری در دو گروه تمرین و کنترل مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جدول ۳).

هشت هفته تمرین تناوبی شدید باعث افزایش معنی دار SOD (P = ۰/۰۲) و کاهش معنی دار MDA (P = ۰/۰۰۳) شده است. میزان TAC اگر چه در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل افزایش یافته ولی این افزایش معنی دار نمی باشد (P = ۰/۷۹) (جدول ۳).

جدول ۱- پروتکل تمرین تناوبی

	گرم کردن	بدنه اصلی تمرین				سرد کردن
شدت تمرین	۴۰ تا ۵۰ درصد سرعت بیشینه	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	ابتدای هفته چهارم به بعد	۴۰ تا ۵۰ درصد سرعت بیشینه
		۸۰ درصد سرعت بیشینه	۸۵ درصد سرعت بیشینه	۹۰ درصد سرعت بیشینه	۹۰ درصد سرعت بیشینه	
مدت تمرین	۵ دقیقه	۲ تکرار ۲ دقیقه ای با شدت بالا- یک تکرار شدت ۴۰ درصد	۴ تکرار ۲ دقیقه ای با شدت بالا- ۳ تکرار شدت ۴۰ درصد	۶ تکرار ۲ دقیقه ای با شدت بالا- ۵ تکرار شدت ۴۰ درصد	۸ تکرار ۲ دقیقه ای با شدت بالا- ۷ تکرار شدت ۳۰ درصد	
		۱۶ دقیقه	۲۴ دقیقه	۳۲ دقیقه	۴۰ دقیقه	

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد وزن موش های بزرگ آزمایشگاهی در گروه کنترل و تمرین HIIT

	وزن پیش آزمون (گرم)	وزن پس آزمون (گرم)
کنترل	۲۴۵/۰۰ ± ۲۰/۱۴	۲۶۵/۱۴ ± ۲۵/۱۲
تمرین HIIT	۲۵۱/۲۲ ± ۱۹/۳۰	۲۴۳/۷۲ ± ۱۶/۶۳

HIIT: High-intensity interval training

جدول ۳- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق در موش های بزرگ آزمایشگاهی در گروه کنترل و تمرین HIIT

	کنترل	تمرین	p-value
(mg/dL) HDL	۲۵/۷۵ ± ۱/۲۵[a]	۳۳/۰۰ ± ۴/۱۹[b]	۰/۰۱
(mg/dL) LDL	۳۵/۰۰ ± ۲/۵۸	۳۶/۰۸ ± ۲/۰۷	۰/۴۸
کلسترول (mg/dL)	۶۰/۲۵ ± ۳/۵۹	۶۱/۳۲ ± ۵/۰۵	۰/۷۲
تری‌گلیسرید (mg/dL)	۷۶/۷۵ ± ۵/۳۱[a]	۵۴/۶۶ ± ۳/۶۶[b]	۰/۰۰۱
LDL/HDL	۱/۳۶ ± ۰/۱۱[a]	۱/۱۰ ± ۰/۱۳[b]	۰/۰۱۴
(ng/ml) CRP	۱۷۱/۷۵ ± ۲۹/۲۳	۱۴۹/۵۰±۱۶/۵۷	۰/۱۶
(U/ml) SOD	۳۸۰/۳۸±۶۰/۲۵[a]	۵۰۷/۴۲±۱۲۴/۴۷[b]	۰/۰۲
(µmol/L) TAC	۰/۳۴±۰/۱۰	۰/۳۶±۰/۱۰	۰/۷۹
(µmol/L) MDA	۲۶/۹۷±۴/۲۷	۱۷/۵۴±۶/۰۱	۰/۰۰۳

HIIT: High-intensity interval training; HDL: high-density lipoprotein; LDL: low-density lipoprotein; CRP: C-reactive protein; SOD: superoxide dismutase; TAC: total antioxidant capacity; MDA: malondialdehyde

در هر سطر، میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوت هستند تفاوت آماری معنی‌دار دارند ($p<۰/۰۵$).

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۳۹-۲۲۶

بحث و نتیجه گیری

به طور خلاصه، یافته‌های بدست آمده از مطالعه حاضر حاکی از آن بود که سطح HDL در گروه تمرین تناوبی بیشتر از گروه کنترل بود. با اینحال، سطح LDL/HDL و تری‌گلیسرید در گروه تمرین تناوبی کمتر از گروه کنترل بود. تفاوتی در سطح LDL، کلسترول وCRP مشاهده نشد. هشت هفته تمرین تناوبی شدید باعث افزایش میزان SOD و کاهش = MDA شد ولی بر TAC بی تاثیر بود.

اگرچه HIIT با افزایش سازگاری قلبی عروقی و متابولیک مرتبط است، بحث و اطلاعات محدودی در مورد اثرات آن بر استرس اکسیداتیو هیپوکامپ، تعادل سایتوکین های پیش التهابی و ضد التهابی و وضعیت نوروتروفیک وجود دارد. رژیم غذایی پرچرب به عنوان عامل خطر اصلی برای ایجاد دیس لیپیدمی و پراکسیداسیون لیپیدی در نظر گرفته می‌شود که به نوبه خود منجر به مشکلات جدی سلامتی مانند بیماری های قلبی عروقی، دیابت نوع ۲ و برخی از انواع سرطان‌ها می شود. به نظر می رسد ورزش یکی از عوامل اصلی سبک زندگی در ارتقای سلامت است.

یافته‌های مطالعه حاضر حاکی از آن بود که تمرین تناوبی منجر به افزایش سطح HDL می‌گردد. این یافته توسط مطالعه محمد و همکاران (۲۰۱۹) که روی نمونه‌های حیوانی صورت گرفته بود مورد تایید قرار گرفت (۱۹). مطالعه عباسی و همکاران (۲۰۲۰) با هدف ارزیابی اثر ترکیبی HIIT و روزه‌داری متناوب بر نمایه لیپیدی و پراکسیداسیون در موش‌های بزرگ آزمایشگاهی ویستار تحت رژیم غذایی پرچرب صورت گرفت. یافته‌ها افزایش سطح HDL در گروه تمرین تناوبی نسبت به گروه کنترل را تایید کرد. با اینحال، این تفاوت معنی‌دار نبود (۱). در مطالعه Batacan و همکاران (۲۰۱۶) نیز افزایش سطح HDL پس از ۱۲ هفته از تمرین تناوبی تایید شد (۳).

نسبت LDL/HDL، بهترین پیش بینی کننده خطر بیماری عروق کرونر قلب در انسان است. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که تمرین تناوبی سطح LDL/HDL را کاهش می‌دهد که توسط دیگر شواهد تایید شده است. یافته‌های مطالعه Heiat و همکاران (۲۰۲۱) حاکی از آن بود که تمرین مداوم باعث کاهش سطوح HDL/LDL در موش‌ها می‌گردد (۱۱). مشابه با یافته‌های مطالعه حاضر، عباسی و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که سطح LDL/HDL به طور معنی‌داری در گروه‌هایHIIT و روزه‌داری متناوب همراه با HIIT بیشتر از گروه کنترل بود (۱). با این‌حال، کاهش سطح LDL/HDL در مطالعه حاضر با نتایج توفیقی و همکارانش (۲۰۱۷) که تغییر معنی‌داری در نسبت LDL/HDL به دنبال ۸ هفته HIIT در زنان چاق گزارش نکردند، مطابقت ندارد (۳۰). دلایل احتمالی این تناقضات در یافته‌ها ممکن است تفاوت در شدت، مدت و نوع ورزش و همچنین تفاوت در نمونه باشد. همچنین، مطالعه Plavsic و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که رژیم غذایی کنترل شده همراه با HIIT تاثیری در نسبت LDL/HDL ندارد که با نتایج مطالعه ما در تناقض است (۲۳). جهت ارزیابی مطالعات مشابه در ارزیابی پروفایل چربی، همسان بودن نمونه، سطح لیپید و لیپوپروتئین پایه، تغییرات در ترکیب بدن، سطح تناسب اندام و مصرف غذا باید در نظر گرفته شود. از آنجایی که مطالعه مذکور بر روی نمونه انسانی صورت گرفته‌است نمی توان یافته‌های آن را با مطالعه حاضر مقایسه کرد.

مطالعه حاضر حاکی از عدم تفاوت سطح LDL و کلسترول بین گروه‌های کنترل و HIIT بود. یافته‌های مطالعه Wilson و همکاران (۲۰۱۸) عدم تاثیر معنی‌دار تمرین تناوبی شدید بر سطح LDL را مورد تایید قرار داده است. با اینحال، کاهش غیر معنی‌داری در سطح LDL ناشی از تمرین تناوبی در این مطالعه مشاهده شده است (۳۴). مطالعه محمد و همکاران (۲۰۱۹) نیز اثر تمرین HIIT بر پروفایل لیپیدی سطوح تری گلیسیرید، کلسترول تام و LDL را در موش‌ها مورد بررسی قرار داد که یافته‌ها حاکی از آن بود که

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۳۹-۲۲۶

تمرینات HIIT منجر به کاهش سطوح کلسترول می‌گردد (۱۹). در مطالعه عباسی و همکاران (۲۰۲۰) نیز سطوح LDL در گروه HIIT نسبت به گروه کنترل کاهش قابل توجهی داشت. در این خصوص، تفاوت میان دو مطالعه باید مورد توجه قرار گیرد. در مطالعه عباسی، موش‌های بزرگ آزمایشگاهی به مدت ۱۲ هفته تحت رژیم غذایی پرچرب قرار گرفتند و مدت تمرین تناوبی و شدت آن با مطالعه ما متفاوت بود (۱). علاوه بر این، باید این نکته در نظر گرفته شود که سطح LDL در گروه‌های روزه‌داری متناوب و روزه‌داری متناوب همراه با HIIT تفاوت معنی-داری با گروه کنترل نداشت. در همین راستا، یافته‌های مطالعه Racil و همکاران (۲۰۱۳)، حاکی از کاهش قابل توجه سطح LDL در افراد چاق پس از ۱۲ هفته HIIT می-باشد (۲۴). به نظر می‌رسد HIIT در کاهش سطح LDL در موش‌های چاق موثر است اما در مورد تاثیر آن بر نمونه-های نرمال باید مطالعات بیشتری صورت گیرد.

دیگر یافته مطالعه حاکی از سطح کمتر تری‌گلیسرید در گروه تمرین تناوبی نسبت به گروه کنترل بود. مطالعه محمد و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که تمرینات HIIT منجر به کاهش سطوح تری‌گلیسیرید و کلسترول تام می-گردد (۱۹). مطالعه Heiat و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان داد که تمرین مداوم باعث کاهش سطوح تری‌گلیسرید در موش‌ها می‌گردد (۱۱). عباسی و همکاران (۲۰۲۰) نیز نشان دادند که سطح تری‌گلیسرید در گروه روزه‌داری به تنهایی و گروه کنترل کمتر از گروه روزه‌داری همراه HIIT بود (۱). با اینحال، در مطالعه Batacan و همکاران (۲۰۱۶)، پس از ۱۲ هفته از مداخله، تفاوتی در میزان تری گلیسیرید سرم بین گروه‌ها مشاهده نشد (۳). این مساله ممکن است در نتیجه تفاوت در شدت، مدت و نوع ورزش و همچنین تفاوت در نمونه نسبت به نمونه حاضر باشد. تغییرات در لیپیدهای خون، مانند تری گلیسرید و LDL، می تواند با پاسخ لیپوپروتئین لیپاز (LPL) به ورزش مرتبط باشد. LPL یکی از آنزیم‌های تنظیم کننده لیپوپروتئین و تجزیه کننده تری‌گلیسیرید در لیپوپروتئین‌های غنی از تری‌گلیسرید است. برخی از محققان استدلال می کنند که فعالیت‌های ورزشی می‌تواند فعالیت آنزیم LPL را افزایش داده و لیپاز تری گلیسیرید کبدی (HTGL) را کاهش دهد (۱۷). بر این اساس، با توجه به اینکه افزایش فعالیت LPL باعث افزایش کاتابولیسم لیپوپروتئین‌های غنی از تری‌گلیسیرید می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که سطوح LDL با فعالیت بدنی کاهش می یابد (۱۹).

CRP یک پروتئین فاز حاد است که در طول عفونت، التهاب و آسیب بافتی به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. سطح CRP بهترین شاخص برای تعیین آسیب بافتی است زیرا CRP بلافاصله در مرحله اولیه زوال بافت افزایش می-یابد و نقش بسیار مهمی در التهاب دارد (۳۱). قبلاً گزارش شده بود که پروتئین فاز حاد CRP با آسیب عضلانی ناشی از ورزش مرتبط است (۲۱). با اینحال، مطالعات تمرین ورزشی نتایج نامشخصی در سطوح CRP دارند. تا به امروز تعداد کمی از مطالعات پاسخ‌های CRP حاد ناشی از ورزش را در حالت‌ها و شدت‌های مختلف تمرین گزارش کرده‌اند. مطالعه حاضر شواهدی در خصوص تفاوت در میزان CRP بین دو گروه کنترل وHIIT ارائه نکرد. در این راستا، مطالعه Tunc-Ata و همکاران (۲۰۱۷) با هدف بررسی سطوح پروتئین واکنشی C به دنبال ورزش حاد و مزمن در موش بزرگ آزمایشگاهی، صورت گرفت. در پایان آزمایش، مشابه مطالعه ما سطوح CRP تفاوت معنی-داری بین گروه‌های کنترل و تمرین شدید ورزشی مشاهده نشد. آزادسازی CRP توسط IL-6 القا می شود و مسئول شناسایی و پاکسازی سلول های آسیب دیده است (۳۱). برخی یافته‌ها حاکی از آن بوده است که سطوح CRP در ۲۴ ساعت پس از تمرین با شدت بالا بیشتر از پروتکل‌های با شدت پایین افزایش می‌یابد. با اینحال، مطالعاتی که پاسخ حاد CRP ناشی از ورزش را در یک جمعیت کم تحرک گزارش می‌کنند، ناچیز هستند. لذا، مطالعات بیشتر در این راستا مورد توصیه است.

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۳۹-۲۲۶

کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و افزایش سطح MDA همراه با کاهش فعالیت های SOD و پراکسیداز، شاخص های استرس اکسیداتیو هستند (۴). مطالعه حاضر، افزایش SOD را پس از هشت هفته تمرین تناوبی شدید تایید کرد. در همین راستا، یافته‌های حاصل از مطالعه Freitas و همکاران (۲۰۱۸) که به بررسی اثرات شش هفته HIIT بر آسیب اکسیداتیو و دفاع آنتی اکسیدانی پرداخت، نشان داد که سطح سوپراکسید دیسموتاز در موش‌های آموزش دیده پس از تمرین افزایش داشته و تأثیر مثبت شش هفته HIIT را بر کاهش استرس اکسیداتیو هیپوکامپ با کاهش لیپوپراکسیداسیون و نشانگرهای التهابی و همچنین افزایش دفاع آنتی اکسیدانی را تایید کرده است (۷). همچنین، Melo و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که فعالیت سوپراکسید دیسموتاز پس از تمرین افزایش می‌یابد (۱۸). دیگر مطالعه Freitas و همکاران (۲۰۱۸)، حاکی از آن بود که پس از شش هفته HIIT، سطوح SOD در بافت مخچه افزایش می‌یابد، اما هیچ تفاوتی در قشر مخ مشاهده نشد (۶). مطالعه Songstad و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر HIIT را بر سوپراکسید دیسموتاز اندازه گیری شده در جفت، قلب جنین و کبد موشها رد کرد، با اینحال HIIT بیان سوپراکسید دیسموتاز را افزایش داد (۲۷).

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین تناوبی شدید باعث کاهش MDA می‌گردد. همانند مطالعه حاضر، مطالعه Freitas و همکاران (۲۰۱۸) نشان‌دهنده‌ی کاهش سیتوکین‌های التهابی در نتیجه تنظیم کاهشی اثرات پیش‌تهویه‌کننده HIIT، مانند کاهش استرس اکسیداتیو بود (۷)، چراکه بین نشانگرهای التهاب و سطوح MDA ارتباط وجود دارد (۳۲). عباسی و همکاران (۲۰۲۰) نیز، افزایش سطح سرمی MDA در گروه روزه داری همراه با HIIT را تایید کردند. با اینحال، گروه HIIT به تنهایی در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی داری نداشت (۱). مطالعه دیگری توسط Freitas و همکاران (۲۰۱۸)، نشان داد که سطوح MDA پس از شش هفته HIIT در بافت مخچه افزایش یافت (۶). دلیل این نتایج متناقض هنوز کاملا مشخص نیست، اما چشم‌اندازهایی را برای مطالعات بیشتر باز می‌کند، با در نظر گرفتن این که پاسخ‌های پیش‌افزاینده و ضد التهابی ناشی از ورزش به عوامل متعددی مانند نوع سیتوکین تولید شده، نوع سلول‌های تحریک‌شده، غلظت و مدت قرار گرفتن در معرض سیتوکین ها، ناحیه ارزیابی شده و نحوه و شدت ورزش، بستگی دارد. مطالعات بیشتر در این خصوص مورد توصیه است.

نشان داده شده است که ورزش شدید می تواند محتوای اسید آسکوربیک پلاسماتیک را با آزادسازی غده فوق کلیوی افزایش دهد (۳۳). این مساله می تواند دسترسی مغز را افزایش داده و سلامت مغز را القا کند. بنابراین، منطقی است که HIIT منجر به افزایش دسترسی اسید آسکوربیک شود که می تواند افزایش آنتی اکسیدان تام هیپوکامپ را توضیح دهد (۷). با اینحال، یافته‌های مطالعه حاضر حاکی از عدم تاثیر تمرین تناوبی شدید بر TAC بود. مطالعه Melo و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که ورزش منجر به افزایش فعالیت ظرفیت آنتی اکسیدانی کل می-گردد. آنها نشان دادند که مکانیسم های آنتی اکسیدانی حتی پس از یک جلسه HIIE افزایش می‌یابد. درحالیکه مشابه مطالعه حاضر، مطالعه Songstad و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که ظرفیت آنتی اکسیدانی کل تحت تأثیر HIIT قرار نگرفت (۲۷). با توجه به کمبود مطالعه در این خصوص و نتایج متناقض مطالعات، انجام ارزیابی‌های بشتر در این خصوص مورد توصیه می‌باشد. در پایان، عواملی مانند اصل و نسب حیوانات، مدت رژیم غذایی، و غلظت و نوع چربی متغیرهایی هستند که باید در نظر گرفته شوند، که ممکن است بر نتایج مطالعه ما تأثیر بگذارد.

نتایج مطالعه حاضر، شواهدی را ارائه می‌دهند که یک دوره هشت هفته‌ای تمرین شدید منجر به افزایش سطح HDL در موش‌های بزرگ آزمایشگاهی می‌گردد. سطح LDL/HDL و

DOR: 20.1001.1.23832614.1402.36.3.4.9
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۳۹-۲۲۶

تری‌گلیسرید پس از یک دوره تمرین شدید کاهش می‌یابد. همچنین، هشت هفته تمرین تناوبی شدید باعث افزایش معنی دار SOD و کاهش معنی دار MDA می‌گردد ولی بر TAC تاثیری ندارد.

سپاسگزاری

از تمامی کسانی که در انجام این مطالعه همکاری کرده اند کمال تقدیر و تشکر را داریم. نویسندگان اعلام می کنند که هیچ تضاد منافعی ندارند.

منابع

1. Abbasi, B., Samadi, A., Bazgir, B. (2020) The combined effect of high-intensity interval training and intermittent fasting on lipid profile and peroxidation in Wistar rats under high-fat diet. Sport Sciences for Health 16: 645-52.
2. Asad, M.R., Kheradmand, S., Kheradmand, N. (2019) Comparing the Effect of Endurance Exercise and High-Intensity Interval Exercise on Plasma Levels of Chemerin and Insulin Resistance in Obese Male Rats. Journal of Arak University of Medical Sciences 22: 112-23.
3. Batacan Jr, R.B., Duncan, M.J., Dalbo, V.J., Connolly, K.J., Fenning, A.S. (2016) Light-intensity and high-intensity interval training improve cardiometabolic health in rats. Applied physiology, nutrition, and metabolism 41: 945-52.
4. Burton, G.J. (2009) Oxygen, the Janus gas; its effects on human placental development and function. Journal of anatomy 215: 27-35.
5. Dupuit, M., Maillard, F., Pereira, B., Marquezi, M.L., Lancha Jr, A.H., Boisseau, N. (2020) Effect of high intensity interval training on body composition in women before and after menopause: a meta□analysis. Experimental Physiology 105: 1470-90.
6. Freitas, D.A., Rocha-Vieira, E., De Sousa, R.A.L., Soares, B.A., Rocha-Gomes, A., Chaves Garcia, B.C., et al. (2019) High-intensity interval training improves cerebellar antioxidant capacity without affecting cognitive functions in rats. Behavioural Brain Research 376: 112181.
7. Freitas, D.A., Rocha-Vieira, E., Soares, B.A., Nonato, L.F., Fonseca, S.R., Martins, J.B., et al. (2018) High intensity interval training modulates hippocampal oxidative stress, BDNF and inflammatory mediators in rats. Physiology & behavior 184: 6-11.
8. Gallo-Villegas, J., Aristizabal, J.C., Estrada, M., Valbuena, L.H., Narvaez-Sanchez, R., Osorio, J., et al. (2018) Efficacy of high-intensity, low-volume interval training compared to continuous aerobic training on insulin resistance, skeletal muscle structure and function in adults with metabolic syndrome: study protocol for a randomized controlled clinical trial (Intraining-MET). Trials 19: 1-10.
9. Ghahramani, P., Harooni, H.E., Fatemi Tabatabaei, S.R. (2018) Effect of zinc chloride on anxiety and deppresive behaviors of rats, in ovarectomized peri-pubertaly. Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology) 30: 446-55.
10. Gholami□Ahangaran, M., Karimi□Dehkordi, M., Akbari Javar, A., Haj Salehi, M., Ostadpoor, M. (2021) A systematic review on the effect of Ginger (Zingiber officinale) on improvement of biological and fertility indices of sperm in laboratory animals, poultry and humans. Veterinary Medicine and Science 7: 1959-69.
11. Heiat, F., Heiat, M., Shojaeifard, M. (2021) Changes in mitochondrial biogenesis and fatty liver indicators in rat following continuous and high intensity interval training. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 61: 1416-22.
12. Hosseini, M. (2017) Effect of eight weeks intermittent medium intensity training with curcumin intake on serum levels of ICAM-1 and VCAM-1 in menopause fat rats. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences 16: 409-20.

اصول اخلاقی در نگارش مقاله، طبق دستورالعمل کمیته اخلاق کشوری رعایت شده است. پژوهش حاضر همچنین به تایید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی، واحد واحد بهبهان، با شناسه اخلاق IR.IAU.BEHBAHAN.REC.1401.9697 مصوب گردید.

13. Hosseini, S.A., Salehi, O., Keikhosravi, F., Hassanpour, G., Ardakani, H.D., Farkhaie, F., et al. (2022) Mental health benefits of exercise and genistein in elderly rats. Experimental Aging Research 48: 42-57.

14. Juránek, I., Bezek, S. (2005) Controversy of free radical hypothesis: reactive oxygen species-cause or consequence of tissue injury? General physiology and biophysics 24: 263.

15. Karimi Dehkordi, M., Ghasemian, S.O. (2022) Assessment of oxidative stress indexes and BCS in clinical mastitis cows in comparison with healthy cows. Veterinary Clinical Pathology The Quarterly Scientific Journal 16: 29-42.

16. Keyhani Boroojeni, D., Tartibian, B. (2017) A Comparison on the Effect of 8 Weeks High Intensity Interval and Moderate-Intensity Aerobic Continuous Training on Selected Predictive Factors of Heart Failure in Sedentary Postmenopausal Women. Sport Physiology 9: 89-104.

17. Liu, G., Wang, X.-H. (2014) Research advances in the effects of excise and diet on LPL and its mechanism. Sheng li ke xue jin zhan [Progress in physiology] 45: 87-92.

18. Melo, C.S., Rocha-Vieira, E., Freitas, D.A., Soares, B.A., Rocha-Gomes, A., Riul, T.R., et al. (2019) A single session of high-intensity interval exercise increases antioxidants defenses in the hippocampus of Wistar rats. Physiology & Behavior 211: 112675.

19. Mohammad, P., Esfandiar, K.Z., Abbas, S., Ahoora, R. (2019) Effects of moderate-intensity continuous training and high-intensity interval training on serum levels of resistin, chemerin and liver enzymes in streptozotocin-nicotinamide induced type-2 diabetic rats. Journal of diabetes & metabolic disorders 18: 379-87.

20. Moreau, K.L., Hildreth, K.L., Klawitter, J., Blatchford, P., Kohrt, W.M. (2020) Decline in endothelial function across the menopause transition in healthy women is related to decreased estradiol and increased oxidative stress. Geroscience 42: 1699-714.

21. Neubauer, O., König, D., Wagner, K.-H. (2008) Recovery after an Ironman triathlon: sustained inflammatory responses and muscular stress. European journal of applied physiology 104: 417-26.

22. Nunes, P.R., Martins, F.M., Souza, A.P., Carneiro, M.A., Nomelini, R.S., Michelin, M.A., et al. (2019) Comparative effects of high-intensity interval training with combined training on physical function markers in obese postmenopausal women: a randomized controlled trial. Menopause 26: 1242-9.

23. Plavsic, L., Knezevic, O.M., Sovtic, A., Minic, P., Vukovic, R., Mazibrada, I., et al. (2020) Effects of high-intensity interval training and nutrition advice on cardiometabolic markers and aerobic fitness in adolescent girls with obesity. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism 45: 294-300.

24. Racil, G., Ben Ounis, O., Hammouda, O., Kallel, A., Zouhal, H., Chamari, K., et al. (2013) Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. European journal of applied physiology 113: 2531-40.

25. Seyedi, Z.S. (2021) Oxidative Stress and Human Disease: a Review. Iranian Journal of Biology 5: 134-41.

26. Shakerin, A., Gaeini, A., Choobineh, S. (2020) Comparing Effects of a 12-Week Aerobic Interval Training with and without Fennel on Metabolic Syndrome Indices and Estrogen Metabolites in Obese and Menopausal Women.

27. Songstad, N.T., Kaspersen, K.-H.F., Hafstad, A.D., Basnet, P., Ytrehus, K., Acharya, G. (2015) Effects of high intensity interval training on pregnant rats, and the placenta, heart and liver of their fetuses. PloS one 10: e0143095.

28. Steinbacher, P., Eckl, P. (2015) Impact of oxidative stress on exercising skeletal muscle. Biomolecules 5: 356-77.

29. Stokes, K., Nevill, M., Hall, G., Lakomy, H. (2002) Growth hormone responses to repeated maximal cycle ergometer exercise at different pedaling rates. Journal of Applied Physiology 92: 602-8.

30. Tofighi, A., Alizadeh, R., Tolouei Azar, J. (2017) The effect of eight weeks high intensity interval training (HIIT) on serum amounts of FGF21 and irisin in sedentary obese women. Studies in Medical Sciences 28: 453-66.

31. Tunc-Ata, M., Turgut, G., Mergen-Dalyanoglu, M., Turgut, S. (2017) Examination of levels pentraxin-3, interleukin-6, and C-reactive protein in rat model acute and chronic exercise. Journal of exercise rehabilitation 13: 279.

32. Tyagi, E., Agrawal, R., Nath, C., Shukla, R. (2008) Influence of LPS-induced neuroinflammation on acetylcholinesterase activity in rat brain. Journal of neuroimmunology 205: 51-6.

33. Umegaki, K., Daohua, P., Sugisawa, A., Kimura, M., Higuchi, M. (2000) Influence of one bout of vigorous exercise on ascorbic acid in plasma and oxidative damage to DNA in blood cells and muscle in untrained rats. The Journal of nutritional biochemistry 11: 401-7.
34. Wilson, R.A., Deasy, W., Stathis, C.G., Hayes, A., Cooke, M.B. (2018) Intermittent fasting with or without exercise prevents weight gain and improves lipids in diet-induced obese mice. Nutrients 10: 346.
35. Yang, X., Li, F., Yang, Y., Shen, J., Zou, R., Zhu, P., et al. (2013) Efficacy and safety of echinacoside in a rat osteopenia model. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2013.

Effect of high-intensity interval training on cardiac oxidative stress parameters and blood serum lipid profile in ovariectomized aged rats

Ghasemian S.O.[1], Seyyed A.[2], Bazdar Teshnizi M.[2], Mostajir M.[2], Karimi-Dehkordi M.[3*]

[1]Dept. of Veterinary, Behbahan Branch, Islamic Azad University, Behbahan, I.R. of Iran.

[2] Dept. of Sport physiology, Behbahan Branch, Islamic Azad University, Behbahan, I.R. of Iran.

[3] Dept. of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, I.R. of Iran.

Abstract

Unhealthy diets and reduced physical activity are related to the occurrence of cardiovascular diseases. Because the role of high-intensity interval training (HIIT) on the oxidative stress of heart tissue is not well known, the purpose of this research is to investigate the effect of 8 weeks of HIIT training on serum lipid profile, CRP level and SOD, MDA, and TAC activity in the heart tissue of ovariectomized aged rats. In this study, 24 female rats with an approximate age of 13-15 months were subjected to ovariectomy one week after being kept under standard conditions. Rats were randomly divided into two groups (1) control and (2) HIIT training. The training group practiced for 8 weeks and three sessions a week. 48 hours after the last training session, blood sampling was done and serum and heart tissue samples were sent to the laboratory to measure the desired parameters. The results showed that the levels of TG and LDL/HDL in the training group were significantly lower than in the control group. Also, HDL levels in the exercise group were significantly higher than in the control group. However, no significant difference was observed in the levels of LDL, cholesterol, and CRP in the HIIT training group and the control group. Eight weeks of intense intermittent training caused a significant increase in SOD and a significant decrease in MDA but did not affect TAC. According to the findings of the present research, the implementation of HIIT in ovariectomized elderly rats reduces oxidative stress and improves fat profile.

Key words: High intensity interval training, Lipid profile, CRP, MDA, SOD, TAC, Ovariectomy, Rat