فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری
شماره پیاپی ۵۴، جلد۱۴، شماره ۳، تابستان ۱۴۰۰، صفحه۷۳ تا ۸۴
Qjaphd.sinaweb.net ISSN: ۹۸۸۰-۱۷۳۵

بررسی اثر یک دوره تمرین هوازی و مکمل سیر بر ساختار بافت قلب در موش های چاق

DOR: 20.1001.1.17359880.1400.14.3.6.7

هدا تابع [۱]، **آسیه عباسی دلوئی** [۲]، سید جواد ضیاءالحق [۳]، علیرضا براری [۴]
۱- گروه فیزیولوژی ورزشی واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.
۲- گروه فیزیولوژی ورزشی واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران **abbasi.daloii@gmail.com**
۳- گروه فیزیولوژی ورزشی واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران.
٤- گروه فیزیولوژی ورزشی واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: اصلاح شیوه زندگی شامل فعالیت بدنی و مصرف مکمل های گیاهی بخش مهمی در سلامت، پیشگیری و درمان چاقی بوده و با کاهش عوارض قلبی عروقی ناشی از چاقی همراه است. هدف از این تحقیق، بررسی اثر یک دوره تمرین هوازی و مکمل سیر بر ساختار بافت قلب در موش های چاق می باشد.

روش کار: در این مطالعه تجربی، ۲۵سر رت نر(۵سر رت سالم بالغ و ۲۰سر رت نر بالغ چاق نژاد ویستار) به طور تصادفی در پنج گروه کنترل(سالم)، چاق، چاق-سیر، چاق-تمرین هوازی و چاق-سیر-تمرین هوازی قرار گرفتند. گروه های مکمل طی دوره مداخله مکمل سیر را به میزان ۲۵۰میلی گرم به ازای هرکیلوگرم وزن بدن به صورت گاواژ روزانه دریافت کردند. تمرین هوازی روی تردمیل، ۵ روز در هفته به مدت هشت هفته اجرا شد. پس از بیهوشی، کالبد شکافی انجام و بافت قلب برداشته و متغیرهای مورد ارزیابی در بافت قلب شامل تغییرات بافت قلب، سلول های عضلانی، نکروز، التهاب و پرخونی بود که شدت و درجه تغییرات مذکور براساس مشاهدات میکروسکوپیک و تهیه فتومیکروگراف صورت گرفت.

یافته ها: در موش های چاق تغییرات پاتولوژیک بافتی عضله قلب و سلول های قلبی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. تمرین هوازی و مصرف سیر هر کدام به تنهایی موجب کاهش تغییرات پاتولوژیک بافتی عضله قلب و سلول های قلبی بود. هم چنین، تعامل تمرین هوازی و مصرف مکمل سیر با بهبود تغییرات بافتی و سلولی در بافت قلب همراه گشته بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، تمرین هوازی به همراه مکمل سیر احتمالاً می تواند به بهبود تغییرات ساختار بافت قلب طی چاقی کمک کند.

واژه های کلیدی: چاقی، تمرین، سیر، بافت قلب، موش های صحرایی.

مقدمه

چاقی نوعی بیماری است که به عنوان توده چربی اضافی بدن و اپیدمی جهانی شناخته شده است و می تواند عواقب بسیار جدی مانند افزایش خطر ابتلا به بیماری ها و کاهش امید به زندگی به همراه داشته باشد(۳۰). شیوع چاقی در سطح جهانی به شدت در حال افزایش بوده و اکنون به عنوان یک مسئله مهم بهداشت عمومی در نظر گرفته شده است. طبق برآورد سازمان جهانی بهداشت(WHO)، در جهان بیش از ۲ میلیارد بزرگسال دارای اضافه وزن وجود دارد. بیش از ۶۰۰ میلیون نفر از آن ها چاق محسوب می شوند. حدود ۴۰٪ بزرگسالان در سال ۲۰۱۶ اضافه وزن داشتند و کمتر از ۱۵٪ آن ها چاق بودند. شیوع جهانی چاقی بین سال های ۱۹۷۵ و ۲۰۱۶ سه برابر افزایش یافته است. اگر این روند هم چنان افزایش یابد، تخمین زده می شود که نزدیک به یک سوم جمعیت بزرگسالان جهان اضافه وزن داشته باشند و بیش از ۱

میلیارد نفر تا سال ۲۰۲۵ چاق باشند. چاقی باعث تحمیل بار اقتصادی سنگینی بر سیستم های بهداشتی در بسیاری از کشورها می شود(۲۵). مطالعات نشان می دهند که چاقی یک عامل خطر مستقل برای بیماری های قلبی عروقی(CVD)، هیپرتروفی بطن چپ، آترواسکلروز، نارسایی قلبی و دیابت است(۱۳،۲۸،۳۵). هم چنین چربی بیش از حد، نیازهای متابولیکی را افزایش می دهد و منجر به افزایش برون ده قلب و اضافه بار مزمن می شود که تغییرات ساختاری بطن چپ را به همراه دارد. توده چربی، فعالیت متابولیکی و تفاوت ذاتی ساختار بافت قلب را تعیین می کند بنابراین ممکن است که از عوامل اصلی تغییرات ساختاری قلب باشد(۱۱،۲۷). ساختار میوکارد تغییر یافته خطر فیبریلاسیون دهلیزی و مرگ ناگهانی قلبی را افزایش می دهد(۷). چندین مطالعه نشان داده اند که ابعاد بطن چپ در چاقی در مقایسه با افراد دارای وزن طبیعی افزایش یافته است(۱۲،۳۶). افزایش ابعاد بطن چپ می تواند نتیجه هیپرتروفی بطن چپ در چاقی مرکزی باشد که پر شدن دیاستولیک بطن چپ را مختل و توسعه اختلال دیاستولیک را تسهیل می کند و در نهایت منجر به افزایش فشار بطن چپ و بزرگ شدن بطن چپ می شود. بزرگ شدن بطن چپ یک عامل خطرناک قوی برای چندین بیماری قلبی عروقی از جمله سکته، مرگ قلبی عروقی و خطر ابتلا به فیبریلاسیون دهلیزی است(۱۴،۲۱). فواید یک سبک زندگی فعال برای سلامتی انسان کاملاً مشخص می باشد. ورزش به طور مثبتی بر ساختار، متابولیسم و عملکرد تعدادی از بافت ها تأثیر می گذارد تا هموستاز متابولیک کل بدن را بهبود بخشد و خطر کلی بیماری را کاهش دهد(۲). فعالیت ورزشی منظم به عنوان یک راهکار موثر و کم هزینه برای پیشگیری و درمان بیماری های قلبی – عروقی توصیه شده است(۳۷،۳۹). استفاده از تمرینات هوازی در مدل های تجربی با موش های صحرایی سالم به عنوان ابزاری ارزشمند برای شناسایی سازگاری های مثبت عملکرد قلبی نشان داده شده است(۹). با این حال، درک این نکته که ورزش منظم چگونه و با چه سازوکاری باعث بهبود ساختار بافت قلبی به ویژه در آزمودنی های چاق می‌شود، به طور ضعیفی درک شده است. علاوه بر این، بسیاری از مکمل ها به منظور اثرات مفید آن ها بر سلامتی مورد بررسی قرار گرفته است. در همین زمینه اثرات درمانی گیاه سیر در کاهش بیماری قلبی عروقی گزارش شده است(۴۰). سیر از ترکیبات متعدد آلی، معدنی و ویتامین ها تشکیل یافته است. نشان داده شده است که سیر یک آنتی اکسیدان قوی است و برخی خواص آن دارای اثرات بازدارنده بر تصلب شریان می باشد(۳۴). هم چنین به دلیل دارا بودن منابع فیتوکمیکال ها می تواند در کاهش عوامل خطرزای قلبی عروقی نقش داشته باشد(۴). سیر خاصیت ضد چاقی دارد و مشخص شده است که تأثیر چربی بالا ناشی از رژیم غذایی بر وزن بدن و بافت چربی در موش های صحرایی را خنثی می کند(۴۱). علاوه بر این، اضافه کردن سیر به بهبود تغییرات پاتولوژیکی ناشی از رژیم غذایی در بافت قلبی در موش ها کمک می کند(۲۰). اصلاح شیوه زندگی شامل فعالیت بدنی و مصرف مکمل های گیاهی بخش مهمی در سلامت، پیشگیری و درمان چاقی است و با کاهش عوارض قلبی عروقی ناشی از چاقی همراه می باشد(۱۵،۲۲). با توجه به نقش مهم ورزش و فعالیت بدنی و مصرف مکمل های گیاهی در سلامت و پیشگیری و کاهش عوارض قلبی ناشی از چاقی به نظر می رسد بررسی اثرات تمرین هوازی و مصرف مکمل های گیاهی بر ساختار بافت قلب از اهمیت بالایی برخوردار باشد، اما مطالعات و تحقیقات انجام شده در این ضمینه بسیار محدود است. هم چنین اثرات تعاملی گیاهان دارویی به همراه فعالیت ورزشی بر ساختار بافت قلب در آزمودنی های چاق مشخص نیست، با توجه به مزایای بالقوه سیر و تمرینات منظم بدنی در کاهش چاقی و پیامدهای احتمال مفید اثر تعاملی آن ها بر

بافت قلب، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر یک دوره تمرین هوازی و مکمل سیر بر ساختار بافت قلب در موش-های چاق می باشد.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر، یک مطالعه تجربی-آزمایشگاهی است که در آن امکان کنترل عوامل تاثیرگذار بر نتایج تحقیق بوده است. طرح تحقیق از نوع پس‌آزمون با گروه کنترل می باشد. در این تحقیق تعداد ۲۵ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار از دانشگاه آزاد شاهرود به عنوان نمونه انتخاب و به مرکز پژوهش منتقل شدند. ۵ سر رت سالم بالغ و ۲۰ سر رت نر بالغ چاق نژاد که تحت چرخهٔروشنایی تاریکی(۱۲ساعت نورو۱۲ساعت تاریکی)، رطوبت ۵±۶۵درصد و درجه حرارت ۲±۲۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و دسترسی آزاد به آب و غذای پرچرب داشتند، تحت رژیم غذایی پرچرب حاوی ۵۰ درصد چربی(مشتق شده از روغن سویا) ۳۰ درصد کربوهیدرات و ۲۰ درصد پروتئین قرار گرفتند تا به وزن ۳۱۹ گرم رسیدند تا بر اساس شاخص لی چاق محسوب شوند(۲۹). سپس به مدت یک هفته قرنطینه و پس از آن به صورت تصادفی ساده بر اساس وزن در ۵ گروه کنترل (سالم)، چاق، چاق-سیر، چاق-تمرین هوازی و چاق-سیر-تمرین هوازی قرار گرفتند. گروه های تمرینی ۸ هفته(۵ روز در هفته) تمرین منتخب هوازی را اجرا کردند. گروه های کنترل به مدت ۸ هفته در قفس نگهداری شده و در هیچ تمرینی شرکت داده نشدند. در این تحقیق اصول اخلاقی در مورد نحوه کار با حیوانات آزمایشگاهی از جمله در دسترس بودن آب و غذا، شرایط نگه داری مناسب و عدم اجبار در تمرینات مد نظر قرار گرفت. همه آزمایشات بر اساس خط مشی های قراداد هلسینکی اجرا شد.گروه های تجربی طی دوره مداخله مقدار مکمل سیر را به میزان ۲۵۰ میلی گرم به ازای هرکیلوگرم وزن بدن به صورت گاواژ روزانه دریافت کردند(۸). رت ها با رعایت اصل اضافه بار، پنج روز در هفته(به مدت ۸هفته) دویدند. پروتکل نیزشامل: پنج روز آشناسازی حیوان با محیط و دستگاه نوارگردان است که به مدت ۱۵دقیقه با سرعت ۱۵متر در دقیقه و شیب صفر درصد انجام شد. هر جلسه تمرین نیز ابتدا با سرعت ۱۰متر در دقیقه شروع شده و هر دو دقیقه، سه متر در دقیقه برسرعت آن اضافه شد. علاوه براین، سرعت دستگاه در مدت سه دقیقه به منظور سردکردن حیوان به آرامی کاهش یافت(جدول ۱)(۶). پس از سازگارشدن نمونه ها با محیط آزمایشگاه و آشنایی با نحوه راه رفتن و دویدن روی نوارگردان و هم چنین اعمال متغیرهای مستقل تمام نمونه ها با شرایط کاملاً مشابه و در شرایط پایه(۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی) با تزریق داخل صفاقی ترکیبی از کتامین(kg/mg50-30) و زایلازین(kg/ mg5-3) بی هوش شدند. با ثابت کردن حیوان روی تخته جراحی جوندگان کالبد شکافی انجام و بلافاصله بافت قلب برداشته شده و با درنظر گرفتن موازین اخلاقی نگهداری حیوانات بافت مورد نظر در محلول فرمالین ۱۰٪ ثابت شده وسپس جهت انجام روش های بافت شناسی آماده شدند. برش ها با هماتوکسیلین وائوزین رنگ آمیزی شده و مورد مطالعه قرارگرفتند. جهت ارزیابی مقاطع تهیه شده از میکروسکوپ استفاده شد واز تمامی لام ها تصویر تهیه گردید. متغیرهای مورد ارزیابی در بافت قلب شامل تغییرات کلی بافت قلب، سلول های عضلانی، نکروز، التهاب و پرخونی بود که شدت و درجه تغییرات مذکور براساس مشاهدات میکروسکوپیک و تهیه فتومیکروگراف صورت گرفت. در هر لام در زیر میکروسکوپ و با بزرگ نمایی۴۰۰، حداقل ۴ زمینه مشاهده شده وعکس برداری گردید. در هر زمینه تعداد سلول های تغییر یافته شمارش و درجه تغییرات سلولی و بافتی از شدت ۰ تا ۳(درجه ۰ عدم مشاهده تغییر، درجه ۱ تغییرات خفیف، درجه ۲ تغییرات متوسط ودرجه ۳ تغییرات شدید درجه¬بندی شدند)(۱). در متغیر تغییرات

سلولی مشاهدات شامل تغییر در شکل ظاهری سلول، اندازه، رنگ و میزان سیتوپلاسم، رنگ و شکل هسته و تغییرات نکروتیک(درجات مرگ سلولی) بود و در متغیر التهاب وجود سلول های التهابی در ناحیه بررسی شد.

نتایج

تفکیک و درجه بندی تغییرات مورد ارزیابی بافت قلب در گروهای مختلف در جدول ۲ آورده شده است. در موش-های چاق تغییرات متوسط بافتی و سلولی مشاهده شد. نتایج نشان داد تمرینات تردمیل و مصرف سیر هر کدام به تنهایی موجب کاهش تغییرات بافتی و سلولی در بافت قلب شده است. هم چنین، تعامل تمرین هوازی و مصرف مکمل سیر با بهبود تغییرات بافتی و سلولی در بافت قلب همراه بود(جدول ۲). تفسیر بافت شناسی مربوط به فتومیکروگراف های به دست آمده از نمونه های بافت قلب گروه های مورد آزمایش در شکل های ۱ تا ۵ ارائه شده است.

گروه کنترل: در مقاطع تهیه شده از بافت قلب موش‌های صحرایی گروه کنترل بافت مذکور دارای مشخصات کاملاً طبیعی همراه با نظم و انسجام کامل بوده و هیچ گونه تغییر خاصی در آن مشاهده نمی گردد. در مقاطع عرضی(فلش سفید) و مقاطع طولی(فلش سیاه) بافت قلب شکل ستون ها و میدان های عضلانی طبیعی می باشد. در سلول های عضله قلب سیتوپلاسم سلول اسیدوفیل و هسته-های آن ها بازوفیلی(فلش سبز) و روشن است. نواحی اتصالات بین سلولی و دو شاخه شدگی سلول ها(فلش زرد) در تمام قسمت ها به صورت نرمال مشاهده می شود(شکل ۱). **گروه چاق:** در مقاطع تهیه شده از بافت قلب موش های صحرایی گروه چاق در مقایسه با گروه کنترل تغییراتی از جمله بی نظمی و از هم گسیختگی و فواصل بین سلول و افزایش رنگ پذیری بافتی و افزایش سلول های چربی(فلش آبی) مشاهده می شود به طوری که سلول های عضله قلب در برخی نواحی دارای سیتوپلاسم تیره و هسته تیره و نامنظم(فلش سبز) هستند. مقاطع عرضی(فلش سفید) و مقاطع طولی(فلش سیاه) بافتی اغلب به صورت منظم و منسجم رویت می شوند. دوشاخگی و اتصالات بین سلولی(فلش زرد) طبیعی بوده و در مقایسه با گروه کنترل تغییر خاصی ندارد. تغییرات دیگری از جمله هیپرتروفی سلولی، پر خونی و التهاب در بافت قلب مشاهده نمی شود(شکل ۲). **گروه چاق و عصاره سیر:** در مقاطع تهیه شده از بافت قلب موش های صحرایی گروه چاق که عصاره سیر دریافت کردند، مقاطع عرضی(فلش سفید) و مقاطع طولی(فلش سیاه) تغییرات چشمگیری نداشته و نظم کلی بافت مشهود است. در برخی نواحی تغییراتی در سلول ها و سیتوپلاسم آن ها و نیز تغییراتی در هسته ها دیده می شود(فلش آبی) وجود نداشته و شکل سلول طبیعی نبوده و کم‌رنگ، بی نظم و از هم گسیخته می باشد. هسته ها در اغلب مناطق نرمال و روشن هستند(فلش سبز). دوشاخگی و اتصالات بین سلولی(فلش زرد) نیز قابل رویت و منظم است(شکل ۳) **گروه چاق و ورزش:** در مقاطع تهیه شده از بافت قلب موش های صحرایی گروه چاق که تمرینات ورزشی انجام دادند، در مقاطع طولی(فلش سیاه) و مقاطع عرضی(فلش سفید) تغییری دیده نمی شود و نظم بافتی قابل رویت است. هیچ گونه تغییراتی در سلول ها و سیتوپلاسم آن ها و هسته ها وجود نداشته و شکل طبیعی دارند(فلش سبز). تنها میزانی از تجمعات خونی(فلش قرمز) و سلول های چربی در برخی مناطق بافت دیده می شود. در بافت گروه حاضر دوشاخگی و اتصالات بین سلولی(فلش زرد) در مقایسه با گروه کنترل طبیعی و نرمال است(شکل ۴). **گروه چاق و ورزش و عصاره سیر:** در مقاطع تهیه شده از بافت قلب موش های صحرایی گروه چاق که عصاره سیر دریافت کرده اند و تمرینات ورزشی انجام دادند، به صورت کلی و به لحاظ نظم و انسجام و شکل مقاطع طولی(فلش سیاه) و مقاطع عرضی(فلش سفید) هیچ گونه تغییرات

چشمگیری در بافت قلب گزارش نمی گردد. تغییراتی در سلول ها و سیتوپلاسم آن ها و نیز هسته ها وجود نداشته و شکل آن ها طبیعی می باشد(فلش سبز) هم چنین دوشاخگی ها و اتصالات بین سلولی(فلش زرد) در بافت قلب گروه حاضر نرمال است(شکل ۵)..

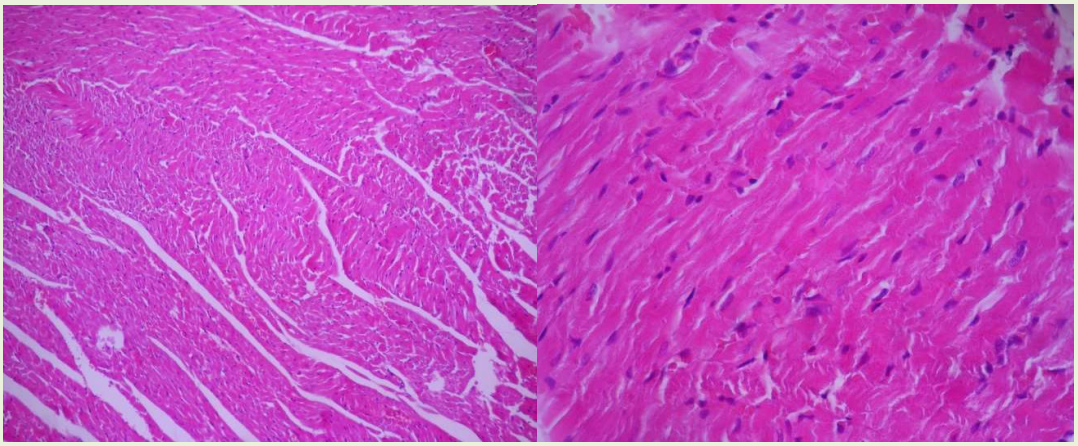
جدول ۱- پروتکل تمرین هوازی

شدت	زمان	درجه	تکرار (روز در هفته)
۸ متر در دقیقه	۵ دقیقه	۰	۵
۱۱ متر در دقیقه	۵ دقیقه		
۱۵ متر در دقیقه	۲۰ دقیقه		
۸ متر در دقیقه	۱۰ دقیقه		

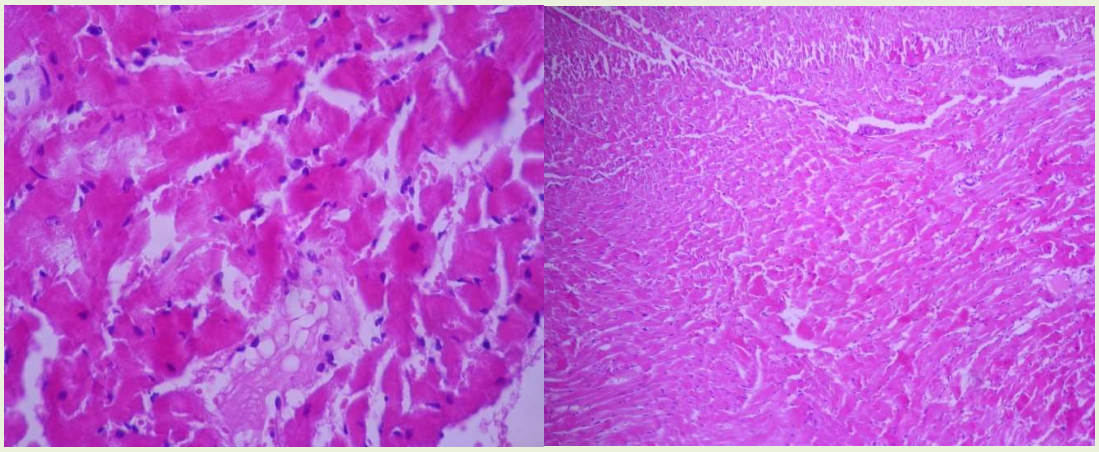
جدول ۲- تفکیک و درجه بندی تغییرات کیفی پدید آمده در متغیرهای مورد ارزیابی بافت قلب

گروه	تغییرات بافتی عضله قلب	سلول های قلبی	نکروز	التهاب	پرخونی
کنترل	۰	۰	۰	۰	۰
چاق	۲	۲	۰	۰	۰
چاق و عصاره سیر	۱	۱	۰	۰	۰
چاق و ورزش	۱	۰	۰	۰	۱
چاق و ورزش و عصاره سیر	۰	۰	۰	۰	۰

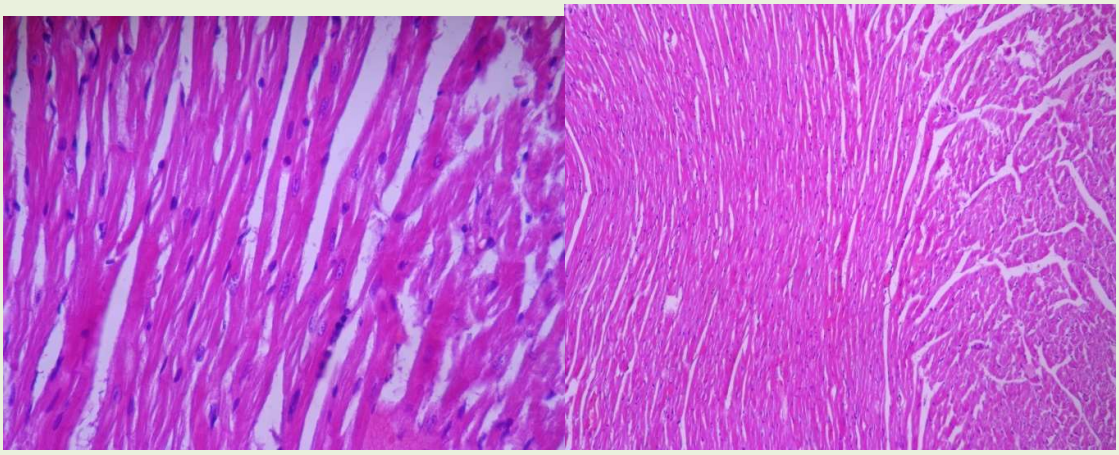
*توضیح: تغییرات کیفی پدید آمده و مشاهده شده از عدد ۰ تا ۳ درجه بندی گردیده است. درجه ۰ بیانگر عدم مشاهده تغییر، درجه ۱ بیانگر تغییرات خفیف، درجه ۲ بیانگر تغییرات متوسط و درجه ۳ بیانگر تغییرات شدید می باشند.



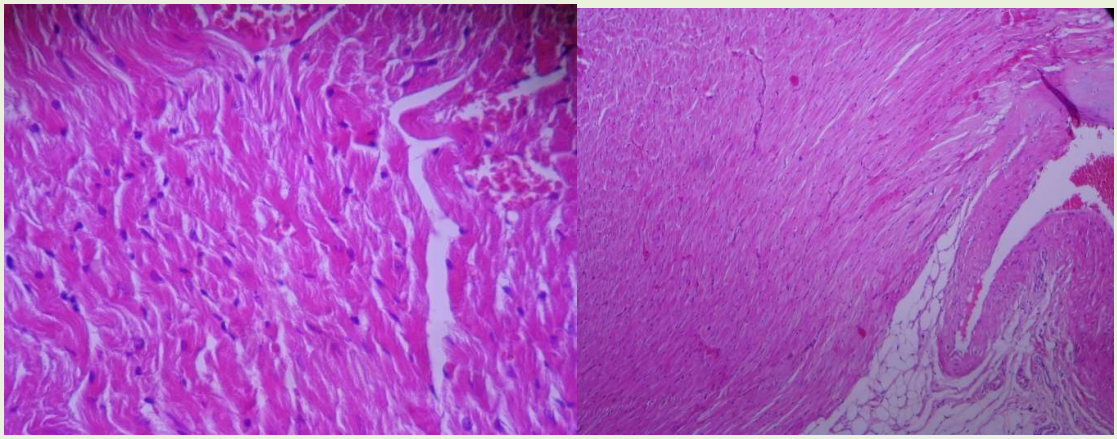
شکل ۱- مقطع بافت شناسی قلب موش های صحرایی گروه کنترل. (رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین×۴۰۰)



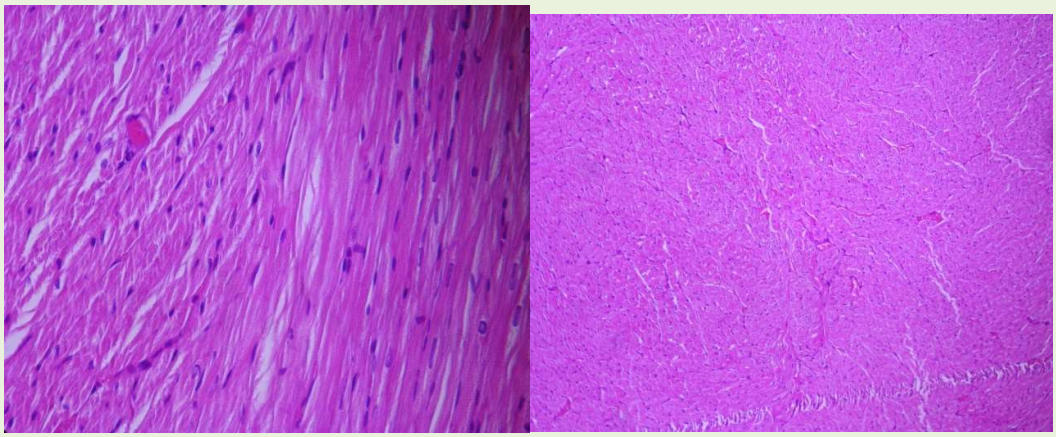
شکل ۲- مقطع بافت شناسی قلب موش های صحرایی گروه چاق. (رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین×٤٠٠)



شکل ۳- مقطع بافت شناسی قلب موش های صحرایی گروه چاق و عصاره سیر (رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین×٤٠٠)



شکل ٤- مقطع بافت شناسی قلب موش های صحرایی گروه چاق و ورزش (رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین×٤٠٠)



شکل ۵- مقطع بافت شناسی قلب موش های گروه چاق و ورزش و عصاره سیر (رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین×۴۰۰)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد چاقی منجر به تغییرات پاتولوژیک بافتی عضله قلب و سلول های قلبی می شود. به طوری که در بافت قلب موش های گروه چاق در مقایسه با گروه کنترل تغییراتی از جمله بی نظمی و از هم گسیختگی و فواصل بین سلول و افزایش رنگ پذیری بافتی و افزایش سلول های چربی مشاهده شد، هم چنین سلول های عضله قلب دارای سیتوپلاسم تیره و هسته تیره و نامنظم بودند. یافته های مطالعه حاضر با نتایج مطالعات تجربی، از جمله مدل های چاقی برون زاد، یعنی چاقی ناشی از رژیم غذایی که تغییرات بافتی و فیبروز سلولی بافت قلب را گزارش کرده اند هم خوان می باشد(۳،۱۹،۲۴،۳۳). چربی های اشباع شده سوخت اصلی متابولیک برای قلب هستند(۵،۳۲)، با این حال، تجمع چربی اضافی ممکن است باعث تحریک بیش از حد میتوکندری شده و مکانیسم های مولکولی تغییرات ساختاری بافت قلب را فعال کند. در نتیجه، سمیت چربی و یا استرس اکسیداتیو ممکن است آغاز کننده این تغییرات باشند(۱۶،۱۷). در تحقیق حاضر تمرین هوازی و مصرف سیر هر کدام به تنهایی موجب کاهش تغییرات پاتولوژیک بافتی عضله قلب و سلول های قلبی شود، به طوری که در بافت قلب موش های صحرایی گروه چاق که عصاره سیر دریافت کردند، مقاطع عرضی و طولی بافت تغییرات چشمگیری نداشته و نظم کلی بافت مشهود است. هم چنین در بافت قلب موش های گروه چاق که تمرینات ورزشی انجام دادند، در مقاطع عرضی و طولی بافت تغییری دیده نمی شود و نظم بافتی قابل رویت است. تجمع فرآورده های متابولیسم لیپید تولید بسترهای داخل سلولی بالقوه را برای فرآیندهای غیر اکسیداتیو و آسیب رسان مانند دی سیگل گلیسرول و سرامید ایجاد می کند که در مسیرهای مولکولی هیپرتروفی قلب، آپوپتوز و فیبروز عمل می کنند(۱۶). اکسیداسیون با آسیب اکسیداتیو به پروتئین ها و DNA باعث آسیب سلولی می شود و فعال سازی مسیرهایی هیپرتروفی میوکارد و تغییرات ساختاری قلب را موجب می شود(۱۷). مزایای فیزیولوژیکی ورزش مانند بهبود حساسیت انسولین، کاهش استرس اکسیداتیو و افزایش عملکرد سلولی بافت قلب گزارش شده است تمرینات ورزشی یک عامل قدرتمند برای شروع رویدادهای مولکولی است که منجر به فعال شدن مسیرهای انتقال سیگنال و فعال شدن آنزیم های آنتی اکسیدان، واسطه-های ضد التهابی و هم چنین تنظیم مجدد فعالیت پروتئازوم می شود. در نتیجه ، منجر به کاهش سطح استرس اکسیداتیو، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و

حفظ تعادل ردوکس و هموستاز سلولی بافت قلب می-گردد(۳۸). بنابراین احتمالاً در مطالعه حاضر تمرین با افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و کاهش سطح استرس اکسیداتیو سلول های بافت قلب به منجر به بهبود تغییرات پاتولوژیک بافتی عضله قلب و سلول های قلبی شده است. ورزش منظم به مدت طولانی فرم و عملکرد قلب را تغییر می دهد در همین زمینه، گزارش شده است که این تغییرات به نوع، شدت و زمان تمرینات بستگی دارد(۲۶). بنابراین، تمرینات هوازی طولانی مدت توانایی تغییرات ساختاری بافت قلبی یا ایجاد تغییر در هیپرتروفی بطنی را دارند. در مطالعه شارما و همکاران(۲۰۰۰) گزارش کردند که ساختار و عملکرد قلب به عنوان یک پدیده فیزیولوژیکی به دلیل تمرینات تغییر می کند و تمرینات منظم ساختار بطن چپ را بهبود می بخشد. این ویژگی های سازگارانه ناشی از ورزش هوازی در اثر تغییرات بافتی عضله قلب و سلول های قلبی همراه با حفظ مداوم فشار خون و ضربان قلب و هم چنین افزایش برون ده قلبی ایجاد می شود(۳۱). همچنین نشان داده شده است که سیر تغییرات پاتولوژیکی ناشی از رژیم غذایی در بافت قلبی در نمونه های حیوانی را کاهش می دهد(۱۷). ترکیبات سولفوردار موجود در سیر عامل اصلی بسیاری از خواص درمانی سیر به حساب می آیند. اثرات مفید سیر را می توان به ترکیبات مختلف سولفوردار از جمله آلیسین و مشتقات آن نسبت داد. آلیسین یک ترکیب فرار و بسیار ناپایدار است. این ماده به یک سری ترکیبات مانند سولفیدها، آئائین وینیلدیتینین ها و بسیاری دیگر تبدیل می شود. علاوه بر این، اثرات آنتی اکسیدانی سیر نیز گزارش شده است(۲۸). سیر دارای خواص آنتی اکسیدانی و مهار کننده رادیکال های آزاد است. سیر دو گروه اصلی آنتی اکسیدان را دارا می باشد. اولین گروه آنتی اکسیدان ها، فلاونوئیدها هستند مانند فلاون ها و کوئرستین ها و گروه دوم آنتی اکسیدان ها حاوی سولفور هستند ترکیباتی مانند آلیل سیستئین، دی الیل سولفید و آلیل تری سولفید. مطالعات نشان می دهند که ترکیبی از گروه آلکیل (CH2 CH = CH2-) و گروه -S (O) S- برای عملکرد آنتی اکسیدانی ترکیبات سولفوردار عصاره سیر مهم است(۲۳). براساس بررسی های صورت گرفته سیر از طریق مهار کردن آنزیم استیل کوآ کلسترول آسیل ترانسفراز و در مقابل تحریک فعالیت آنزیم کلسترول استرهیدرولاز، می تواند در کاهش محتوای داخل سلولی استرهای کلسترول، موثر باشد. استرهای کلسترول به مقدار زیاد در سیتوپلاسم سلول های کفی شکل تجمع می یابد که این سلول های کفی شکل عامل مهم و قطعی در تشکیل و توسعه ضایعات آترواسکلروزی به حساب می آیند(۱۸). بنابراین بهبود تغییرات ساختاری قلب در تحقیق حاضر می تواند ناشی از کاهش بافت چربی و اثرات آنتی اکسیدانی به دنبال تمرینات ورزشی و مصرف مکمل سیر در موش های چاق باشد. هم چنین، تعامل تمرین هوازی و مصرف مکمل سیر می تواند مزایای بیشتری نسبت به اعمال هر یک از آن ها به تنهایی داشته باشد، به طوری که با بهبود تغییرات پاتولوژیک بافتی عضله قلب و سلول های قلبی همراه بود. در بافت قلب موش های صحرایی گروه چاق که عصاره سیر دریافت کرده اند و تمرینات ورزشی انجام دادند، به صورت کلی و به لحاظ نظم و انسجام در بافت قلب مشاهده شد، هم چنین تغییراتی در سلول ها و سیتوپلاسم آن ها و نیز هسته ها وجود نداشته و شکل آن‌ها طبیعی و دوشاخگی ها و اتصالات بین سلولی در بافت قلب نیز نرمال بود. هم خوان با یافته های مطالعه ما، قیاسی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی به ارزیابی تأثیر ترکیبی ۶ هفته تمرین اختیاری و سیر بر مارکرهای متابولیک و تغییرات بافت قلب موش صحرایی دیابتی پرداختند. حیوانات سیر(۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم)

دریافت کردند. یافته ها نشان داد که درمان ترکیبی با سیر و تمرین اختیاری ممکن است اثرات مفیدتری در بازسازی بافت شناسی قلب در موش های دیابتی نسبت به استفاده از سیر یا تمرین اختیاری به تنهایی داشته باشد(۱۰). بنابراین به نظر می رسد تمرین به همراه مکمل سیر می تواند یک روش اصلی اقدامات پیشگیرانه و هم چنین مهم درمانی برای کاهش تغییرات پاتولوژیک بافت قلب به شمار رود.تمرین هوازی از نقاط قوت تحقیق حاضر بود؛ چرا که این نوع تمرین پاسخ ها و سازگاری های متفاوتی نسبت به برنامه های تمرینی دیگر می تواند به همراه داشته باشد. محدودیت هایی نیز در تحقیق حاضر وجود داشت که از جمله می توان به عدم اندازه گیری شاخص های عملکردی قلب اشاره کرد. هم چنین با تغییر مقادیر مصرفی مکمل سیر نیز ممکن است بتوان به نتایج روشن تری دست یافت. به هرحال تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز می‌باشد. به طور خلاصه، نتایج تحقیق حاضر حاکی از تغییرات متوسط بافتی و سلولی در بافت قلب موش های چاق بود. هم چنین، تعامل تمرین هوازی و مصرف مکمل سیر با بهبود تغییرات بافتی و سلولی در بافت قلب همراه است. با توجه به یافته های تحقیق حاضر، به نظر می رسد که تمرین هوازی به همراه مکمل سیر احتمالاً می تواند به بهبود تغییرات ساختار بافت قلب طی چاقی کمک کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله دورهٔ دکتری فیزیولوژی ورزشی است که با تایید کمیته اخلاق با شماره IR.IAU.M.REC.1399.015 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی تأیید اجرا گردید. بدین وسیله از کلیه¬ی افرادی که در انجام تحقیق حاضر همکاری داشته اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

منابع

1.Ahmadi, M., Abbassi-Daloii, A., Ziaolhagh, S. J, Yahyaei, B. (2017). Structural changes of cardiac tissue in response to boldenone supplementation with or without alcoholic extract of jujuba fruit during resistance training in male Wistar rats. Feyz., 21(6); 534-542.

2.Booth, FW., Roberts, CK., Laye, MJ. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. Compr Physiol., 2(2);1143-211.

3.Campos, D. H., Leopoldo, A. S., Lima-Leopoldo, A. P., Nascimento, A. F., Oliveira-Junior, S. A., Silva, D. C. (2014). Obesity preserves myocardial function during blockade of the glycolytic pathway. Arquivos brasileiros de cardiologia, 103(4); 330–337 .

4.Cardelle-Cobas, A, Soria, AC, Corzo, N, Villamiel, M. (2010). A comprehensive survey of garlic functionality. Madrid: Nova Science Publisher, 1(6);12-15.

5.Chess, DJ., Stanley, WC. (2008). Role of diet and fuel overabundance in the development and progression of heart failure. Cardiovascular research, 79(2); 269–278

6.Cho, D. K., Choi, D. H., Cho, J. Y. (2017). Effect of treadmill exercise on skeletal muscle autophagy in rats with obesity induced by a high-fat diet. Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry, 21(3); 26–34 .

7.Csige, I., Ujvárosy, D., Szabó, Z., Lőrincz, I., Paragh, G., Harangi, M. (2018). The impact of obesity on the cardiovascular system. Journal of diabetes research, 3407306 .

8.Eidi, A., Eidi, M., Oryan, S., Esmaeili, A. (2010). Effect of garlic (*Allium sativum*) extract on levels of urea and uric acid in normal and streptozotocin-diabetic rats. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 3(2); 52-59.

9.Feng, R., Wang, L., Li, Z., Yang, R., Liang, Y., Sun, Y. (2019). A systematic comparison of exercise training protocols on animal models of cardiovascular capacity. Life sciences, 217; 128–140 .

10. Ghyasi, R., Mohaddes, G., Naderi, R. (2019). Combination effect of voluntary exercise and garlic (*Allium sativum*) on oxidative stress, cholesterol level and histopathology of heart tissue in type 1 diabetic rats. J Cardiovasc Thorac Res, 11(1); 61-67.

11. Heckbert, S. R., Post, W., Pearson, G. D., Arnett, D. K., Gomes, A. S., Jerosch-Herold, M. (2006). Traditional cardiovascular risk factors in relation to left ventricular mass, volume, and systolic function by cardiac

magnetic resonance imaging: the Multiethnic Study of Atherosclerosis. Journal of the American College of Cardiology, 48(11); 2285–2292.
12. Ito, K., Date, T., Kawai, M., Nojiri, A., Narui, R., Hioki, M. (2011). Morphological change of left atrium in obese individuals. International Journal of Cardiology, 152(1); 117–119.
13. Jacobs, E. J., Newton, C. C., Wang, Y., Patel, A. V., McCullough, M. L., Campbell, P. T. (2010). Waist circumference and all-cause mortality in a large US cohort. Archives of Internal Medicine, 170(15); 1293–1301
14. Kizer, J. R., Bella, J. N., Palmieri, V., Liu, J. E., Best, L. G., Lee, E. T. (2006). Left atrial diameter as an independent predictor of first clinical cardiovascular events in middle-aged and elderly adults: the Strong Heart Study (SHS). American Heart Journal, 151(2); 412–418.
15. Liu, Y., Sun, M., Yao, H., Liu, Y., Gao, R. (2017). Herbal medicine for the treatment of obesity: an overview of scientific evidence from 2007 to 2017. Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM, 8943059
16. Lopaschuk, GD., Folmes, CD., Stanley, WC. (2007). Cardiac energy metabolism in obesity. Circulation Research, 101(4); 335–347.
17. Madamanchi, NR., Runge, MS. (2013). Redox signaling in cardiovascular health and disease. Free Radic Biol Med., 61; 473–501.
18. Malekpour, Z., Doosti, M., Paknejad, M., Nourbakhsh, M., Yassa, N., Gerayesh-Nejad, S., Heshmat, R. (2011). The effect of alcoholic garlic (*Allium sativum*) extract on ABCA1 expression in human THP-1 macrophages. Tehran Uni Med J (TUMJ)., 69; 146-152.
19. Martins, F., Campos, D. H., Pagan, L. U., Martinez, P. F., Okoshi, K., Okoshi, M. P. (2015). High-fat diet promotes cardiac remodeling in an experimental model of obesity. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 105(5); 479–486
20. Mukthamba, P., Srinivasan, K. (2015). Hypolipidemic influence of dietary fenugreek (trigonella foenum-graecum) seeds and garlic (*Allium sativum*) in experimental myocardial infarction. Food & Function, 6(9); 3117–3125.
21. Nagarajarao, H. S., Penman, A. D., Taylor, H. A., Mosley, T. H., Butler, K., Skelton, T. N. (2008). The predictive value of left atrial size for incident ischemic stroke and all-cause mortality in African Americans: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. Stroke, 39(10); 2701–2706.
22. Nystoriak, M. A., Bhatnagar, A. (2018). Cardiovascular effects and benefits of exercise. frontiers in cardiovascular. Medicine, 5; 135 .
23. Okada, Y., Tanaka, K., Fujita, I., Sato, E., Okajima, H. (2005). Antioxidant activity of thiosulfinates derived from garlic. Redox Rep, 10(2); 96-102
24. Oliveira-Junior, S. A., Martinez, P. F., Guizoni, D. M., Campos, D. H., Fernandes, T., Oliveira, E. M. (2014). AT1 receptor blockade attenuates insulin resistance and myocardial remodeling in rats with diet-induced obesity. PloS one, 9(1); e86447 .
25. Omer, T. (2020). The causes of obesity: an in-depth review. Adv Obes Weight Manag Control, 10(3); 90-94.
26. Pluim, B. M., Zwinderman, A. H., van der Laarse, A., van der Wall, E. E. (2000). The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. Circulation, 101(3); 336–344.
27. Rider, O. J., Francis, J. M., Ali, M. K., Byrne, J., Clarke, K., Neubauer, S. (2009). Determinants of left ventricular mass in obesity; a cardiovascular magnetic resonance study. Journal of cardiovascular magnetic resonance : official journal of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, 11(1); 9.
28. Rider, O. J., Lewis, A. J., Neubauer, S. (2014). Structural and metabolic effects of obesity on the myocardium and the aorta. Obesity Facts, 7(5); 329–338 .
29. Salesi, M., Mehrtash, M., Daryanoosh, F, Tanide, N. (2018). The role of caloric restriction on lipid coat proteins gene expression and insulin resistance after 8 weeks high caloric diet in male rats. J Arak Uni Med Sci., 21(5); 21-31.
30. Schwartz, M. W., Seeley, R. J., Zeltser, L. M., Drewnowski, A., Ravussin, E., Redman, L. M. (2017). Obesity pathogenesis: an endocrine society scientific statement. Endocrine Reviews, 38(4), 267–296
31. Sharma, N., Okere, I. C., Duda, M. K., Chess, D. J., O'Shea, K. M., Stanley, W. C. (2007). Potential impact of carbohydrate and fat intake on pathological left ventricular hypertrophy. Cardiovascular Research, 73(2); 257–268.
32. Sharma, S., Elliott, P. M., Whyte, G., Mahon, N., Virdee, M. S., Mist, B., McKenna, W. J. (2000). Utility of metabolic exercise

testing in distinguishing hypertrophic cardiomyopathy from physiologic left ventricular hypertrophy in athletes. Journal of the American College of Cardiology, 36(3); 864–870.

33. Silva, D. C., Lima-Leopoldo, A. P., Leopoldo, A. S., Campos, D. H., Nascimento, A. F., Oliveira Junior, S. A. (2014). Influence of term of exposure to high-fat diet-induced obesity on myocardial collagen type I and III. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 102(2); 157–163 .

34. Sobenin, I. A., Myasoedova, V. A., Iltchuk, M. I., Zhang, D. W., Orekhov, A. N. (2019). Therapeutic effects of garlic in cardio vascular atherosclerotic disease. Chinese Journal of Natural Medicines, 17(10); 721–728.

35. Son, J. W., Sung, J. K., Lee, J. W., Youn, Y. J., Ahn, M. S., Ahn, S. G. (2016). Abdominal obesity and structure and function of the heart in healthy male Koreans: The ARIRANG study. Medicine, 95(39); e4930 .

36. Stritzke, J., Markus, M. R., Duderstadt, S., Lieb, W., Luchner, A., Döring, A. (2009). The aging process of the heart: obesity is the main risk factor for left atrial enlargement during aging the MONICA/KORA(monitoring of trends and determinations in cardiovascular disease/cooperative research in the region of Augsburg) study. Journal of the American College of Cardiology, 54(21); 1982–1989.

37. Tian, D., Meng, J. (2019). Exercise for prevention and relief of cardiovascular disease: prognoses, mechanisms, and approaches. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 3756750 .

38. Tofas, T., Draganidis, D., Deli, C. K., Georgakouli, K., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z. (2019). Exercise-induced regulation of redox status in cardiovascular diseases: the role of exercise training and detraining. Antioxidants Basel, Switzerland, 9(1); 13.

39. Winzer, E. B., Woitek, F., Linke, A. (2018). Physical activity in the prevention and treatment of coronary artery disease. Journal of the American Heart Association, 7(4); e007725 .

40. Wlosinska, M., Nilsson, A. C., Hlebowicz, J., Hauggaard, A., Kjellin, M., Fakhro, M. (2020). The effect of aged garlic extract on the atherosclerotic process - a randomized double-blind placebo-controlled trial. BMC Complementary Medicine and Therapies, 20(1); 132 .

41. Yang, C., Li, L., Yang, L., Lǔ, H., Wang, S., Sun, G. (2018). Anti-obesity and hypolipidemic effects of garlic oil and onion oil in rats fed a high-fat diet. Nutrition & Metabolism, 15; 43.

.