
Research Article

Effect of 6 Weeks of Aerobic Training and Cinnamon Supplementation on Resistin Gene Expression in Slow Twitch Muscle Tissue of Male Wistar Rats Fed with High Fat Diet

Nazanin Abdollahzadeh, Yaser Kazemzadeh*, Saeid Sedaghati, Sanaz Mirzayan Shanjani, Zahra Charbaghi

Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran

*Corresponding author: yaser.kazemzadeh@yahoo.com

Received: 7 April 2024

Accepted: 25 April 2024

Abstract

The purpose of this research is to determine the effect of 6 weeks of aerobic training and cinnamon supplementation on the expression of the resistin gene in the slow twitch muscle tissue of male Wistar rats fed with a high-fat diet. The statistical sample of the research consists of 50 two-month-old male Wistar rats, which were randomly divided into five groups, and each group consisted of ten rats. The mice had daily access to 20 grams of pellets and 10-12 ml of water per 100 grams of body weight. The groups receiving high-fat food used high-fat food emulsion daily of 1.5 mg per kilogram of body weight. The aerobic exercise group participated in the aerobic exercise program on the electronic treadmill five days a week for six weeks. The cinnamon extract group received 200 mg per kilogram of body weight for 6 weeks. To analyze the data, dependent t-tests, one-way analysis of variance and, Tukey's follow-up were used. The results showed that the effects of a high-fat diet, combination of high-fat diet and aerobic exercise, the combination of high-fat diet and cinnamon, and a combination of high-fat diet, aerobic exercise and cinnamon on resistin gene variables in slow-twitch muscle tissue are significant ($p \leq 0.05$). As a result, considering the optimal and favorable effects of taking cinnamon extract along with performing aerobic exercise on body weight and resistance gene expression and adjusting the adverse effects of consuming a high-fat diet, it is recommended to use cinnamon extract along with performing aerobic exercise.

Keywords: Aerobic training, Resistin gene expression, Fast twitch muscle tissue, Slow twitch muscle tissue, High fat diet.

مقاله پژوهشی

تاثیر شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل دارچین بر بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی

کند انقباض موش‌های نر ویستار تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب

نازنین عبدالله‌زاده، یاسر کاظم‌زاده*، سعید صدقاتی، ساناز میرزایان شانجانی، زهرا چهارباغی

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

*مسئول مکاتبات: yaser.kazemzadeh@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۹

چکیده

هدف تحقیق حاضر، تعیین تاثیر شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل دارچین بر بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض موش‌های نر ویستار تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب می‌باشد. نمونه آماری تحقیق شامل ۵۰ سر موش نر دو ماهه نژاد ویستار است که به طور تصادفی به پنج گروه تقسیم شدند و هر گروه شامل ده سر موش بود. موش‌ها روزانه به حدود ۲۰ گرم پلت و به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن به ۱۰-۱۲ میلی‌لیتر آب دسترسی داشتند. گروه‌های دریافت‌کننده غذای پرچرب، روزانه به مقدار ۱/۵ میلی‌گرم به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن از امولسیون غذای پرچرب استفاده کردند. گروه تمرین هوازی، پنج روز در هفته و به مدت شش هفته در برنامه تمرین هوازی روی نوارگردان الکترونیکی شرکت کرد. گروه مصرف عصاره دارچین، ۲۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن را به مدت ۶ هفته دریافت کردند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری t وابسته، آنالیز واریانس یک طرفه و تعقیبی توکی استفاده گردید. نتایج نشان داد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و دارچین و ترکیب رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی و دارچین بر متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض معنی‌دار است ($p \leq 0/05$). در نتیجه با توجه به اثرات بهینه و مطلوب دریافت عصاره دارچین همراه با اجرای تمرین هوازی بر وزن بدن و میزان بیان ژن رزیستین و تعدیل اثرات نامطلوب دریافت رژیم غذایی پرچرب، توصیه می‌شود که همراه با اجرای تمرینات ورزشی هوازی از عصاره دارچین نیز استفاده شود.

کلمات کلیدی: تمرین هوازی، بیان ژن رزیستین، بافت عضلانی تند انقباض، بافت عضلانی کند انقباض، رژیم غذایی پرچرب.

مقدمه

عمده‌ترین عامل خطرناک برای بسیاری از بیماری‌های شایع در جهان از جمله دیابت، بیماری‌های قلبی و عروقی، فشار خون بالا، اختلالات متابولیکی و انواع مختلف سرطان‌ها است (۴، ۱۵). امروزه شیوع جهان چاقی، به عنوان یک چالش بزرگ اجتماعی در حوزه‌های مختلف، به ویژه در بخش سلامت عمومی و هزینه‌های مربوطه به آن به شمار می‌رود (۱۴). علاوه

بر زندگی ماشینی بشر امروز موجبات دوری او از فعالیت را فراهم ساخته و این فقر حرکتی نشاط و شادابی را از جسم دور کرده و به جای آن عامل خطر آفرین چاقی را جایگزین کرده است. امروزه بی‌حرکی و غیرفعال بودن تاثیر به سزایی در گسترش شاخص‌های التهابی و قلبی و عروقی دارد که این موضوع در افراد چاق بیشتر جلوه کرده است. چاقی

بر این پژوهشگران تصور می‌کنند که چاقی تأثیرات فراوانی بر کاهش طول عمر دارد. پاتوزنز ایجاد چاقی بسیار پیچیده است و مجموعه‌ای از عوامل در بروز آن دخالت دارند. این عوامل شامل استعداد ژنتیکی، سن، جنس، عادت‌های غذایی، عوامل محیطی، فعالیت‌های بدنی و ورزش، عوامل اجتماعی-روانی، اختلالات عملکرد غدد درون‌ریز و غیره است (۱۰، ۱۱). از سوی دیگر کاهش مصرف انرژی که پی‌آمد کاهش فعالیت‌های بدنی و تمرینات ورزشی است نیز نقش بسیار مهمی در بروز چاقی دارد (۵). چاقی منجر به افزایش بیان آدیپوکاین‌های التهابی و کاهش بیان آدیپوکاین‌های ضد التهابی و در نتیجه پیشرفت در وضعیت مزمن التهابی می‌شود. ترشح نامنظم این آدیپوکاین‌ها مربوط به اختلال عملکرد بافت چربی می‌تواند به پاتوزنز عوارض مرتبط با چاقی کمک کند (۹). به علاوه، رژیم غذایی پرکالری و پرچرب نیز می‌تواند باعث ایجاد حالت‌های پیش التهابی در بافت کبد شود. این گونه تغییرات رژیم غذایی در ترشح آدیپوکاین‌ها و عملکرد بافت‌های هدف نیز موثر است. از سوی دیگر، پیروی از یک رژیم غذایی مناسب و متعادل همراه با فعالیت‌های بدنی و تمرینات ورزشی مناسب و کافی در فرایند کنترل و کاهش توده چربی بدن و ارتقاء سطح سلامت و تندرستی نقش مهم و موثری دارد (۲۰). بافت چربی از طریق تولید و ترشح تعدادی هورمون پروتئینی از جمله لپتین، آدیپونکتین و رزیستین در ایجاد مقاومت به انسولین نقش مهمی دارد. رزیستین هورمون مترشحه از آدیپوسیت‌ها و متعلق به خانواده ای از پروتئین‌ها با انتهای کربوکسیل غنی از سیستئین به نام مولکول‌های شبه رزیستینی یا پروتئین‌های موجود در نواحی التهابی می‌باشد که در مقاومت به انسولین، التهاب، و آترواسکلروز دخالت دارد و یکی از عوامل مهم پیش‌بینی‌کننده بیماری‌های قلبی-عروقی می‌باشد. افزایش ترشح رزیستین، سبب

اختلال در عمل انسولین و متابولیسم گلوکز شده و به عنوان یک رابط مهم بین مقاومت به انسولین و چاقی عمل می‌کند. افزایش سطح رزیستین عمدتاً در شرایط التهاب اتفاق می‌افتد که باعث تحریک و رهایی سایتوکاین‌های پیش التهابی می‌گردد (۱). رزیستین همچنین از طریق اختلال در متابولیسم گلوکز و لیپید موجب افزایش خطر آترواسکلروز می‌شود. از طرف دیگر، مطالعات در انسان‌ها نشان داده است که به دلیل بیان اندک رزیستین در آدیپوسیت‌های انسانی، نقش آن به عنوان عامل مهم ارتباط دهنده چاقی با مقاومت به انسولین کاملاً مشخص نیست. زیرا پروتئین رزیستین به مقدار زیادی در مونوسیت‌های گردش خون انسان وجود دارد و احتمالاً از این سلول‌ها به درون سرم آزاد می‌شود. برخی از مطالعات گزارش کردند که یک ارتباط معنی‌داری بین سطح رزیستین و چاقی، وجود دارد. در مقابل، گزارش‌هایی هم نشان می‌دهند سطح بالای رزیستین مربوط به چاقی نیست (۱۲). افزایش ترشح رزیستین سبب اختلال در عمل انسولین و متابولیسم گلوکز می‌گردد، در حالی‌که تزریق آنتی‌بادی بر علیه این پروتئین به موش‌های دیابتی موجب بهبود هموستاز گلوکز و حساسیت به انسولین می‌شود. افزایش بیان ژن رزیستین در کبد موش، سبب مقاومت به انسولین شده و در موش‌های فاقد این ژن، میزان گلوکز ناشتا کاهش می‌یابد. این پروتئین از طریق تداخل در مسیر سیگنال‌دهی انسولین، سبب مهار عمل انسولین در کبد موش‌ها می‌شود، به همین دلیل از آن به عنوان یک رابط مولکولی مهم بین چاقی و مقاومت به انسولین نام برده شده است (۲۰). عدم انجام فعالیت بدنی، خطر ابتلا به چاقی را افزایش داده و سبک زندگی غیرفعال نیز با خطر بالای افزایش مقاومت به انسولین همراه است. با وجود اینکه بر تاثیر اعمال متابولیکی تمرین جسمانی در چاقی و مقاومت به انسولین توجه زیادی

شده است، با این حال اطلاعات محدودی درباره تاثیر فعاليت‌های ورزشی بر سازوکارهای ایجاد کننده مقاومت به انسولین و رابطه‌ی آنها با یکدیگر وجود دارد. به علاوه مشخص نیست که آیا تغییر در رزیستین می‌تواند علت تغییر مقاومت به انسولین بعد از تمرینات هوازی باشد یا خیر (۹). از طرف دیگر، مصرف برخی ترکیبات گیاهی ضد چاقی نظیر دارچین نیز می‌تواند در کاهش توده چربی بدن و کنترل چاقی موثر و مفید باشد. پژوهش‌های داروشناسی و سم-شناسی خطر به خصوصی را برای مصرف دارچین در انسان نشان نمی‌دهد (۷). دارچین یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی در طب سنتی ایران است که دارای طبیعت گرم و خشک بوده و در درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. دارچین به دلیل داشتن پلی‌فنل‌ها، دارای اثرات مفید شبه انسولینی در کنترل قند و چربی‌های خون است و می‌تواند اشتها را تنظیم کند. به علاوه، با افزایش متابولیسم بدن می‌تواند باعث تجزیه چربی‌ها و مصرف انرژی مازاد بافت چربی بشود. دارچین به دلیل داشتن فلاونوئیدها دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا، اثرات ضد سرطانی، اثرات ضد میکروبی و باکتریایی و به دلیل داشتن مواد موثر سینام آلدئید به میزان ۶۵ تا ۸۰ درصد و اوژنول ۵ تا ۱۰ درصد و اثرات مهاری آن بر تولید نیتریک اکسید دارای اثرات ضد التهابی و محافظ در برابر ایسکمی میوکارد و بیماری‌های قلبی عروقی است (۳). مطالعاتی که در دهه‌های اخیر در خصوص تاثیر تمرین هوازی و مصرف عصاره دارچین بر میزان رزیستین انجام شده است، نتایج بسیار متناقضی را نشان داده اند. برخی تحقیقات، کاهش میزان رزیستین، برخی عدم تغییر معنی‌دار میزان رزیستین و چند تحقیق نیز افزایش میزان رزیستین را نشان داده‌اند. ایران‌دوست و همکاران (۱۳۹۸) کاهش میزان رزیستین در اثر

تمرینات هوازی و مصرف دارچین معنی‌دار بود. تاثیر تمرینات منظم ورزشی بر غلظت ادیپونکتین‌ها و رزیستین در حد کمی می‌باشد و از نظر آماری معنی-دار نمی‌باشد. تمرین هوازی زیر بیشینه تغییرات قابل توجهی در ادیپونکتین و رزیستین تا ۴۸ ساعت پس از ورزش ایجاد نمی‌کند. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که ادیپونکتین، یا رزیستین با حساسیت به انسولین ارتباط ندارد. نتایج این تحقیقات نشان داد که کاهش معنی‌داری در اثر تمرین هوازی و مصرف دارچین ایجاد نمی‌شود. با توجه به نتایج پراکنده و بعضاً متناقض مطالعات گذشته در خصوص تاثیر تمرین و یا مکمل دارچین بر بیان ژن رزیستین و ابهامات موجود، پژوهش حاضر در پی پاسخ به این پرسش است که شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل دارچین بر بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض موش‌های نر و استار تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب چه تاثیری دارد؟

مواد و روش‌ها

روش تحقیق: نوع تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی و از لحاظ استراتژی تجربی است و با طرح کلی پس آزمون و به روش‌های کتابخانه‌ای و آزمایشگاهی انجام شده است.

نمونه آماری و روش نمونه‌گیری: نمونه آماری تحقیق شامل ۵۰ سر موش نر دو ماهه نژاد ویستار است که پس از دو هفته نگهداری در شرایط کنترل شده با هدف آشنایی و سازگاری با محیط زندگی، شرایط تغذیه ای و تمرینی، با توجه به مطابقت وزنی به طور تصادفی در پنج گروه کنترل، رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و تمرین هوازی به همراه مصرف عصاره دارچین تقسیم شدند و هر گروه شامل ده سر موش بود.

متغیرهای تحقیق: اجرای شش هفته تمرین هوازی، مصرف شش هفته عصاره دارچین و مصرف شش هفته رژیم غذایی پرچرب، متغیرهای مستقل و میزان بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض (عضله سولئوس یا نعلی پا) متغیر وابسته تحقیق حاضر است.

رژیم غذایی موش‌ها: موش‌های هر پنج گروه به آب و غذای معمولی جوندگان آزادانه دسترسی داشتند. در این تحقیق روزانه حدود ۲۰ گرم پلت در اختیار هر حیوان موجود در هر قفس قرار داده شد. با این حال، با افزایش وزن حیوانات به مرور زمان به میزان غذای آنها افزوده شد. در ضمن هر موش صحرایی روزانه به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن به ۱۲-۱۰ میلی لیتر آب دسترسی داشت. گروه‌های تحقیق (همه گروه‌ها به جز گروه کنترل) دریافت کننده غذای پرچرب، روزانه به مقدار ۱/۵ میلی‌گرم به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن به مدت شش هفته از امولسیون غذای پرچرب استفاده کردند. در ضمن گروه مصرف عصاره دارچین، ۲۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن را به مدت ۶ هفته دریافت کردند (۱۳).

پروتکل تمرینی: گروه‌های تمرین هوازی، برای پنج روز در هفته و به مدت شش هفته در برنامه تمرین هوازی روی نوارگردان الکترونیکی هوشمند حیوانی شرکت کرد. شیب نوارگردان در سرتاسر دوره تمرین، ۱۵ درصد است. سرعت نوارگردان نیز از ۲۵ متر بر دقیقه در هفته اول شروع و به ۳۰ متر بر دقیقه در هفته ششم رسید. مدت زمان تمرین از ۱۰ دقیقه در روز در هفته اول شروع و به ۵۰ دقیقه در روز در هفته ششم رسید. هر یک از آزمودنی‌ها در ابتدای جلسه تمرین، ۵ دقیقه با سرعت ۱۰ متر در دقیقه و

شیب صفر درجه، جهت گرم کردن دوید. سپس برای رسیدن به شدت تمرین مورد نظر، سرعت نوارگردان طی ۵ دقیقه به شکل پلکانی افزوده شد. در انتهای برنامه تمرینی، برای سرد کردن آزمودنی‌ها، شیب دستگاه به صفر درجه برگشته و سرعت نیز به آرامی به ۱۰ متر در دقیقه رسید. مدت مرحله سرد کردن در هفته‌های ابتدایی حدود ۵ دقیقه و در هفته‌های پایانی حدود ۱۰ دقیقه طول کشید (۱۳).

اندازه‌گیری میزان بیان ژن رزیستین: میزان نسبی بیان ژن رزیستین بافت عضلانی نسبت به گروه کنترل در پژوهش حاضر، بر اساس روش استاندارد آزمایشگاهی واکنش‌های زنجیره ای پلیمراز و با استفاده از کیت Real Q Plus 2X Master Mix Green شرکت ویراژن و پرایمرهای شرکت سینا ژن با نسبت‌های ذکر شده روی ویال‌های لیوفیلیزه تعیین شد.

روش‌های آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها: جهت توصیف ویژگی‌های فردی نمونه‌ها و متغیرهای تحقیق از شاخص‌های گرایش مرکزی و شاخص‌های پراکندگی استفاده شد. در ضمن جهت بررسی طبیعی بودن توزیع متغیرها از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و برای آزمون تجانس واریانس متغیرها از آزمون لوین استفاده شد. برای مقایسه میانگین درون گروهی متغیرها از آزمون t وابسته و مقایسه میانگین متغیرهای مستقل، از آزمونهای آنالیز واریانس یک طرفه و تعقیبی توکی استفاده گردید. سطح معنی‌داری در کلیه آزمون‌ها $p \leq 0/05$ در نظر گرفته شد و کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از رایانه و برنامه نرم‌افزاری SPSS 21 انجام گرفت.

جدول ۱- توالی پرایمرهای ژن رزیستین

Table 1. The sequence of the primers of the resistin gene		
(Gene Name)	(Primer)	(Sequence)
Resistin	Forward	5- GGCTCTCTCCTTCTCTTC-3
	Reverse	5-GTAGGGAGGTGGTGACATC-3

نتایج

افزایش وزن بیشتری را در مدت شش هفته باعث شده است؛ در حالی که در گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین و گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین افزایش وزن مشاهده شده کمتر از گروه رژیم غذایی پرچرب بوده است که این تفاوت معنی دار احتمالاً ناشی از اثرات اجرای تمرین هوازی در این دو گروه بوده است. در گروه رژیم غذایی پرچرب و دارچین نیز افزایش وزن بدن کمتر از رژیم غذایی پرچرب بوده که نشان دهنده آن است که مصرف دارچین مانع از افزایش بسیار زیاد وزن بدن ناشی از مصرف غذای پرچرب می‌شود. در نهایت این که اجرای تمرین هوازی و مصرف دارچین به صورت ترکیبی اثرات بهتری را در پی داشته و مانع افزایش وزن بیش از حد ناشی از رژیم غذایی پرچرب شده است (شکل ۱). از طرفی نتایج آزمون غیر پارامتریک کلموگروف - اسمیرنوف نشان داد که متغیرهای تحقیق، دارای توزیع نرمال می‌باشند و نتایج آزمون لوین نیز نشان داد که شرط همگنی واریانس‌ها برقرار است ($p > 0.05$). از این رو جهت آزمون فرضیه‌های تحقیق از شاخص‌های آمار پارامتریک استفاده شده است. همانطور که در جدول ۲ و شکل ۳ دیده می‌شود، تفاوت میانگین متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب پس از شش هفته تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و تمرین هوازی به همراه مصرف عصاره دارچین معنی دار است [$p \leq 0.001$] و $F(4 \text{ و } 5) = 2545.687$. در ضمن نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که این تفاوت بین گروه‌های

در شکل‌های ۱ و ۲، یافته‌های توصیفی متغیرها مورد نظر به تفکیک گروه‌های تحقیق، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. در شکل ۱، میانگین وزن موش‌ها در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های تحقیق مورد مقایسه قرار گرفته است. در ضمن نتایج آزمون آماری آنالیز واریانس یک راهه نشان داد که تفاوت متغیر وزن بدن در پیش‌آزمون در بین گروه‌های پژوهشی مختلف معنی‌دار نبود [$0.97 = p$ و $F(4 \text{ و } 5) = 0.118$] در حالی که تفاوت متغیر وزن بدن در پس‌آزمون معنی‌دار بود [$0.001 \leq p$ و $F(4 \text{ و } 5) = 3322.78$]. این تفاوت در بین تمامی گروه‌ها با یکدیگر نیز معنی‌دار بود ($p \leq 0.001$). نتایج آزمون آماری تی وابسته نیز نشان داد که تغییرات وزن بدن در درون گروه‌های کنترل [$0.001 \leq p$ و $t(9) = 111/38$] رژیم غذایی پرچرب [$0.001 \leq p$ و $t(9) = 250/46$]، رژیم غذایی پرچرب و تمرین [$0.001 \leq p$ و $t(9) = 124/48$] رژیم غذایی پرچرب و دارچین [$0.001 \leq p$ و $t(9) = 119/40$] و رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین [$0.001 \leq p$ و $t(9) = 133/99$] معنی دار بود؛ که نشان دهنده افزایش وزن بدن به میزان $24/27$ درصد در گروه کنترل، $39/36$ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب، $20/05$ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین، $30/10$ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب و دارچین و $17/87$ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین بود. افزایش طبیعی وزن بدن ناشی از افزایش سن که در گروه کنترل مشاهده شده، نشان دهنده آن است که رژیم غذایی پرچرب،

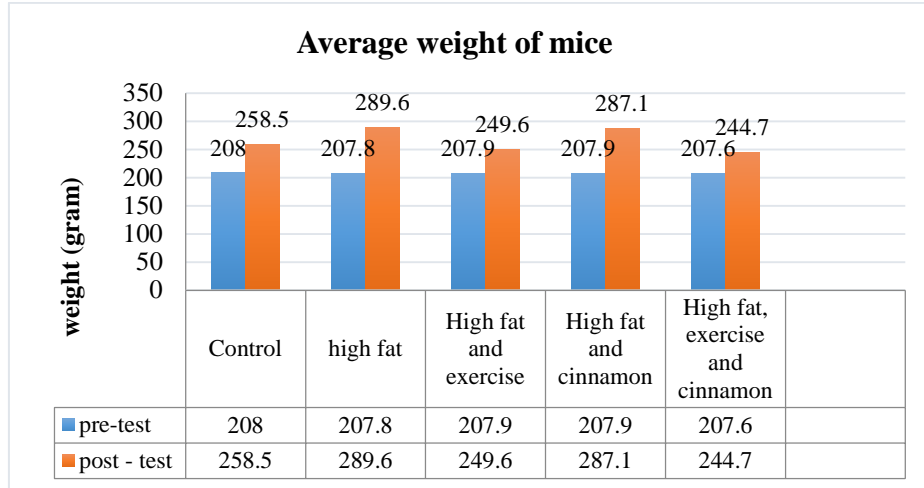
سوی دیگر مقایسه گروه‌های مختلف با گروه کنترل نیز نشان دهنده اثر متغیرهای رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی و دارچین و تعامل آنها در تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض است. تفاوت میانگین متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با کنترل، رژیم غذایی پرچرب و تمرین با کنترل، رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین با کنترل رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین با کنترل معنی‌دار است ($p \leq 0/001$). بنابر این به نظر می‌رسد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و دارچین و ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی و دارچین بر متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض معنی‌دار است. نتایج شکل ۲ نشان داد که به ترتیب، گروه‌های پرچرب، تمرین و دارچین، پرچرب و دارچین، پرچرب و تمرین و پرچرب، کمترین میزان نسبی بیان ژن رزیستین را در بافت عضلانی کند انقباض نشان داده‌اند.

رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و تمرین معنی‌دار است که نشان‌دهنده اثر تمرین هوازی بر تغییرات ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض می‌باشد. تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و دارچین نیز معنی‌دار است که نشان‌دهنده اثر دارچین بر تغییرات ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض می‌باشد. تفاوت بین رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین هم معنی‌دار است که نشان دهنده اثر تعاملی تمرین هوازی و دارچین بر تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض می‌باشد. تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و تمرین با رژیم غذایی پرچرب و دارچین معنی‌دار است که نشان‌دهنده تفاوت اثر تمرین و دارچین بر تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض می‌باشد. تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و تمرین با رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین و رژیم غذایی پرچرب و دارچین نیز معنی‌دار است. از

جدول ۲- تفاوت میانگین متغیر ژن رزیستین بافت عضلانی کند انقباض در گروه‌های تحقیق

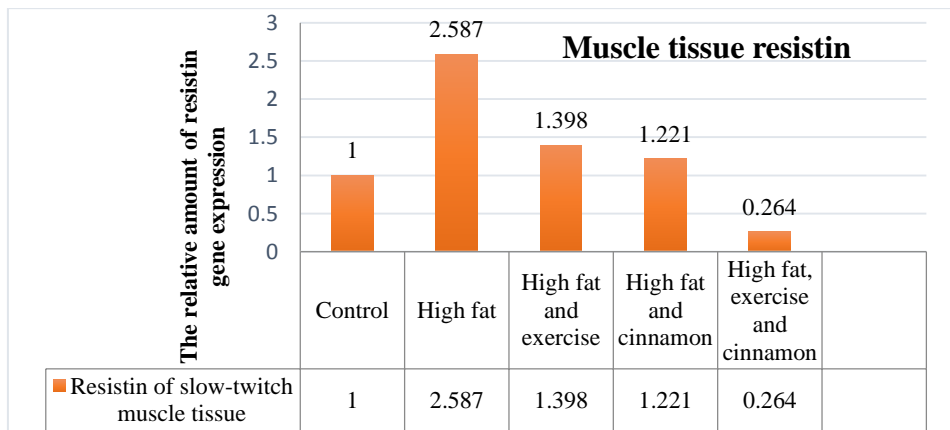
Table 2. The average difference of the resistin gene variable of the slow twitch muscle tissue in the research groups

Variable	Source of changes	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig. (2-tailed)
Resistin gene in slow twitch muscle tissue	Between Groups	28.353	4	7.088	2545.687	1.000
	Within Groups	0.125	45	0.003		
	Total	28.479	49			



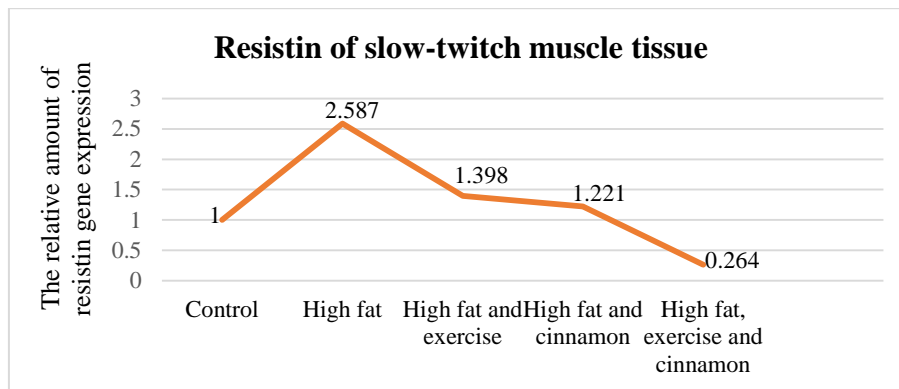
شکل ۱- تغییرات وزن بدن (گرم) در گروه‌های مختلف

Fig 1. Body weight (g) changes in different groups



شکل ۲- میزان نسبی بیان ژن رزیستین بافت عضلانی کند انقباض در گروه‌های مختلف

Fig 2. The relative level of resistin gene expression in slow twitch muscle tissue in different groups.



شکل ۳- تغییرات بیان ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب در گروه‌های مورد مطالعه

Fig 3. Changes in resistin gene expression in slow twitch muscle tissue of male rats fed with high fat diet in studied groups.

بحث

رژیم غذایی پرچرب و دارچین و ترکیب رژیم غذایی پرچرب، تمرین هوازی و دارچین بر متغیر ژن

نتایج تحقیق نشان داد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، ترکیب

رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض معنی‌دار است. ریگی و همکاران (۱۴۰۲) تحقیقی با عنوان اثر شش هفته تمرین هوازی و عصاره دارچین بر بیان ژن اینترلوکین یک بتا در بافت چربی موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب انجام دادند (۱۳). نتایج نشان داد که تفاوت متغیر وزن بدن و وزن بافت چربی در پس‌آزمون در بین تمامی گروه‌ها معنی‌دار بود. تفاوت میانگین‌های متغیر اینترلوکین یک بتا در بافت چربی موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب پس از شش هفته تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و غذای پرچرب معنی‌دار بود. در نتیجه به نظر می‌رسد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و دارچین و ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی و دارچین بر متغیر اینترلوکین یک بتا در بافت چربی چشمگیر و معنی‌دار باشد. با خدا و همکاران (۱۳۹۸) تحقیقی با عنوان اثر شش هفته تمرین هوازی و عصاره دارچین بر بیان ژن اینترلوکین یک بتا در بافت ماهیچه‌ی موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب انجام دادند (۳). تفاوت متغیر وزن بدن در پس‌آزمون در بین تمامی گروه‌ها معنی‌دار بود. تفاوت میانگین‌های متغیر اینترلوکین یک بتا در بافت ماهیچه موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب پس از شش هفته تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و غذای پرچرب معنی‌دار بود. ایران‌دوست و همکاران (۱۳۹۸) تحقیقی تحت عنوان اثر تمرین هوازی همراه با مکمل یاری عصاره دارچین بر رزیستین و شاخص‌های قندی در موش‌های مبتلا به مقاومت به انسولین انجام دادند (۷). نتایج نشان داد مقادیر رزیستین گروه تمرین، دارچین و تمرین - دارچین به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود. مقادیر انسولین و مقاومت انسولین در گروه تمرین و دارچین - تمرین نسبت به

گروه کنترل به طور معنی‌داری کمتر بود. همچنین، میزان گلوکز در گروه تمرین - عصاره به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود. با توجه به یافته‌ها، به نظر می‌رسد تمرین و مکمل یاری عصاره دارچین و ترکیب این دو می‌تواند بر آدیپوکاین رزیستین و مقاومت انسولین تأثیر داشته باشد. به نظر می‌رسد بهبود عمل انسولین و کاهش مقاومت به انسولین از طریق کاهش آدیپوکاین‌هایی مانند رزیستین وساطت شود. این احتمال وجود دارد که ترکیب تمرینات هوازی و مصرف عصاره دارچین بتواند به عنوان رویکردی پیشگیرانه در بهبود مقاومت انسولین و کاهش تولید رزیستین مورد توجه قرار گیرد. چاق شدن می‌تواند بیان ژن رزیستین را در بافت چربی احشایی افزایش و تمرین استقامتی بیان آن را کاهش دهد، گرچه این مطالعه حاکی از اثرات مفید ورزش است با این حال، تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. نتایج نشان داد که مقدار گلوکز و مقاومت به انسولین در گروه تمرین و تمرین به همراه مکمل پایین‌تر از گروه مکمل و کنترل بود، اما تفاوت معنی‌داری در میان ۴ گروه دیده نشد. بنابراین تمرینات مقاومتی به تنهایی و همراه با مکمل دارچین و همچنین مصرف دارچین به تنهایی، تأثیری بر شاخص‌های گلاسیمیک نخواهد گذاشت (۸). بدل-زاده و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که دارچین در کاهش فشارخون و کاهش سطوح سرمی چربی‌های خون مفید است (۲). لی و همکاران (۲۰۲۲) تحقیقی با عنوان اثر وابستگی نوع فیبر عضلانی و ورزش بر شبکه‌های ژنومی در نمونه‌های موش مسن انجام دادند (۱۸). نتایج نشان داد که نوع فیبر عضلانی به طور قابل توجهی با افزایش سن و ورزش تعامل دارد. با وجود اهمیت تعامل بین این عوامل، داده‌های بیان ژن در مقیاس بزرگ به ندرت مورد مطالعه قرار گرفته است. بنابراین با تحقیقات بیشتر باید به درک بهتری

انتهای کربوکسیل غنی از سیستین به نام مولکول‌های شبه رزیستینی یا پروتئین‌های موجود در نواحی التهابی می‌باشد که در مقاومت به انسولین، التهاب، و آترواسکلروز دخالت دارد و یکی از عوامل مهم پیش‌بینی کننده بیماری‌های قلبی-عروقی می‌باشد. افزایش ترشح رزیستین، سبب اختلال در عمل انسولین و متابولیسم گلوکز شده و به عنوان یک رابط مهم بین مقاومت به انسولین و چاقی عمل می‌کند. افزایش سطح رزیستین عمدتاً در شرایط التهاب اتفاق می‌افتد که باعث تحریک و رهایی سایتوکاین‌های پیش‌التهابی می‌گردد (۱). یکی از عوامل دیگر که در پیشگیری و درمان اضافه وزن و چاقی موثر است، میزان فعالیت‌های بدنی و ورزشی افراد و به ویژه تمرینات هوازی است. از طرفی ترکیبات موجود در دارچین ممکن است با تاثیر بر میزان بیان ژن‌های مختلف باعث کنترل و کاهش چاقی بشود. دارچین به دلیل داشتن پلی‌فنل‌ها دارای اثرات مفید شبه انسولینی در کنترل قند و چربی‌های خون است و می‌تواند اشتها را تنظیم کند. به علاوه، با افزایش متابولیسم بدن می‌تواند باعث تجزیه چربی‌ها و مصرف انرژی مازاد بافت چربی بشود. از این رو به نظر می‌رسد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی و دارچین بر متغیر رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض معنی‌دار باشد. به طوری که مصرف غذای پرچرب باعث تغییرات نامطلوب بیان این ژن التهابی شده ولی اجرای شش هفته‌ای تمرین و مصرف عصاره دارچین باعث تعدیل اثرات نامطلوب رژیم غذایی پرچرب شده و تغییرات مطلوبی را در بیان این ژن و وزن بدن ایجاد کرده است. به علاوه ترکیب اجرای شش هفته‌ای تمرین و عصاره دارچین به مراتب اثرات مطلوب‌تری را در

از رابطه بین نوع فیبر عضلانی، پیری و ورزش در سطح مولکولی دست یافت. شلیبی و همکاران (۲۰۱۴) در طی گاوژ شش هفته‌ای عصاره دارچین در موش‌های صحرایی دیابتی چاق به این نتیجه رسیدند که دوزهای ۱۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم عصاره دارچین موجب کاهش وزن، کاهش چربی‌های خون و کاهش قند خون می‌شود (۱۷). سارتوریوس (۲۰۱۴) بیان کرد که دارچین باعث بهبود فعالیت انسولین و کاهش چربی کبد و بهبود همئوستاز گلوکز می‌شود (۱۶). رنجبر و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که دارچین بدون عوارض جانبی خاصی باعث کاهش قابل توجهی در وزن بدن می‌شود (۱۲). راسل و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که دارچین عوامل خطرزای دیابت و بیماری‌های قلبی و عروقی را کاهش می‌دهد (۱۴). بنابراین مطالعاتی که در دهه های اخیر در خصوص تاثیر تمرین هوازی و مصرف عصاره دارچین بر میزان رزیستین انجام شده است، نتایج بسیار متناقضی را نشان داده‌اند. برخی تحقیقات، کاهش میزان رزیستین، برخی عدم تغییر معنی‌دار میزان رزیستین و چند تحقیق نیز افزایش میزان رزیستین را نشان داده‌اند. ایراندوست و همکاران (۱۳۹۸) کاهش میزان رزیستین در اثر تمرینات هوازی و مصرف دارچین معنی‌دار بود (۷). تقوی مقدم و همکاران (۱۳۹۶) کاهش میزان رزیستین در اثر تمرینات مقاومتی و مصرف دارچین از نظر آماری معنی‌دار نبود (۱۹). احتمال دارد دلیل ناهمسویی تحقیقات مختلف تفاوت در مدت زمان تمرین، نوع پروتکل تمرینی یا میزان مصرف عصاره دارچین باشد. بنابراین در تبیین نتایج تحقیق حاضر می‌توان اشاره نمود که بافت چربی از طریق تولید و ترشح تعدادی هورمون پروتئینی از جمله لپتین، آدیپونکتین و رزیستین در ایجاد مقاومت به انسولین نقش مهمی دارد. رزیستین هورمون مترشحه از آدیپوسیت‌ها و متعلق به خانواده‌ای از پروتئین‌ها با

weeks of aerobic exercise and cinnamon extract on interleukin-1 beta gene expression in the muscle tissue of male mice fed with a high-fat diet. *Journal of Animal Biology*, 12(2):13-22 [In Persian].

4. Bani Talebi Dehkordi S., Faramarzi M., Rahimi M., Sadeghi A. 2022 Examining changes in the resting levels of some inflammatory indicators, muscle damage, aerobic and anaerobic capacity of elite beach soccer players during the Premier League season. *Journal of Applied Studies of Biological Sciences in Sports*, 22:87-97 [In Persian].

5. Eftekhari E., Zafari A., Gholami M. 2016. Physical activity, lipid profiles and leptin, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(4):465-469 [In Persian].

6. Farrokh.A Avdel E., Naji T. 2019. Review of Leptin and Resistin. *Journal of Laboratory Diagnosis*, 176:38-42 [In Persian].

7. Irandoost T., Abdi A., Abbasi Dalooii A. 2018. The effect of aerobic exercise with the addition of cinnamon extract on resistance and sugar indices in mice with insulin resistance, Shahid Beheshti University. *Journal of Physiology of Exercise and Physical Activity*, 12(1):43-57 [In Persian].

8. Jafari A., Rasouli H., Zarvar M. 2016. The study of the effect of a course of resistance training and consumption of milk thistle plant extract on leptin and adiponectin plasma in overweight men. *Sports Physiology Journal*, 8(31):93-107 [In Persian].

9. Mirzendedel Z., Attarzadeh Hosseini S.R., Bijeh N., Raouf Saeb A.A. 2020. Effects of Combined Training on Progranulin, Glycosylated Hemoglobin,

تعديل اثرات نامطلوب رژيم غذايي پرچرب بر بيان اين ژن داشته است.

نتیجه‌گیری

در پاسخ به سوال اصلی تحقیق، نتایج نشان داد که اثرات رژیم غذایی پرچرب، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی، ترکیب رژیم غذایی پرچرب و دارچین و تمرین هوازی و دارچین بر متغیر ژن رزیستین در بافت عضلانی کند انقباض معنی‌دار است.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری فیزیولوژی ورزش می‌باشد. بنابراین از مساعدت و همکاری صمیمانه مسئولین دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اساتید ارجمند و تمام افرادی که موجب تسهیل اجرای پایان نامه شدند، تقدیر و تشکر می‌گردد. در ضمن تمامی هزینه‌های پایان نامه به صورت شخصی بوده و هیچ سازمانی حمایت مالی نکرده است.

منابع

1. Ahmadizadeh S., Salehi M., Hedayati M., Norshahi M. 2009. The effect of intense resistance exercise load on adipokines and insulin resistance index. *Journal of Exercise Physiology*, (7):143-158 [In Persian].

2. Badalzadeh R., Shaghaghi M., Mohammadi M., Dehghan G., Mohammadi Z. 2014. The effect of cinnamon extract and long-term aerobic training on heart function, biochemical alterations and lipid profile following exhaustive exercise in male rats. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 4(2):515-520.

3. Bakhoda H., Neati N., Bagherpour T. 2018. research entitled the effect of six

15. Safarzadeh A. R., Gharakhanlou R., Hedayati M., Talebi-Garakani E. 2012. The effect of 4 weeks resistance training on serum vaspin, Il-6, CRP and TNF-A concentrations in diabetic rats. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 14(1):68-74 [In Persian].
16. Sartorius T., Peter A., Schulz N., Drescher A., Bergheim I., Machann J., Schick F., Siegel-Axel D., Schürmann A., Weigert C., Häring H.U., Hennige A.M. 2014. Cinnamon extract improves insulin sensitivity in the brain and lowers liver fat in mouse models of obesity. *PLoS One*, 9(3):e92358.
17. Shalaby M.A., Saifan H.A. 2014. some pharmacological effects of cinnamon and ginger herbs in obese diabetic rate. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 3(4):144-149 [In Persian].
18. Lee S.M., Lee M.C., Bae W.R., Yoon K.J., Moon H.Y. 2022. Muscle fiber type-dependence effect of exercise on genomic networks in aged mice models. *Aging*, 14:3337-3364.
19. Taghavi Moghadam A., Shiravand M. 2016. The effect of 8 weeks of resistance training along with cinnamon supplementation on glycemic indices of obese men, *Nurse and Doctor in War Quarterly*, 4(12):133-139 [In Persian].
20. Valizadeh A., Akbarnejad A., Yari M., Rajabi A., Bavardi Moghadam E. 2017. The effect of a course of aerobic training on the amount of resistin, glycosylated hemoglobin, insulin resistance index and some cardiovascular risk factors in obese women with type 2 diabetes. *Sports Biological Sciences*, 3(38):263-282 [In Persian].
- and Insulin Resistance in Overweight and Obese Women with Type 2 Diabetes. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 22(4):316-327 [In Persian].
10. Nasery L., Zafari A., Banayifar A. 2015. The response of Leptin and lipid parameters related to an aerobic exercise among young athlete and non- athlete women. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 5(S3):788-798.
11. Ossanloo P., Najar L., Zafari A. 2012. The effects of combined training (aerobic dance, step exercise and resistance training) on body fat percent and lipid profiles in sedentary females of ALZAHRA University. *European Journal of Experimental Biology*, 2(5):1598-1602. [In Persian].
12. Ranjbar R., Ahmadizad S., Khoshniyat Niko M., Salimi A. 2017. The effect of endurance training with fasting and a non-training period on plasma levels of adiponectin and insulin resistance index in inactive men. *Journal of Exercise Physiology*, (15):163-180 [In Persian].
13. Rigi A., Bagherpour T., Nemati N. 2019. The effect of six weeks of aerobic exercise and cinnamon extract on the expression of interleukin-6 gene in adipose tissue of male mice fed with a high-fat diet, *Journal of Animal Biology*, 13(2) 60- 49 [In Persian].
14. Roussel AM., Hininger I., Benaraba R., Ziegenfuss T.N., Anderson R.A. 2009. Antioxidant effects of a cinnamon extract in people with impaired fasting glucose that are overweight or obese. *Journal of the American College of Nutrition*, 28(1):16-21.