فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

2025 (Spring), 3 (1): 43-51
DOI:
Research article
Journal of Physiology of Training and Sports Injuries
(PTSIJournal@gmail.com)
(zanjan.ptsijournal@iau.ir)
https://sanad.iau.ir/journal/eps

Received: 2025/1/14
Accepted: 2025/4/9
(ISSN: 3060 - 6306)

The effect of six weeks aerobic training and cinnamon extract on resistin gene expression in liver tissue of male rats feeded by high fat diet

Roghaye Hosseini[1], Tahereh Bagherpour[2], Nematolah Nemati[1]

1. Department of Sport Sciences, Da. C., Islamic Azad University, Damghan, Iran.
2. Department of Sport Sciences, Da. C., Islamic Azad University, Damghan, Iran. (Corresponding Author).
Email: bagherpour@damghaniau.ac.ir

Abstract:
Increased expression of the resistin gene in the liver causes insulin resistance, and in rats lacking this gene, fasting glucose levels decrease. Resistin inhibits insulin action in the liver by interfering with the insulin signaling pathway and is considered an important molecular link between obesity and insulin resistance. Cinnamon, due to its polyphenols, has beneficial insulin-like effects in controlling blood sugar and lipids and can regulate appetite. Does six weeks of aerobic exercise and cinnamon extract affect the expression of the resistin gene in the liver tissue of male rats fed a high-fat diet? In the present experimental study, 50 rats were randomly divided into five equal groups (control, high-fat diet, cinnamon extract and high-fat diet, aerobic exercise and high-fat diet, aerobic exercise and cinnamon extract and high-fat diet). High-fat food emulsion was given daily by gavage at a dose of 1.5 mg/kg of body weight for six weeks. Cinnamon extract was given at a dose of 200 mg/kg of body weight by gavage. The exercise group participated in an aerobic exercise program on a treadmill for five days a week for six weeks. The treadmill incline was 15% throughout the exercise period. The treadmill speed also started from 25 m/min in the first week and increased to 30 m/min in the sixth week. The exercise duration started from 10 minutes per day in the first week and increased to 50 minutes per day in the sixth week. Real Time-PCR was used to examine the expression levels of genes or mRNA of the target proteins. The mean of the research variables between the groups were compared using one-way ANOVA and Bonferroni tests to determine between-group differences. The mean of the variables between each group and the control group were compared using one-sample t-test to determine within-group differences.
Along with a similar pattern of significant increases, the difference in body weight and liver tissue weight at post-test was significant among all groups. The difference in the means of the resistin gene variable in the liver tissue of male rats fed a high-fat diet after six weeks of aerobic exercise, cinnamon extract consumption, and high-fat food was significant among all groups. Comparison of different groups with the control group also showed the effect of the high-fat diet, aerobic exercise, and cinnamon variables and their interaction on the changes in the resistin gene variable in liver tissue.
High-fat food caused undesirable changes in the expression of this gene, but six weeks of exercise and cinnamon extract consumption moderated the undesirable effects of the high-fat diet and produced favorable changes in the expression of this gene, body weight, and liver tissue weight. In addition, the combination of six weeks of exercise and cinnamon extract had much more favorable effects in moderating the undesirable effects of the diet on the expression of this gene.

Keywords: Aerobic Exercise, Resistin Gene, Liver Tissue, Body Weight, High-fat Diet, Obesity.

How to Cite: Hosseini, R., Bagherpour, T., Nemati, N. (2025). The effect of six weeks aerobic training and cinnamon extract on resistin gene expression in liver tissue of male rats feeded by high fat diet. Journal of Physiology of Training and Sports Injuries, 3(1):43-51. [Persian].

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب‌های ورزشی؛ بهار ۱۴۰۴، ۳(۱).

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱/۲۰
مقاله پژوهشی

دورهٔ ۳ – شماره ۱
بهار ۱۴۰۴ – صص: ۴۳-۵۱

اثرات شش هفته تمرین هوازی و عصاره دارچین بر بیان ژن رزیستین در بافت کبد موش‌های صحرایی نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب

رقیه حسینی[۱]، طاهره باقرپور[۲]، نعمت‌اله نعمتی[۱]

۱. گروه علوم ورزشی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران.
۲. گروه علوم ورزشی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران. (نویسنده مسئول).
آدرس پست الکترونیک: bagherpour@damghaniau.ac.ir

چکیده:

افزایش بیان ژن رزیستین در کبد، سبب مقاومت به انسولین شده و در رت‌های فاقد این ژن، میزان گلوکز ناشتا کاهش می‌یابد. رزیستین از طریق تداخل در مسیر سیگنال‌دهی انسولین، سبب مهار عمل انسولین در کبد شده و از آن به عنوان یک رابط مولکولی مهم بین چاقی و مقاومت به انسولین یاد می‌شود. دارچین به دلیل داشتن پلی‌فنل‌ها، دارای اثرات مفید شبه انسولینی در کنترل قند و چربی خون است و می‌تواند اشتها را تنظیم کند. آیا شش هفته تمرین هوازی و عصاره دارچین بر بیان ژن رزیستین در بافت کبد موش‌های نر صحرایی تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب اثر دارد؟

در پژوهش تجربی حاضر، ۵۰ سر رت به طور تصادفی به پنج گروه مساوی (کنترل، رژیم پرچرب، عصاره دارچین و رژیم پرچرب، تمرین هوازی و رژیم پرچرب، تمرین هوازی و عصاره دارچین و رژیم پرچرب) تقسیم شدند. روزانه به مقدار ۱/۵ میلی گرم به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن به مدت شش هفته از امولسیون غذای پرچرب به صورت گاواژ داده شد. عصاره دارچین به میزان ۲۰۰ میلی گرم به ازائ هر کیلوگرم از وزن بدن به صورت گاواژ داده شد. گروه تمرین برای پنج روز در هفته و به مدت شش هفته در برنامه تمرین هوازی روی نوارگردان شرکت کردند. شیب نوارگردان در سرتاسر دوره تمرین، ۱۵ درصد بود. سرعت نوارگردان نیز از ۲۵ متر بر دقیقه در هفته اول به ۳۰ متر بر دقیقه در هفته ششم رسید. مدت زمان تمرین از ۱۰ دقیقه در روز در هفته اول به ۵۰ دقیقه در روز در هفته ششم رسید. برای بررسی میزان بیان ژن مورد نظر از روش RT-PCR استفاده شد. میانگین متغیرهای پژوهش در بین گروه‌ها، با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه و بونفرونی مقایسه شدند.

همراه با الگوی مشابه افزایش معنی‌دار، تفاوت متغیر وزن بدن و وزن بافت کبد در پس‌آزمون در بین تمامی گروه‌ها با یکدیگر معنی‌دار بود. تفاوت میانگین‌های متغیر ژن رزیستین در بافت کبد رت‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب پس از شش هفته تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و غذای پرچرب در بین تمامی گروه ها با یکدیگر معنی‌دار بود. 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 کبد بود.

مصرف غذای پرچرب باعث تغییرات نامطلوب بیان این ژن 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 و وزن بافت کبد ایجاد کرده‌اند. به علاوه، ترکیب اجرای شش هفته‌ای تمرین و عصاره دارچین به مراتب اثرات مطلوب‌تری در تعدیل اثرات نامطلوب رژیم غذایی داشته است.

واژگان کلیدی: تمرین هوازی، ژن رزیستین، بافت کبد، وزن بدن، غذای پرچرب، چاقی.

شیوه استناددهی: حسینی، رقیه؛ باقرپور، طاهره؛ نعمتی، نعمت‌اله. اثرات شش هفته تمرین هوازی و عصاره دارچین بر بیان ژن رزیستین در بافت کبد موش‌های صحرایی نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب. فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب‌های ورزشی، بهار ۱۴۰۴، ۳(۱)؛ ۴۳-۵۱.

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب‌های ورزشی؛ بهار ۱۴۰۴، ۳(۱).

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

۱. مقدمه

چاقی منجر به افزایش بیان آدیپوکاین‌های التهابی و کاهش بیان آدیپوکاین‌های ضدالتهابی و در نتیجه پیشرفت در وضعیت مزمن التهابی می‌شود. ترشح نامنظم این آدیپوکاین‌ها مربوط به اختلال عملکرد بافت کبد می‌تواند به پاتوژنز عوارض مرتبط با چاقی کمک کند [۱۰، ۱۴، ۱۶]. به علاوه، رژیم غذایی پر کالری 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 [۴، ۲۲]. 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 [۱۵، ۲۱، ۲۲].

بافت چربی از طریق تولید و ترشح تعدادی هورمون پروتئینی از جمله رزیستین در ایجاد مقاومت به انسولین نقش مهمی دارد. رزیستین هورمون مترشحه از آدیپوسیت‌ها و متعلق به خانواده‌ای از پروتئین‌ها با انتهای کربوکسیل غنی از سیستئین به نام مولکول‌های شبه رزیستینی یا پروتئین‌های موجود در نواحی التهابی 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 [۱۰، ۱۴، ۱۶]. مطالعات تکمیلی در رابطه با رزیستین، نشان داده است که افزایش بیان ژن رزیستین در کبد موش، سبب مقاومت به انسولین شده و در موش‌های فاقد این ژن، میزان گلوکز ناشتا کاهش می یابد، 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 [۱۹، ۲۰]. رزیستین، همچنین، از طریق اختلال در متابولیسم گلوکز و لیپید موجب افزایش خطر آتروا سکلروز می شود [۳]. از طرف دیگر، مطالعات انسانی 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 [۱۰].

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 [۲، ۵]. به علاوه، به تاثیر متابولیکی تمرین جسمانی در چاقی و مقاومت به انسولین توجه زیادی شده است، با این حال اطلاعات محدودی درباره تاثیر فعالیت‌های ورزشی بر سازوکارهای ایجاد کنندهٔ مقاومت به انسولین و رابطهٔ آن‌ها با یکدیگر وجود دارد [۱۷]. هم‌چنین، مشخص نیست که آیا تغییر در رزیستین می‌تواند علت تغییر مقاومت به انسولین بعد از تمرینات ورزشی باشد یا خیر [۷]. مطالعات درباره ارتباط بین رزیستین و مقاومت به انسولین با فعالیت‌های بدنی و تمرینات ورزشی نتایج متناقضی را نشان داده است. برخی تحقیقات ارتباط مستقیم [۳، ۴، ۱۰، ۱۴، ۱۷]، برخی عدم ارتباط [۸، ۲۱] و حتی برخی تحقیقات ارتباط معکوس [۹، ۲۲] این هورمون را با مقاومت به انسولین و فعالیت بدنی نشان دادند.

با این توصیف، روشن است که علی‌رغم تاثیر مثبت و مفید اجرای تمرینات ورزشی با مدت‌ها و شدت‌ها و ماهیت‌های متفاوت تمرینی بر ترکیب بدن، تاثیر و ارتباط فعالیت بدنی با هورمون رزیستین مشخص و یکسان نبوده و متناقض و پراکنده است، به گونه‌ای که در برخی از پژوهش‌ها، اجرای تمرین ورزشی و فعالیت بدنی باعث کاهش سطوح رزیستین سرمی شده و ارتباط بین این متغیرها منفی بوده است؛ در حالی که در پژوهشی دیگر، افزایش سطوح رزیستین مشاهده شده است. در برخی دیگر از پژوهش ها هم هیچ‌گونه تاثیر معنی‌داری مشاهده نشد. مطالعات تکمیلی به وضوح نشان دهنده کمبود اطلاعات و دانسته‌ها دراین زمینه است. لذا شناخت سازوکارهای مرتبط با تاثیر انواع ورزش و فعالیت بدنی بر بیان ژن و غلظت رزیستین، می‌تواند نتایج مفید و پیامدهای مهم درمانی را باعث شود.

از جمله درمان های مکمل و جایگزین در کاهش و کنترل وزن، استفاده از گیاهان دارویی یا مواد موثر آن‌ها است. مصرف برخی ترکیبات گیاهی ضد چاقی نظیر دارچین نیز می‌تواند در کاهش توده چربی بدن و کنترل چاقی موثر و مفید باشد. 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 [۱۲]. دارچین به دلیل داشتن پلی‌فنل‌ها, دارای اثرات مفید شبه انسولینی در کنترل قند و چربی خون است و می‌تواند اشتها را تنظیم کند [۱۸، ۱۹]. به علاوه، با افزایش متابولیسم بدن می‌تواند باعث تجزیه چربی‌ها و مصرف انرژی مازاد بافت چربی بشود [۲۰]. دارچین به دلیل داشتن فلاونوئیدها دارای فعالیت آنتی اکسیدانی 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 [۱۳، ۱۸]. پژوهش‌های داروشناسی و سم شناسی, خطر به خصوصی را برای مصرف دارچین در انسان نشان نمی‌دهد. البته گزارش‌هایی از تورم هپاتوسیت‌ها, افزایش ضخامت لایه پوششی معده و ایجاد نفریت پس از مصرف دراز مدت دارچین وجود دارد که به اسانس

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

آن نسبت داده شده است [۱۱]. در مطالعات انسانی، دارچین دارای اثرات کاهنده قندخون بوده و با سطوح انسولین مرتبط با دیابت نوع دو رابطه دارد [۱۹]. هم‌چنین دارچین می‌تواند باعث بهبود نیم‌رخ لیپیدی سرم خون ب شود [۱۳]. ح سنی رنجبر و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که دارچین بدون عوارض جانبی خاصی باعث کاهش قابل توجهی در وزن بدن می‌شود [۶]. راسل و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که دارچین عوامل خطرزای دیابت و بیماری‌های قلبی و عروقی را کاهش می‌دهد [۱۸]. سارتوریوس (۲۰۱۴) بیان کرد که دارچین باعث بهبود فعالیت انسولین و کاهش چربی کبد و بهبود هومئوستاز گلوکز می‌شود [۱۹]. شلبی و همکاران (۲۰۱۴) در طی گاواژ 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 قندخون می‌شود [۲۰]. بدل‌زاده و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که دارچین در کاهش فشارخون و کاهش سطوح سرمی چربی‌های خون مفید است [۱]. حسنی رنجبر و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی مروری اثر گیاهان دارویی مورد استفاده در درمان چاقی و اضافه وزن را مطالعه و بیان کردند که اکثر این گیاهان در پژوهش های بالینی محدودی مطالعه شده و اثرات هیچ یک از آن‌ها در جهت کاهش وزن به طور کامل ارزیابی نشده است. لذا انجام پژوهش های بیشتر به منظور تعیین میزان اثربخشی و ایمنی این گونه گیاهان دارویی و مواد موثر آن‌ها در خاصیت کاهش وزن ضروری است [۶].

کنکاش‌های مختلفی در مورد تاثیر فعالیت‌های ورزشی هوازی و غیرهوازی، رژیم های غذایی با محدودیت کالری و مصرف برخی مکمل‌های گیاهی بر بیان ژن‌های مختلف در آزمودنی‌های انسانی و حیوانی انجام شده است. با توجه به تاثیر مطلوب و مفید انواع فعالیت‌های بدنی و تمرینات ورزشی در دامنه‌ها، شدت‌ها و مدت‌های متفاوت و اثرات کم‌تر مطالعه شده مکمل گیاهی دارچین و همچنین عدم وجود مطالعه‌ای که توانسته باشد تاثیر این فاکتورها را بر بیان ژن رزیستین در بافت کبد به طور همزمان بسنجد و نتایج متناقضی که در مطالعه روی گروه‌های مختلف انسانی و حیوانی بدست آمده است، ضرورت اجرای پژوهشی در این خصوص روشن و قابل تامل است. لذا پژوهش حاضر در پی پاسخ به این پرسش است که آیا اجرای شش هفته تمرین هوازی و مصرف عصاره دارچین بر بیان ژن رزیستین در بافت کبد موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب اثر دارد؟

۲. روش پژوهش

پژوهش تجربی حاضر با هدف تعیین اثرات اجرای شش هفته تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و غذای پرچرب بر بیان ژن رزیستین در بافت کبد موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب با استفاده از یک مدل حیوانی (۵۰ سر موش صحرایی نر دو ماهه نژاد ویستار) در قالب یک طرح پژوهشی چند گروهی با گروه کنترل اجرا شد. متغیرهای مستقل پژوهش حاضر شامل اجرای شش هفته تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و رژیم غذایی پرچرب که به عنوان متغیر زمینه‌ای منظور می‌شود, بود. متغیرهای وابسته نیز میزان بیان ژن رزیستین در بافت کبد، وزن بافت کبد و وزن بدن موش‌ها بود.

در پایان دوره دو هفته‌ای نگهداری در شرایط کنترل شده با هدف آشنایی و سازگاری با محیط زندگی، شرایط تغذیه‌ای و تمرینی، موش‌ها پس از مطابقت وزنی به طور تصادفی به پنج گروه مساوی تقسیم شدند. گروه کنترل؛ که در برنامه تمرین هوازی, گاواژ عصاره دارچین و غذای پرچرب مشارکت نداشته و جهت تعیین مقادیر پایه متغیرهای پژوهش از آن‌ها نمونه‌گیری شد. گروه رژیم پرچرب که میزان تغییرات متغیرهای پژوهش را پس از شش هفته گاواژ غذای پرچرب نشان می‌دهد. گروه عصاره دارچین و رژیم پرچرب که میزان تغییرات متغیرهای پژوهش را پس از شش هفته گاواژ عصاره دارچین نشان می‌دهد. گروه تمرین هوازی و رژیم پرچرب که میزان تغییرات متغیرهای پژوهش را پس از شش هفته اجرای تمرین هوازی نشان می‌دهد. گروه تمرین هوازی و عصاره دارچین و رژیم پرچرب که میزان تغییرات متغیرهای پژوهش را پس از شش هفته اجرای تمرین هوازی و گاواژ عصاره دارچین نشان می‌دهد.

به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن موش‌ها، در حدود ۱۰ گرم در روز پلت در اختیار هر موش در هر قفس قرار داده شد. با این حال، مقدار غذای مصرفی آن‌ها به طور دقیق اندازه‌گیری و با افزایش وزن، به مرور زمان به میزان غذای آن‌ها افزوده شد. بطری آب ۵۰۰ میلی‌لیتری برای تامین آب مورد نیاز هر کدام از قفس‌ها به طور روزانه تعویض و پر شد. به تمامی گروه‌های دریافت کننده غذای پرچرب, روزانه به مقدار ۱/۵ میلی گرم به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن به مدت شش هفته از اموسیون غذای پرچرب به صورت گاواژ داده شد (جدول ۱). عصاره دارچین به میزان ۲۰۰ میلی گرم به ازائ هر کیلوگرم از وزن بدن به صورت گاواژ به موش ها داده شد.

گروه تمرین برای پنج روز در هفته (یکشنبه، دو شنبه، سه شنبه، پنج شنبه و جمعه) و به مدت شش هفته در برنامه تمرین هوازی روی نوارگردان الکترونیکی هوشمند حیوانی شرکت کردند. شیب نوارگردان در سرتاسر دوره تمرین، ۱۵ درصد بود. 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 رت‌ها در ابتدای جلسه تمرین، ۵ دقیقه با سرعت ۱۵-۱۰ متر در دقیقه و شیب صفر درجه، جهت گرم کردن دوید. سپس برای رسیدن به شدت تمرین

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

مورد نظر، سرعت و شیب نوارگردان طی ۱۰-۵ دقیقه به شکل پلکانی افزوده شد. در انتهای برنامه تمرینی، برای سرد کردن، شیب دستگاه به صفر درجه برگشته و سرعت نیز به آرامی به ۱۵-۱۰ متر در دقیقه رسید. مدت مرحله سرد کردن در هفته‌های ابتدایی حدود ۵ دقیقه و در هفته‌های پایانی حدود ۱۰ دقیقه طول کشید (جدول ۲).

جدول۱. ترکیب غذای پرچرب

مواد	مقدار (گرم)
روغن ذرت	۴۰۰
ساکاروز	۱۵۰
پودر کامل شیر	۸۰
کلسترول	۱۰۰
مولتی ویتامین	۲/۵
توین ۸۰	۳۶/۵
پروپیلن گلیکول	۳۱
نمک	۱۰
آب مقطر (میلی لیتر)	۳۰۰

جدول۲. برنامه شش هفته تمرین هوازی

پروتکل تمرین هوازی	هفته‌های تمرین					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
مدت تمرین (دقیقه در روز)	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۴۵	۵۰
سرعت نوارگردان (متر بر دقیقه)	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
شیب نوارگردان (درصد)	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵

همه موش‌ها ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، طبق برنامه از پیش تعیین شده و با استفاده از شیوه مناسب در دستگاه دسیکاتور، بیهوش، کشته و جراحی شدند. موش‌ها با تزریق درون‌صفاقی کتامین (۹۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) و زایلازین (۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) بی‌هوش شدند. بلافاصله، توسط متخصصین کارآزموده، قربانی و جراحی شده و توسط ترازوی دیجیتال، وزن موش‌ها و وزن بافت کبد اندازه‌گیری و ثبت شد. با توجه به هدف مطالعه حاضر، قطعات بافت کبد برداشته شده و درون میکروتیوب‌های ۱/۵ یا ۲ میکرولیتری حاوی RNA Later در دمای ۷۰- درجه قرار داده شد. برای بررسی میزان بیان ژن یا mRNA پروتئین‌های مورد نظر از روش Real Time-PCR استفاده شد. برای تهیه ماستر میکس PCR جهت تهیه cDNA از کیت شرکت تاکارا ویراژن استفاده شد. پس از انجام واکنش PCR، سیکل‌های آستانه به دست آمده از نمونه‌های گروه‌ها در یک صفحه نرم‌افزار اکسل جمع‌آوری و با قرار دادن آن‌ها در فرمول‌های ΔΔCt و ۲-ΔΔCt نسبت میزان بیان ژن هدف و مرجع با یکدیگر مقایسه شد. توالی، طول و نوع پرایمر طراحی شده برای ژن رزیستین به صورت زیر است.

- TCATGCCCAGAACCGAGTTG (F)20bp
- GGCTTCATCCATGGGACACA (R)20bp

برای آزمون طبیعی بودن توزیع متغیرها از آزمون شاپیرو- ویلک و برای آزمون تجانس واریانس متغیرها از آزمون لوین استفاده شد. میانگین متغیرها در بین گروه‌ها (بجز گروه کنترل) با هدف تعیین تفاوت‌های بین گروهی، با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه و بونفرونی مقایسه شد. میانگین متغیرها در بین هر گروه با گروه کنترل با هدف تعیین تفاوت‌های درون گروهی، با استفاده از آزمون آماری تی تک نمونه مقایسه شد. سطح معنی‌داری در کلیه آزمون‌ها $p \leq ۰/۰۵$ بود.

۳. یافته‌ها

در جدول ۳ مشخصات توصیفی متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه-ها ارائه شده است. نتایج آزمون‌های آماری شاپیرو – ویلک و لوین نشان داد که متغیرهای پژوهش دارای شرط طبیعی بودن توزیع و برابری واریانس‌ها بودند. تفاوت متغیر وزن بدن در پیش‌آزمون در بین گروه‌های مختلف معنی‌دار نبود [$p = ۰/۹۷$ و F (۴ و ۴۵) = ۰/۱۱۸]؛ در حالی که تفاوت متغیر وزن بدن در پس‌آزمون در بین تمامی گروه‌ها معنی‌دار بود [$p \leq ۰/۰۰۱$ و F (۴ و ۴۵) = ۳۳۲۲/۷۸]. این تفاوت در بین تمامی گروه‌ها با یکدیگر نیز معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۰۱$). نتایج آزمون آماری تی زوج نیز نشان داد که تغییرات وزن بدن در درون گروه‌های کنترل [$p \leq ۰/۰۰۱$ و t (۹) = ۱۱۱/۳۸]، رژیم غذایی پرچرب [$p \leq ۰/۰۰۱$ و t (۹) = ۲۵۰/۴۶]، رژیم غذایی پرچرب و تمرین [$p \leq ۰/۰۰۱$ و t (۹) = ۱۲۴/۴۸]، رژیم غذایی پرچرب و دارچین [$p \leq ۰/۰۰۱$ و t (۹) = ۱۱۹/۴۰] و رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین [$p \leq ۰/۰۰۱$ و t (۹) = ۱۳۳/۹۹] معنی‌دار بود (شکل ۱). تفاوت متغیر وزن بافت کبد در بین تمامی گروه‌ها معنی‌دار بود [$P \leq ۰/۰۰۱$ و F (۴ و ۴۵) = ۱۵۰۴۸/۳۵]. این تفاوت در بین تمامی گروه‌ها با یکدیگر نیز معنی‌دار ($P \leq ۰/۰۰۱$) و مشابه الگوی تغییرات وزن بدن بود (شکل ۲).

تفاوت میانگین‌های متغیر ژن رزیستین در بافت کبد موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب پس از شش هفته تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و غذای پرچرب معنی‌دار بود [$P \leq ۰/۰۰۱$ و F (۳ و ۳۶) = ۸۵۹۹/۴۲]. نتایج آزمون تکمیلی بونفرونی نشان داد که این تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و تمرین معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۰۱$). تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و دارچین معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۰۱$). تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و تمرین با رژیم غذایی پرچرب و دارچین معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۰۱$). تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و تمرین با رژیم غذایی پرچرب و دارچین معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۰۱$). تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

پرچرب و تمرین و دارچین ($P \leq ۰/۰۰۱$) و رژیم غذایی پرچرب و دارچین با رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین ($P \leq ۰/۰۰۱$) نیز معنی‌دار بود (جدول ۴). 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 کبد بود (شکل ۳). تفاوت میانگین متغیر ژن رزیستین در بافت کبد بین تمامی گروه‌ها با گروه کنترل ($P \leq ۰/۰۰۱$) معنی‌دار بود (جدول۵).

جدول ۳. مشخصات توصیفی متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه‌ها.

گروه ها	وزن بدن (گرم) پیش آزمون		وزن بدن (گرم) پس آزمون		وزن بافت کبد (گرم)		رزیستین کبد	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
کنترل	۲۰۸/۰۰	۱/۴۹	۲۵۸/۵۰	۱/۲۷	۹/۰۵	۰/۰۱۰	۱/۰۰	مرجع
رژیم پرچرب	۲۰۷/۸۰	۱/۳۱	۲۸۹/۶۰	۰/۹۶	۹/۶۹	۰/۰۱۱	۱/۸۴	۰/۰۲۷
رژیم پرچرب و تمرین	۲۰۷/۹۰	۱/۴۵	۲۴۹/۶۰	۱/۰۷	۸/۸۸	۰/۰۱۴	۰/۳۴	۰/۰۲۳
رژیم پرچرب و دارچین	۲۰۷/۹۰	۱/۲۸	۲۸۷/۱۰	۱/۱۹	۸/۶۱	۰/۰۳۶	۲/۱۴	۰/۰۳۰
رژیم پرچرب و تمرین و دارچین	۲۰۷/۶۰	۱/۴۳	۲۴۴/۷۰	۱/۲۵	۷/۶۵	۰/۰۰۸	۱/۳۵	۰/۰۲۵

جدول ۴. نتایج آزمون آماری تفاوت میانگین‌های ژن رزیستین در بافت کبد.

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
ژن رزیستین در بافت کبد	بین گروهی	۱۸/۵۱۰	۳	۶/۱۷۰	۸۸۱۴/۲۸	۰/۰۰۰۱
	درون گروهی	۰/۰۲۶	۳۶	۰/۰۰۰۷		
	کل	۱۸/۵۳۶	۳۹	////////		

جدول ۵ . نتایج آزمون تی تک نمونه.

گروه‌ها	میانگین	انحراف معیار	تفاوت میانگین‌ها	t	درجه آزادی	P
رژیم پرچرب	۱/۸۴	۰/۰۲۷	۰/۸۴	۹۷/۵۴	۹	۰/۰۰۰۱
رژیم پرچرب و تمرین	۰/۳۴	۰/۰۲۳	- ۰/۶۶	۸۹/۶۵	۹	۰/۰۰۰۱
رژیم پرچرب و دارچین	۲/۱۴	۰/۰۳۰	۱/۱۴	۱۱۷/۴۷	۹	۰/۰۰۰۱
رژیم پرچرب و تمرین و دارچین	۱/۳۵	۰/۰۲۵	۰/۳۵	۴۳/۳۸	۹	۰/۰۰۰۱

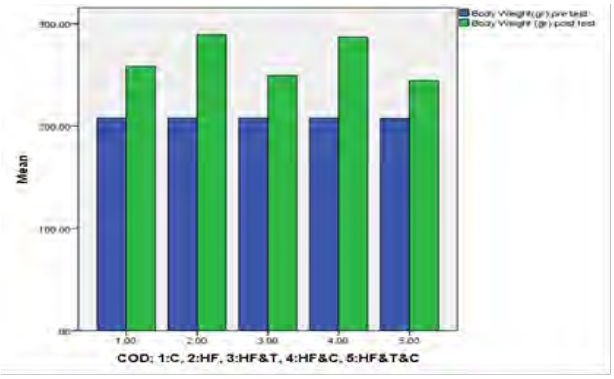
۴. بحث و نتیجه‌گیری

تغییرات وزن بدن نشان دهنده افزایش وزن بدن به میزان ۲۴/۲۷ درصد در گروه کنترل, ۳۹/۳۶ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب, ۲۰/۰۵ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین, ۳۰/۱۰ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب و دارچین و ۱۷/۸۷ درصد در گروه رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین بود. افزایش طبیعی وزن بدن ناشی از افزایش سن که در گروه کنترل محاسبه شد، نشان دهنده آن است که رژیم غذایی پرچرب, 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 محاسبه شده کم تر از گروه کنترل و گروه رژیم غذایی پرچرب بوده است که این تفاوت، احتمالا ناشی از اثرات اجرای تمرین هوازی در این دو گروه بوده است. در گروه رژیم غذایی پرچرب و دارچین نیز افزایش وزن بدن مابین گروه کنترل و 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 پی‌داشته و مانع افزایش وزن بیش از حد ناشی از رژیم غذایی پرچرب شده است. الگوی تغییرات توده بافت کبد نیز مشابه الگوی تغییرات وزن بدن بود.

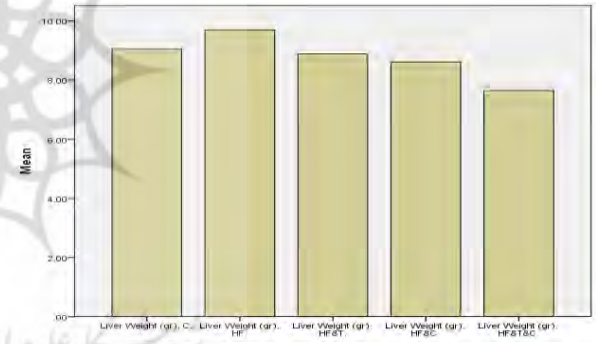
تفاوت میانگین‌های متغیر ژن رزیستین در بافت کبد بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و تمرین (که نشان دهنده اثر تمرین هوازی بر تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت کبد است), بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و دارچین (که نشان دهنده اثر دارچین بر تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت کبد است) و بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب با رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین (که نشان دهنده اثر تعاملی چشمگیر تمرین هوازی و دارچین بر تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت کبد است) معنی‌دار بود. در نهایت، تفاوت میانگین‌های متغیر ژن رزیستین در بافت کبد بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و تمرین با رژیم غذایی پرچرب و دارچین که نشان دهنده تفاوت اثر تمرین و دارچین بر تغییرات متغیر ژن رزیستین در بافت کبد است نیز معنی‌دار بود. تفاوت بین گروه‌های رژیم غذایی پرچرب و تمرین با رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین و رژیم غذایی پرچرب و دارچین با رژیم غذایی پرچرب و تمرین و دارچین نیز معنی‌دار بود. از 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 کبد بود. تفاوت میانگین متغیر ژن رزیستین در بافت کبد بین همه گروه‌ها با گروه کنترل معنی‌دار بود. بنابراین، به نظر می‌رسد که اثرات رژیم غذایی پرچرب, ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی, ترکیب رژیم غذایی

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

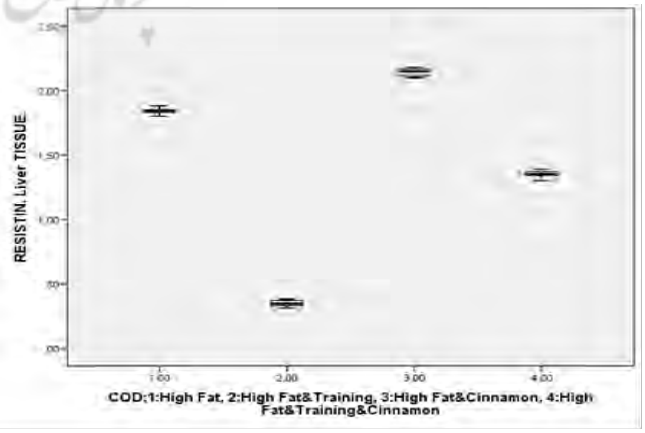
پرچرب و دارچین و ترکیب رژیم غذایی پرچرب و تمرین هوازی و دارچین بر متغیر ژن رزیستین در بافت کبد چشمگیر باشد.



شکل ۱. تغییرات وزن بدن برحسب گرم در گروه‌های مختلف
(کد۱: کنترل، ۲: رژیم پرچرب، ۳: رژیم پرچرب و تمرین، ۴: رژیم پرچرب و دارچین، ۵: رژیم پرچرب و تمرین و دارچین).
(C، کنترل؛ HF، رژیم پرچرب؛ HF&T، رژیم پرچرب و تمرین؛ HF&C، رژیم پرچرب و دارچین و HF&T&C، رژیم پرچرب و تمرین و دارچین).



شکل ۲. تغییرات وزن کبد به گرم در گروه های مختلف
(C، کنترل؛ HF، رژیم پرچرب؛ HF&T، رژیم پرچرب و تمرین؛ HF&C، رژیم پرچرب و دارچین و HF&T&C، رژیم پرچرب و تمرین و دارچین).



شکل ۳. تفاوت میانگین‌های متغیر ژن رزیستین در بافت کبد موش‌های نر تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب پس از تمرین هوازی، مصرف عصاره دارچین و غذای پرچرب.

علت اصلی بیش از چهل درصد مرگ و میرها در سال، چاقی است و هدف نهایی از درمان و کنترل چاقی، کاهش خطر یا کاهش شدت بیماری است. چاقی یک وضعیت ناهم‌گون است و پاسخ افراد به برنامه‌های درمانی استاندارد، متغیر است. از روش‌های کاهش وزن مبتنی بر مداخلات درمانی و پزشکی می‌توان به مصرف داروهای ضدچاقی و داروهای کاهنده اشتها اشاره کرد. این داروها که اثرات کاهش وزن محدود تا متوسطی دارند، دارای عوارض جانبی بوده و معمولا پس از قطع مصرف دارو، بازگشت وزن قابل انتظار است. ایجاد محدودیت کالری دریافتی و رعایت یک رژیم غذایی کم‌کالری سخت نیز یک روش دیگر در مقابله با چاقی است که می‌تواند باعث کاهش وزن سریع و بالایی بشود. این روش نیز دارای عوارض و اثرات جانبی نامطلوب بوده و امکان بازگشت وزن نیز وجود دارد [۲، ۲۲]. اجرای فعالیت‌های بدنی و تمرینات ورزشی تحت نظر متخصصان علوم ورزشی و فیزیولوژی ورزش نیز یک راه ایمن، کم خطر و دارای اثرات کم تا متوسط در مقابله با چاقی است. در این روش، کاهش وزن، تدریجی و دراز مدت بوده و امکان بازگشت وزن پس از قطع تمرین وجود دارد. به علاوه، این روش دارای اثرات مطلوب و مفیدی در تقویت دستگاه‌های قلب و تنفس و عروق خونی و ماهیچه‌ها و تنظیم هورمون‌ها است [۵، ۱۷]. تعادل منفی انرژی ناشی از کاهش انرژی دریافتی و افزایش انرژی مصرفی و در نتیجه استفاده از ذخیره انرژی بافت‌های چربی، مهم ترین راه کار مقابله با چاقی و کاهش وزن و عوارض ناشی از آن است. انرژی مصرفی دارای سه بخش است. حدود هفتاد درصد انرژی مصرفی را متابولیسم استراحتی شامل می‌شود. ده درصد، انرژی گرمایی غذایی است و بخش نهایی و مهم انرژی مصرفی به میزان تقریبی بیست درصد، مربوط به اجرای فعالیت‌های روزانه و انجام فعالیت‌ها و تمرینات ورزشی است. با این توصیف تغییر سبک زندگی از کم تحرک به پرتحرک و فعال و افزایش سطح انرژی مصرفی، به شدت، با کاهش وزن در هر دو جنس و در هر سنی ارتباط دارد. به همین دلیل است که اجرای تمرینات ورزشی و فعالیت‌های بدنی یکی از راه‌کارهای مهم در مقابله با چاقی و کاهش وزن چربی بدن و کاهش عوارض مرتبط با آن معرفی شده است [۲، ۵، ۱۷].

علی‌رغم تاثیر مثبت و مفید اجرای تمرینات ورزشی با مدت‌ها، شدت‌ها و ماهیت‌های متفاوت تمرینی بر ترکیب بدن، تاثیر و ارتباط فعالیت بدنی و تمرین ورزشی با بیان ژن و هورمون رزیستین مشخص و یکسان نبوده و متناقض و پراکنده است، به گونه‌ای که در برخی از پژوهش‌ها، اجرای تمرین ورزشی و فعالیت بدنی باعث کاهش بیان ژن و سطوح رزیستین شده و ارتباط بین این متغیرها منفی بوده است؛ در حالی که در پژوهش‌های دیگر افزایش بیان ژن و سطوح رزیستین مشاهده شده است. در برخی پژوهش‌ها نیز هیچ گونه تاثیری مشاهده نشد؛ در حالی که نتایج پژوهش حاضر بیانگر اثرات مفید و مطلوب تمرین

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

هوازی بر بیان ژن رزیستین در بافت کبد است. چندین دلیل وجود دارد که می‌توان با آن‌ها تغییر رفتار رزیستین نسبت به تمرینات ورزشی را توضیح داد. فعالیت بدنی و تمرین ورزشی؛ جرم چربی را کاهش داده، نقش تعیین کننده‌ای در مصرف انرژی دارد، بر غلظت‌های هورمونی (انسولین، کورتیزول، رشد، کاتکولامین‌ها، تستوسترون، استرادیول، پروژسترون و غیره) و متابولیت‌ها (اسیدهای چرب آزاد، اسید لاکتیک، تری گلیسرید و غیره) تاثیرگذار است. با توجه به این دلایل، به نظر می‌رسد که تغییر رفتار رزیستین در پاسخ به فعالیت بدنی و تمرین ورزشی به چند فاکتور وابسته است. این فاکتورها شامل شدت و مدت تمرین ورزشی، وضعیت تغذیه‌ای آزمودنی‌ها، ریتم شبانه‌روزی هورمون‌ها و میزان عدم تعادل کالریکی ناشی از تمرین است. هر چند که اثرات اجرای تمرین ورزشی بر تنظیم رزیستین هنوز مورد بحث و مطالعه است.

از جمله درمان‌های مکمل و جایگزین در کاهش و کنترل وزن، استفاده از گیاهان دارویی یا مواد موثر آن‌ها است. گیاهان دارویی از نظر قیمت مقرون به صرفه هستند و در مقایسه با داروهای سنتز شده شیمیایی، اثرات جانبی کم‌تری دارند. به علاوه، به راحتی در دسترس بوده و شیوع مصرف گسترده‌ای نیز دارند. این داروهای گیاهی به صورت خام یا با روش‌های ساده آماده سازی که باعث فعال کردن ترکیبات موثر آن‌ها شده و پاسخ‌های درمانی مفیدی را باعث می‌شود، مصرف می‌شوند. از جمله این گیاهان می‌توان به دارچین اشاره کرد. ترکیبات دارچین ممکن است با تاثیر بر میزان بیان ژن‌های مختلف باعث کنترل و کاهش چاقی بشود [۱۱]. حسنی رنجبر و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی مروری اثر گیاهان دارویی مورد استفاده در درمان چاقی و اضافه وزن را مطالعه و بیان کرد که اکثر این گیاهان در پژوهش‌های بالینی محدودی مطالعه شده و اثرات هیچ یک از آن‌ها به طور کامل ارزیابی نشده است. لذا انجام پژوهش‌های بیشتر به منظور تعیین میزان اثربخشی و ایمنی این گونه گیاهان دارویی و مواد موثر آن‌ها ضروری است [۶].

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 رزیستین در بافت کبد چشمگیر و معنی دار باشد, به طوری که مصرف غذای پرچرب باعث تغییرات نامطلوب بیان این ژن 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 و وزن بافت کبد ایجاد کرده‌اند. به علاوه، ترکیب اجرای شش هفته‌ای تمرین و عصاره دارچین به مراتب اثرات مطلوب‌تری را در تعدیل اثرات نامطلوب رژیم غذایی بر بیان این ژن داشته است. با توجه به اثرات بهینه و مطلوب دریافت عصاره دارچین همراه با اجرای تمرین هوازی بر وزن بدن, توده کبد 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. به علاوه استفاده از دوزهای متفاوت عصاره دارچین و اجرای برنامه‌های تمرینی استقامتی، مقاومتی و ترکیبی در شدت‌ها و مدت‌های مختلف تمرینی همراه با اندازه‌گیری پروتئین‌ها و ژن‌های مرتبط فرادستی و فرودستی از پیشنهادات پژوهشی آتی در این حوزه است.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

منابع

[1] 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. Coronary Artery Disease, 2014; 2:8.

[2] Church, T.S., Thomas, D.M., Tudor-Locke, C., Katzmarzyk, P.T., Earnest, C.P., Rodarte, R.Q., and et al. (2011). Trends over 5 decades in US occupation-related physical activity and their association with obesity. PloS one, 6(5):e19657.

[3] Dhooge, R., Hellinckx, T., Van Laethem, C., Stegen, S., De Schepper, J., Van Aken, S., and et al. (2011). Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. Clin Rehabil, 25(4):349-59

[4] Ebrahimi, M., Khenar Sanami, S. (2015). Effects of high fat diet and high intensity aerobic training on interleukin 6 plasma levels in rats. Modares Journal of Medical Sciences: Pathobiology, 18(3): 110-6.

[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.

[6] Hasani Ranjbar, S., Nayebi, N., Larijani, B., Abdollahi, M. (2009). A systematic review of the efficacy and safety herbal medicine used in the treatment of obesity, World Journal of Gastroenterology (WJG), 15(25): 3073.

[7] Hoene, M., Weigert, C. (2010). The stress response of the liver to physical exercise. Exerc Immunol Rev, 16: 163-183

[8] Johnson, M.L., Zarins, Z., Fattor, J.A., Horning, M.A., Messonnier, L., Lehman, S.L., Brooks, G.A. (2010). Twelve weeks of endurance training increases FFA mobilization and reesterification in postmenopausal women. J Appl Physiol, 109:1573-1581.

[9] Jurimae, J., Maestu, J., Jurimae, T., Mangus, B., von Duvillard, S.P. (2011). Peripheral signals of energy homeostasis as possible markers of training stress in athletes: a review. Metabolism, 60:335-350.

[10] Loos, R.J., (2012). Genetic determinant of common obesity and their value in prediction. Best practice & research clinical endocrinology & metabolism, 26(2):211-26.

[11] Mathew, S., Abraham, T.E. (2006). Studies on the antioxidant activities of cinnamon (Cinnamomum verum) bark extract, through various in vitro models. Food Chemistry. 94(4):520-8.

[12] Mohammadifar, S.h. (2010). The origin, history and trade routes cinnamon. History of Science, 9:37- 51 .

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

[13] Mollazadeh, H., Hosseinzadeh, H. (2016). Cinnamon effects on metabolic syndrome: a review based on its mechanisms. Iran J Basic Med Sci, 19:1258-1270; http://dx.doi.org/10.22038/ijbms.2016.7906.

[14] Nguyen, N.T., Magno, C.P., Lane, K.t., Hinojosa, M.W., Lane, J.S. (2008). Association of hypertension, diabetes, dyslipidemia, and metabolic syndrome with obesity: finding from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2004. Journal of the American College of Surgeon, 207(6):928-34.

[15] 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 AL_ZAHRA University, European Journal of Experimental Biology, 2 (5):1598-1602. Pelagia Research Library, ISSN: 2248 –9215, CODEN (USA): EJEBAU.

[16] Ouchi, N., Parker, J.L., Lugus, J.J., Walsh, K. (2011). Adipokines in inflammation and metabolic disease. Nature Reviews Immunology, 11(2):85-97.

[17] Pedersen, B.k., Febbraio, M.A. (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. Nat Rev Endocrinol, 8(8): 457-465.

[18] Roussel, A.M., 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.

[19] Sartorius, T., Peter, A., Schulz, N., Drescher, A., Bergheim, I., Machann, J., and et al. (2014). Cinnamon extract improves insulin sensitivity in the brain and lowers liver fat in mouse models of obesity, PloS one, 9(3): e92358.

[20] Shalaby, M.A., Saifan, H.A. (2014). some pharmacological effects of cinnamon and ginger herbs in obese diabetic rate. Journal of Intercultural Ethno pharmacology, 3(4):144.

[21] Tjonna, A. E., Lee, S. J., Rognmo, O., Stolen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., et. al. (2008). Aerobic Interval Training Versus Continuous Moderate Exercise as a Treatment for the Metabolic Syndrome a Pilot Study. Circulation, 118(4), 346-54.

[22] Vieira, V.J., Valentine, R.J., Wilund, K.R., Antao, N., Baynard, T., Woods, J.A. (2009). Effects of exercise and low-fat diet on adipose tissue inflammation and metabolic complications in obese mice. American Journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism, 296(5): E1164-71.