

علوم زیستی ورزشی - بهار ۱۴۰۰
دوره ۱۳، شماره ۱، ص: ۱۰۵-۸۹
تاریخ دریافت: ۱۵/۱۰/۹۹
تاریخ پذیرش: ۰۶/۰۲/۱۴۰۰

رابطه بین سطوح سرمی سالوسین‌های آلفا و بتا با نیمرخ لیپیدی، مقاومت انسولینی و آمادگی قلبی تنفسی و اثر یک دوره تمرینات تناوبی با شدت‌های مختلف در زنان دارای اضافه وزن/چاق

مریم نظری^۱ - وازگن میناسیان^{۲*} - سیلوا هوسپیان^۳

۱. دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران ۲.
دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران ۳. استادیار، مرکز تحقیقات متابولیک کبد، مرکز آموزشی درمانی کودکان امام حسین (ع)، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان،

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی رابطه بین سطوح سرمی سالوسین‌ها با نیمرخ لیپیدی، مقاومت انسولینی آمادگی قلبی تنفسی، ترکیب بدنی و درصد چربی بدن متعاقب یک دوره تمرینات تناوبی منتخب با شدت‌های متفاوت در زنان دارای اضافه وزن و چاق بود. در این مطالعه ۴۰ زن غیرفعال در ۳ گروه همگن به شکل هدفمند تقسیم شدند: کنترل ($n=14$; $\pm 2/8 \text{ kg/m}^2$) و تناوبی ($BMI=30/2$)؛ تمرین تناوبی با شدت متوسط، ۸۰٪-۷۵٪ ضربان قلب بیشینه ($n=13$; $BMI=31/2 \pm 3/\text{kg/m}^2$) و تناوبی با شدت زیاد، ۹۵-۹۰٪ ضربان قلب بیشینه ($n=13$; $BMI=30/19 \pm 3/4 \text{ kg/m}^2$). آزمودنی‌های تجربی به مدت ۸ هفته در تمرینات تناوبی رکاب زدن با شدت‌های مختلف شرکت داشتند. نمونه‌گیری خون به ترتیب به فاصله ۴۸ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرینی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی انجام گرفت و متغیرهای تحقیق در شرایط یکسان اندازه‌گیری شدند. از آزمون ضریب همبستگی پیرسون برای تحلیل آماری داده‌ها در سطح $P < 0/05$ استفاده شد. نتایج نشان داد که میان سطوح سالوسین بتا و کلسترول تام، سالوسین آلفا و HDL، سالوسین آلفا و آمادگی قلبی تنفسی آزمودنی‌ها ارتباط مثبت و معنادار، و میان سالوسین آلفا و درصد چربی بدن ارتباط معکوس و معناداری وجود دارد. به نظر می‌رسد تمرینات تناوبی با شدت‌های مختلف می‌توانند در بهبود آمادگی قلبی و سلامت عمومی افراد چاق مؤثر باشند. از آنجا که بین شدت تمرینات تناوبی و بهبود آمادگی قلبی تنفسی، مقاومت انسولینی و نیمرخ لیپیدی آزمودنی‌ها رابطه قابل توجهی وجود دارد، بنابراین انجام تمرینات تناوبی با شدت بالا برای توسعه تندرستی این گروه از افراد جامعه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی

تمرین، چاقی، سالوسین آلفا، سالوسین بتا.

مقدمه

چاقی یا افزایش چربی بدن با دیس لیپیدی، فشار خون بالا، مقاومت انسولینی، اختلالات تنفسی و دیابت نوع دو مرتبط است و موجب افزایش فرایندهای التهابی داخل سلولی و آسیب‌های شریانی می‌شود (۱). همچنین چاقی به‌طور مستقل، از عوامل مهم در بروز بیماری‌های قلبی عروقی است، به‌طوری‌که مطالعات نشان می‌دهند افراد با شاخص توده بدنی ≤ 30 کیلوگرم بر متر مربع نسبت به فردی با شاخص توده بدن ≥ 25 ، چهار برابر بیشتر از بیماری‌های قلبی عروقی همچون آترواسکلروز، بی‌نظمی ضربان قلب و آنفارکتوس قلبی رنج می‌برد (۲). در میان عارضه‌های قلبی، آترواسکلروز شایع‌ترین بیماری قلبی محسوب می‌شود که شیوع آن در دهه اخیر افزایش یافته است (۳). آترواسکلروز بیماری مزمنی است که از نشانه‌های آن تجمع و رسوب بیش از حد کلسترول در شریان‌های قلبی است. در این بیماری سلول‌های اسفنجی موجب ایجاد پلاک‌های آترواسکلروتیک^۱ می‌شوند و نقش مهمی در توسعه و وقوع آترواسکلروز دارند (۴). تجمع استرهای کلسترول به‌عنوان قطرات چربی در داخل ماکروفاژها از طریق آنزیمی به نام ACAT1^۲ انجام می‌گیرد. این آنزیم در شبکهٔ رتیкулوم آندوپلاسمی دانه‌دار قرار داشته و نقش مهمی در بیماری آترواسکلروز دارد (۵).

امروزه پپتیدهای جدیدی شناخته شده‌اند که می‌توانند با تأثیر مستقیم بر ACAT1 یا با کنترل نیمرخ لیپیدی و حساسیت انسولینی به‌طور غیرمستقیم روی بیماری‌های قلبی عروقی تأثیرگذار باشند. سالوسین‌ها^۳ گونهٔ جدیدی از پپتیدها هستند که اولین بار توسط شیچیری^۴ و همکاران کشف شده‌اند. این دو پپتید ۲۸ و ۲۰ اسید آمینه‌ای به‌ترتیب سالوسین آلفا^۵ و سالوسین بتا^۶ هستند که در بروز آترواسکلروز مؤثرند (۶). تأثیر سالوسین‌های آلفا و بتا در بروز آترواسکلروز از طریق تأثیرات متقابل آنها در تنظیم ACAT1 است (۷). واتانابه^۷ و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که در تشکیل سلول‌های اسفنجی ماکروفاژها، سالوسین آلفا و سالوسین بتا تأثیرات متقابلی دارند، به‌طوری‌که سالوسین آلفا تشکیل سلول‌های فوم را از طریق تنظیم منفی ACAT1 سرکوب می‌کند و در مقابل سالوسین بتا تشکیل

-
1. Atherosclerotic Plaques
 2. Acyl-coenzyme A: Cholesterol Acyltransferase-1
 3. Salusins
 4. Shichiri
 5. Salusin α
 6. Salusin β
 7. Watanabe

سلول‌های اسفنجی را با تنظیم مثبت ACAT1، افزایش می‌دهد. نتایج واتانابه و همکاران نشان می‌دهد که احتمالاً سالوسین آلفا از بروز آترواسکلروز جلوگیری می‌کند، در حالی که سالوسین بتا به‌عنوان عامل بالقوه پرواتروژنیک عمل می‌کند (۸). همچنین در برخی مطالعات، سالوسین‌ها را به‌عنوان پپتیدهای چندکاره می‌شناسند که می‌توانند از بیومارکرهای مؤثر در بیماری دیابت باشند. سالوسین بتا موجب تحریک تکثیر سلول‌های عضلات صاف عروقی و فیبروبلاست‌ها می‌شود. آپوپتوز^۲، تکثیر، مهاجرت و آنژیوزنز^۳ نامنظم سلول‌های اندوتلیال از جمله اختلالات عملکرد در عروق افراد دیابتی است (۹). برخی مطالعات نشان داده‌اند که سطوح سالوسین بتا در گردش خون افراد دیابتی افزایش می‌یابد. همچنین در موش‌های دیابتی میان افزایش سالوسین بتا و کاردیومیوپاتی^۴ ارتباط معناداری گزارش شده است (۱۰).

قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض هایپیرگلیسمی و مقاومت انسولینی می‌تواند با ایجاد پاسخ‌های پیش‌التهابی و گلیکوزیلاسیون^۵ غیرآنزیمی پروتئین‌ها و لیپیدها، از عوامل ایجاد بیماری‌های شریانی باشد (۱۱) و در افراد چاق به‌علت وجود ارتباط مثبت میان چاقی، هایپرانسولینمی^۶ و مقاومت به انسولین، احتمال بروز این نوع بیماری‌ها افزایش می‌یابد (۱۲). همچنین مطالعات نشان می‌دهند که تغییرات سطوح لیپوپروتئین‌های پلاسما روی آترواسکلروز تأثیر دارد و مرتبط با بیماری‌های قلبی عروقی است، زیرا سطوح بالای لیپوپروتئین‌های کم‌چگال (LDL^۷) خطر بروز بیماری‌های قلبی عروقی را افزایش می‌دهند، و در مقابل سطوح بالای لیپوپروتئین‌های پرچگال (HDL^۸) تأثیرات محافظتی در مقابل بیماری‌های قلبی دارند (۱۳). نکته جالب توجه اینکه دیس لیپیدمی از مهم‌ترین عواملی است که موجب توسعه آترواسکلروز می‌شود (۱۴). بنابراین بهبود نیمرخ لیپیدی و کاهش مقاومت انسولینی در افراد چاق نیز می‌تواند خطر ابتلا با بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش دهد.

برخی مطالعات پیشین نشان می‌دهند که تمرینات تناوبی با شدت‌های مختلف می‌توانند در بهبود آمادگی قلبی تنفسی، نیمرخ لیپیدی، سالوسین‌ها (۱۶، ۱۵)، همچنین بهبود مقاومت انسولینی افراد نقش مؤثری داشته باشند (۱۷). در مورد روابط بین آمادگی قلبی-تنفسی با نیمرخ لیپیدی، مقاومت انسولینی

-
1. Proatherogenic
 2. Apoptosis
 3. Angiogenesis
 4. Cardiomyopathy
 5. Glicosylation
 6. Hyperinsulinemia
 7. Low Density Lipoprotein
 8. High Density Lipoprotein

و دیگر متغیرهای فیزیولوژیکی مطالعات متعددی انجام گرفته است، اما پژوهش‌های اندکی در خصوص ارتباط میان سالوسین‌ها و نیمرخ لیپیدی، مقاومت انسولینی و آمادگی قلبی تنفسی که مرتبط با بیماری‌های قلبی عروقی‌اند، انجام شده است. در مطالعه گرزگوژسکا^۱ و همکاران (۲۰۱۴)، با تغییر رژیم غذایی و سبک زندگی افزایش معناداری در سطوح سرمی سالوسین آلفا مشاهده شد (۱۸). فوجی^۲ و همکاران (۲۰۲۰) نیز پس از ۸ هفته تمرینات هوازی، افزایش معناداری را در مقادیر سالوسین آلفا و رابطه معناداری را میان کاهش سالوسین آلفا و افزایش سن، پرفشار خونی و سختی شریان گزارش کردند (۱۹). بنابراین با توجه به پژوهش‌های محدود انجام گرفته، هدف پژوهش حاضر بررسی رابطه بین سطوح سرمی سالوسین‌ها، مقاومت انسولینی، نیمرخ لیپیدی، ترکیب بدنی و آمادگی قلبی تنفسی زنان دارای اضافه وزن/چاق پس از یک دوره تمرین تناوبی منتخب با شدت متوسط^۳ و بسیار شدید^۴ بود.

روش بررسی

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است. نمونه آماری پژوهش ۴۰ نفر از زنان دارای اضافه وزن و چاق غیرفعال شهر قم با دامنه سنی ۲۵-۳۵ سال و شاخص توده بدن $25/5 - 35 \text{ kg/m}^2$ بودند. آزمودنی‌ها در سه گروه همگن به شکل هدفمند انتخاب و تقسیم شدند (گروه کنترل: ۱۳ نفر، گروه HIIT: ۱۴ نفر و گروه MIIT: ۱۳ نفر). همگن‌سازی افراد در گروه‌ها به توجه به شاخص توده بدن و میزان ظرفیت قلبی تنفسی آنها انجام گرفت (جدول ۱). معیارهای ورود به تحقیق شامل داشتن سلامت کامل و نداشتن بیماری‌های قلبی عروقی و هرگونه بیماری که روی نتایج تحقیق مؤثر است، دارای شاخص توده بدن بالای $25/5$ ، نداشتن فعالیت بدنی منظم در دو سال گذشته، مصرف نکردن دخانیات و معیارهای خروج از تحقیق غیبت بیش از ۳ جلسه در تمرینات و بروز بیماری یا آسیب عضلانی-اسکلتی بود. مشخصات آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. ابتدا آزمودنی‌ها پرسشنامه اطلاعات عمومی و سلامتی را تکمیل و رضایت‌نامه کتبی خود را مبنی بر حضور داوطلبانه در پژوهش امضا کردند. این پژوهش با اخذ مجوز از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه اصفهان به شماره IR.UI.REC.1396.059 انجام شد.

- 1 . Grzegorzewska
- 2 . Fujie
3. Moderate-Intensity Interval Training (MIIT)
4. High-Intensity Interval Training (HIIT)

جدول ۱. مشخصات توصیفی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها				
HIIT	MIIT	کنترل	مراحل	متغیرهای مورد اندازه‌گیری
۲۷/۸۹ ± ۳/۶۵	۳۰/۱۰ ± ۲/۷۰	۲۸/۵۸ ± ۳/۷۰	پیش‌آزمون پس‌آزمون	سن (سال)
۱۶۳/۰۲ ± ۴/۸۷	۱۶۲/۹۲ ± ۵/۶۱	۱۶۴/۵۳ ± ۳/۵۲	پس‌آزمون پس‌آزمون	قد (سانتی‌متر)
۸۱/۱۰ ± ۲۸/۹	۸۴/۱۰ ± ۱۵/۵	۸۱/۱۰ ± ۹/۱	پیش‌آزمون پس‌آزمون	وزن (کیلوگرم)
۳۰/۹۲ ± ۳/۴۹	۳۱/۲۰ ± ۳/۳۷	۳۰/۲۴ ± ۲/۸۹	پیش‌آزمون پس‌آزمون	درصد
۳۶/۹۰ ± ۱/۸۱	۳۵/۴۰ ± ۱/۲۸	۳۶/۵۶ ± ۱/۶۰	پیش‌آزمون پس‌آزمون	چربی بدن (%)
۲۹/۹۲ ± ۶/۸۸	۳۰/۱۱ ± ۷/۲۴	۲۹/۶۵ ± ۷/۱۵	پیش‌آزمون پس‌آزمون	اکسیژن مصرفی بیشینه (ml/kg ⁻¹ .min ⁻¹)

HIIT = تمرینات تناوبی شدید؛ MIIT=تمرین تناوبی با شدت متوسط

یک هفته پیش از آغاز پژوهش متغیرهای مداخله‌گر سن، وزن، درصد چربی بدن و استقامت قلبی تنفسی آزمودنی‌ها بررسی شد. همچنین پیش از آغاز دوره ۸ هفته‌ای تمرین، پروتکل تمرینی روی داوطلبان پایلوت گشد تا از توانایی آنها در اجرای برنامه تمرینی اطمینان حاصل شود. در این پژوهش برای اندازه‌گیری درصد چربی آزمودنی‌ها از آزمون جکسون و همکاران استفاده شد. ابتدا با استفاده از کالیبر به اندازه‌گیری چین پوستی در نواحی معین اقدام و سپس دانسیته و همچنین درصد چربی آزمودنی‌ها با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه شد (۲۰).

$$Db = (سن \times 0.001392) - (0.00023 \times S^2) + (0.0009929 \times S) - 0.099421$$

(چگالی بدن)

در این معادله S مجموع ضخامت چین زیر پوستی نواحی سه‌سر بازویی، فوق‌خاصره و بخش میانی

ران است.

$$درصد\ چربی = [(4/95 \div Db) - 4/5] \times 100$$

همچنین برای محاسبه استقامت قلبی تنفسی آزمودنی‌ها از آزمون دوچرخه کارسنج آستراند استفاده شد. در این آزمون با توجه به شرایط آمادگی آزمودنی‌ها، سرعت رکاب‌زنی برابر ۶۰ دور در دقیقه در کل آزمون تنظیم شد. آزمون به مدت شش دقیقه حفظ شد و تعداد ضربان قلب در پایان دقیق ۵ و ۶ اندازه‌گیری و میانگین ضربان قلب محاسبه شد. اکسیژن مصرفی بیشینه با استفاده از معادله زیر برآورد و با تعدیل وزن افراد مقادیر برحسب مقادیر میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه محاسبه شد (۲۱). حداکثر ضربان قلب هریک از آزمودنی‌ها نیز با استفاده از فرمول (سن-۲۲۰) محاسبه شد.

$$= 0/348 (X_1) - 0/035(X_2) + 3/011$$

X_1 = اکسیژن مصرفی بیشینه برآورد شده با استفاده از نمودار آستراند و رایمینگ (لیتر/دقیقه) ؛ X_2 =

سن (سال)

نمونه‌گیری اولیه خون ۴۸ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرینی از ورید بازویی در حالت نشسته به مقدار ۳ سی‌سی پس از ۱۲ ساعت ناشتایی از آزمودنی‌ها گرفته شد تا مقادیر پایه سالوسین بتا، سالوسین آلفا، تری‌گلیسیرید، کلسترول تام، HDL، LDL، گلوکز و انسولین تعیین شود. دو گروه آزمایشی HIIT و MIIT پروتکل تمرینی را به مدت ۸ هفته (۳ جلسه تمرین در هفته) با استفاده از دوچرخه‌های ثابت اجرا کردند. پس از گذشت ۴۸ ساعت از خاتمه مداخلات ورزشی نمونه‌گیری دوم خون از آزمودنی‌های تحقیق انجام گرفت. به‌منظور بررسی دقیق‌تر تأثیرات متغیرهای مستقل در گروه‌های آزمایشی از گروه کنترل نیز آزمون‌گیری‌های مشابه به‌عمل آمد. نمونه‌های خونی در حالت نشسته از ورید قدامی بازویی آزمودنی‌ها گرفته شد. این نمونه‌ها پس از سانتریفیوژ در دمای ۸۰- درجه منجمد و برای مراحل بعدی در فریزر نگهداری شد. غلظت سرمی سالوسین بتا و سالوسین آلفا با استفاده از کیت الایزا ساخت کمپانی استیبیوفارم^۱ چین و سایر متغیرها با استفاده از کیت پارس آزمون ایران اندازه‌گیری شد. مقاومت انسولینی نیز با اندازه‌گیری انسولین و گلوکز ناشتا طبق فرمول زیر محاسبه شد (۲۲):

$$\text{HOMA-IR} = \frac{4.05}{\text{mg/dL}} \times \text{انسولین ناشتا} (\mu\text{Iu/ml}) \times \text{گلوکز ناشتا}$$

پروتکل تمرینی در سالن بدنسازی مجهز به دوچرخه‌های ثابت با ویژگی‌های لازم اجرا شد. برنامه تمرینی شامل فعالیت‌های ست‌های ۲ دقیقه‌ای بود که این زمان با ۳۰ ثانیه رکاب‌زنی و ۳۰ ثانیه استراحت طی شد. همچنین بین ست‌ها، ۳ دقیقه استراحت فعال (رکاب‌زنی با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه) در نظر گرفته شده بود. شدت تمرینی در MIIT برابر ۸۰-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب و در HIIT برابر ۹۵-۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب است و کنترل شدت در طول وهله‌های تمرین و زمان‌های استراحت با استفاده از ضربان‌سنج مچی بیورر^۱ آلمان انجام گرفت. خلاصه پروتکل تمرینی این مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف معیار، آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون‌های تحلیل کوواریانس و تعقیبی بونفرونی برای بررسی تغییرات در سطوح سرمی فاکتورهای موردنظر استفاده شد. همچنین روابط بین متغیرها (قبل از شروع برنامه تمرینی و پس از ۸ هفته تمرین) با استفاده از آزمون ضریب همبستگی پیرسن بررسی شد. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ برای تحلیل داده‌ها استفاده شد و سطح معناداری برای آزمون فرضیه‌های تحقیق $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

جدول ۲. خلاصه پروتکل تمرینی MIIT در مقایسه با HIIT

دوره‌بندی تمرین در هفته‌های مختلف	<ul style="list-style-type: none"> • هفته ۱-۲: ۴ تکرار ۲ دقیقه‌ای (۳۰ ثانیه فعالیت/۳۰ ثانیه استراحت) • هفته ۳-۴: ۵ تکرار ۲ دقیقه‌ای (۳۰ ثانیه فعالیت/۳۰ ثانیه استراحت) • هفته ۵-۶: ۶ تکرار ۲ دقیقه‌ای (۳۰ ثانیه فعالیت/۳۰ ثانیه استراحت) • هفته ۷-۸: ۷ تکرار ۲ دقیقه‌ای (۳۰ ثانیه فعالیت/۳۰ ثانیه استراحت)
شدت تمرین در وهله‌های ۳۰ ثانیه‌ای تمرین	<ul style="list-style-type: none"> • گروه MIIT: ۷۵-۸۰٪ حداکثر ضربان قلب • گروه HIIT: ۹۰-۹۵٪ حداکثر ضربان قلب
گرم کردن بدن	<ul style="list-style-type: none"> • ۱۰ دقیقه رکاب زنی با شدت ۵۰٪ حداکثر ضربان قلب • ۵ دقیقه حرکات کششی پویا
سرد کردن بدن	<ul style="list-style-type: none"> • ۵ دقیقه حرکات کششی ایستا

1 .Beurer

2 . Shapiro-Wilks

یافته‌ها

مقادیر میانگین و انحراف معیار سالوسین آلفا، سالوسین بتا، تری گلیسیرید، HDL، LDL، کلسترول تام، گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت انسولینی، درصد چربی بدن، BMI و اوج اکسیژن مصرفی مربوط به مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های کنترل، MIIT و HIIT، تغییرات بین‌گروهی متغیرها با توجه به آزمون تعقیبی بونفرونی در جدول ۳ و درصد تغییرات آنها متعاقب مداخلات تمرینی در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج آزمون همبستگی پیرسون نیز در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است.

جدول ۳. متغیرهای فیزیولوژیکی مورد اندازه‌گیری در پیش و پس‌آزمون

متغیرهای مورد اندازه‌گیری	مراحل	کنترل	MIIT	HIIT
سالوسین آلفا (pg/mL)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۷۶۷/۴۶ ± ۶۳/۵۹ ۷۶۹/۰۰ ± ۶۲/۰۴	۶۷۸/۸۴ ± ۸۶/۷۵ ۹۲۴/۱۵ ± ۷۱/۵۳ [§]	۶۹۰/۷۱ ± ۷۰/۱۰ ۶۹۹/۲۱ ± ۹۰/۴۴ [§]
سالوسین بتا (pg/mL)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۸۲۱/۳۰ ± ۴۴/۵۱ ۸۱۶/۵۳ ± ۴۲/۸۹	۷۲۹/۹۲ ± ۴۲/۸۹ ۶۷۶/۵۳ ± ۴۸/۴۴	۹۶۱/۷۱ ± ۱۰۰/۲۴ ۹۱۰/۱۴ ± ۱۰۵/۹۹
LDL (mg/dL)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۸۷/۰۰ ± ۶/۶۳ ۸۶/۷۶ ± ۶/۶۳	۹۴/۵۳ ± ۸/۶۸ ۹۱/۶۹ ± ۱۱/۶۳	۹۵/۷۱ ± ۷/۴۰ ۸۴/۵۰ ± ۶/۵۴
HDL (mg/dL)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۴۲/۶۹ ± ۲/۹۱ ۴۱/۸۴ ± ۲/۶۸	۴۴/۳۸ ± ۲/۹۲ ۴۷/۵۳ ± ۲/۵۷	۴۶/۸۵ ± ۳/۲۳ ۴۹/۵۰ ± ۱/۸۳
تری گلیسیرید (mg/dL)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۱۲۱/۱۵ ± ۹/۲۴ ۱۱۹/۹۲ ± ۹/۲۴	۱۲۰/۶۹ ± ۶/۷۹ ۱۱۰/۴۶ ± ۶/۳۰	۱۱۳/۵۷ ± ۶/۲۹ ۱۰۲/۷۱ ± ۳/۸۲
کلسترول (mg/dL)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۱۵۱/۹۲ ± ۷/۳۵ ۱۵۰/۶۹ ± ۷/۰۸	۱۶۴/۳۰ ± ۹/۵۳ ۱۶۲/۸ ± ۱۰/۷۴ [§]	۱۶۵/۲۸ ± ۷/۰۳ ۱۵۲/۰۰ ± ۷/۴۲ ^{§#}
گلوکز (mg/dL)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۸۲/۰۰ ± ۹/۸۱ ۸۱/۱۵ ± ۱۱/۵۸	۷۹/۶۱ ± ۵/۰۲ ۸۰/۶۱ ± ۶/۹۴	۸۰/۴۲ ± ۶/۰۶ ۷۹/۵۰ ± ۷/۱۵
انسولین (μU/ml)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۱۶/۸۱ ± ۷/۵۶ ۱۶/۶۴ ± ۷/۱۹	۱۹/۱۸ ± ۸/۵۲ ۱۷/۰۲ ± ۸/۰۱	۱۹/۰۲ ± ۵/۸۸ ۱۵/۳۵ ± ۵/۳۵
شاخص مقاومت انسولینی	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۳/۴۷ ± ۱/۸۴ ۳/۴۱ ± ۱/۸۰	۳/۷۸ ± ۱/۷۵ ۳/۳۵ ± ۱/۵۸	۳/۸۰ ± ۱/۳۴ ۳/۰۳ ± ۱/۲۴
شاخص نوده بدن (Kg/m ²)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۳۰/۲ ± ۲۴/۸۹ ۳۰/۳ ± ۲۴/۰۳	۳۱/۳ ± ۲۴/۳۷ ۳۰/۳ ± ۲۹/۲۳	۳۰/۳ ± ۲۴/۴۹ ۲۹/۳ ± ۲۹/۵۵
درصد چربی بدن	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۳۶/۲ ± ۱۲/۳ ۳۶/۱ ± ۵۶/۶۰	۳۴/۲ ± ۳۷/۳۱ ۳۵/۱ ± ۴۰/۲۸	۳۵/۳ ± ۱۰/۸۸ ۳۶/۱ ± ۹۰/۸۱
اکسیژن مصرفی پیشینه (ml/kg.min)	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۲۹/۶۵ ± ۷/۱۵ ۲۹/۱۱ ± ۶/۲۳	۳۰/۱۱ ± ۷/۲۴ ۳۰/۵۸ ± ۵/۲۹	۲۹/۹۲ ± ۶/۸۸ ۳۱/۱۴ ± ۴/۵۱ [#]

نکته: § نشانه تغییرات معنادار بین گروه‌های تمرین با شدت متوسط و زیاد؛ # نشانه تغییرات معنادار بین گروه‌های تمرینی و گروه کنترل

جدول ۴. درصد تغییرات متغیرهای مختلف در گروه‌ها پس از مداخلات ورزشی

متغیرهای مورد اندازه‌گیری	درصد تغییرات در گروه کنترل	درصد تغییرات در گروه MII	درصد تغییرات در گروه HIIT
سالوسین آلفا (pg/mL)	۰/۲۶	۳۶	۳
سالوسین بتا (pg/mL)	-۰/۵	-۷	-۵
LDL (mg/dL)	-۰/۲	-۳	-۱۱
HDL (mg/dL)	-۱	۷	۵
تری‌گلیسیرید (mg/dL)	-۱	-۸	-۹
کلسترول (mg/dL)	-۰/۸	-۱	-۸
گلوکز (mg/dL)	-۱	۱	-۱
انسولین ($\mu\text{Iu/ml}$)	-۱	-۱۱	-۱۹
شاخص مقاومت انسولینی	-۱	-۱۱	-۲۰
شاخص توده بدن (Kg/m^2)	۰	-۲	-۳
چربی بدن (درصد)	-۰/۱	-۲	-۴
اکسیژن مصرفی بیشینه (ml/kg.min)	-۱	۱	۴

جدول ۵. نتایج همبستگی بین سالوسین بتا و متغیرهای مورد اندازه‌گیری در پیش - پس آزمون

سالوسین بتا				مراحل	متغیرهای مورد اندازه‌گیری
HIIT		MIT			
p	r	P	r		
۰/۸۹۳	۰/۰۴۰	۰/۶۶۴	۰/۱۳۳	پیش‌آزمون	HOMA-IR
۰/۱۹۰	۰/۴۷۷	۰/۱۱۲	۰/۴۶۴	پس‌آزمون	
۰/۱۱۲	۰/۴۴۰	۰/۵۳۲	۰/۱۹۱	پیش‌آزمون	انسولین
۰/۲۷۱	۰/۳۱۰	۰/۰۹۷	۰/۴۸۰	پس‌آزمون	
۰/۵۸۹	۰/۱۶۴	۰/۲۰۶	۰/۳۷۵	پیش‌آزمون	گلوکز
۰/۱۷۰	۰/۳۸۰	۰/۳۳۱	۰/۳۲۶	پس‌آزمون	
۰/۰۰۲*	۰/۶۴۸	۰/۸۹۰	۰/۴۱۵	پیش‌آزمون	کلسترول تام
۰/۰۰۱*	۰/۶۸۰	۰/۰۹۱	۰/۴۸۲	پس‌آزمون	
۰/۱۷۷	۰/۳۸۳	۰/۲۹۷	۰/۳۱۴	پیش‌آزمون	تری‌گلیسیرید
۰/۲۶۸	۰/۳۱۸	۰/۶۰۳	۰/۱۵۹	پس‌آزمون	
۰/۱۱۷	۰/۴۳۸	۰/۰۸۹	۰/۴۹۰	پیش‌آزمون	HDL
۰/۰۸۴	۰/۴۹۷	۰/۱۹۸	-۰/۴۲۲	پس‌آزمون	
۰/۲۸۶	۰/۳۰۷	۰/۳۴۳	۰/۲۸۶	پیش‌آزمون	LDL
۰/۴۱۹	۰/۲۳۵	۰/۱۸۸	۰/۳۹۰	پس‌آزمون	
۰/۶۵۲	۰/۱۳۹	۰/۶۶۷	۰/۱۳۲	پیش‌آزمون	درصد چربی
۰/۳۷۹	۰/۲۵۵	۰/۴۱۳	۰/۲۳۸	پس‌آزمون	
۰/۵۵۸	۰/۱۷۱	۰/۵۷۵	۰/۱۷۳	پیش‌آزمون	BMI
۰/۳۱۵	۰/۳۰۳	۰/۳۶۴	۰/۲۷۸	پس‌آزمون	
۰/۳۳۱	-۰/۲۹۳	۰/۴۷۰	-۰/۲۲۰	پیش‌آزمون	اکسیژن مصرفی بیشینه
۰/۲۸۹	-۰/۳۱۹	۰/۴۲۶	-۰/۲۴۲	پس‌آزمون	

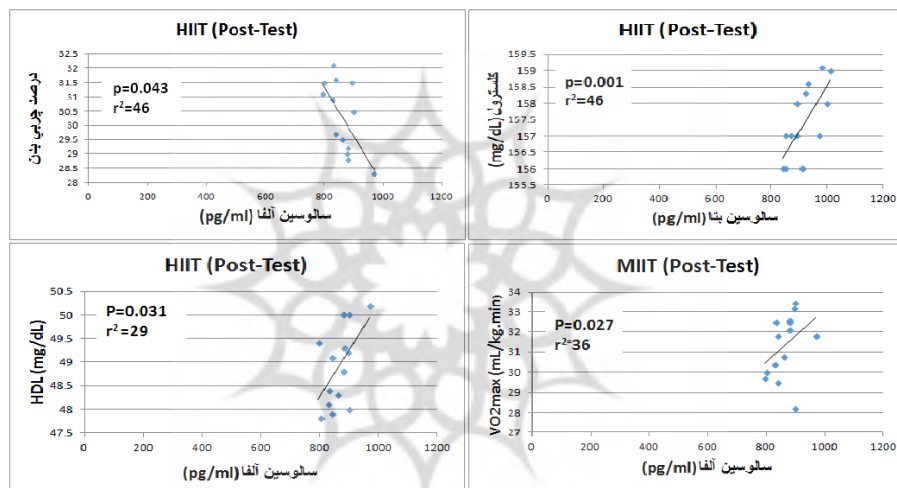
* نشانه رابطه معنادار بین متغیرها

جدول ۶. نتایج همبستگی بین سالوسین آلفا و متغیرهای مورد اندازه گیری در پیش- پس آزمون

سالوسین آلفا				مراحل	متغیرهای مورد اندازه گیری
p	r	p	r		
۰/۷۱۷	-۰/۱۰۷	۰/۷۶۵	-۰/۰۹۲	پیش آزمون	HOMA- IR
۰/۹۴۷	-۰/۰۲۰	۰/۱۸۷	-۰/۳۹۰	پس آزمون	
۰/۷۴۷	-۰/۰۹۵	۰/۶۴۶	-۰/۱۴۰	پیش آزمون	انسولین
۰/۸۱۱	-۰/۰۷۱	۰/۱۴۸	-۰/۴۲۴	پس آزمون	
۰/۶۱۸	-۰/۱۲۱	۰/۲۶۸	-۰/۳۳۲	پیش آزمون	گلوکز
۰/۴۰۱	-۰/۲۴۴	۰/۵۰۱	-۰/۲۰۵	پس آزمون	
۰/۲۶۷	-۰/۳۱۸	۰/۵۸۹	-۰/۱۶۵	پیش آزمون	کلسترول تام
۰/۳۰۴	-۰/۲۹۶	۰/۲۴۷	-۰/۳۴۶	پس آزمون	
۰/۲۸۲	-۰/۳۰۹	۰/۲۶۲	-۰/۳۳۶	پیش آزمون	تری گلیسیرید
۰/۷۰۳	-۰/۱۱۲	۰/۵۶۰	-۰/۱۷۸	پس آزمون	
۰/۰۲۷*	۰/۵۴۱	۰/۰۷۶	۰/۵۰۹	پیش آزمون	HDL
۰/۰۳۱*	۰/۵۲۵	۰/۱۳۴	۰/۴۳۸	پس آزمون	
۰/۱۲۷	-۰/۴۲۸	۰/۳۱۶	-۰/۳۰۳	پیش آزمون	LDL
۰/۱۱۱	-۰/۴۴۵	۰/۳۲۸	-۰/۲۹۵	پس آزمون	
۰/۰۱۹*	-۰/۶۳۸	۰/۰۷۰	-۰/۵۱۳	پیش آزمون	درصد چربی بدن
۰/۰۴۳*	-۰/۵۶۸	۰/۰۸۵	-۰/۴۷۹	پس آزمون	
۰/۱۱۹	-۰/۴۵۴	۰/۱۹۰	-۰/۴۲۵	پیش آزمون	BMI
۰/۰۸۳	-۰/۵۰۵	۰/۰۵۶	-۰/۵۴۲	پس آزمون	
۰/۰۹۸	۰/۴۸۰	۰/۱۱۰	۰/۴۴۱	پیش آزمون	اکسیژن مصرفی
۰/۱۷۲	۰/۴۲۵	۰/۰۲۷*	۰/۶۰۹	پس آزمون	بیشینه

* نشانه رابطه معنادار بین متغیرها

نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که قبل از تمرین، بین سالوسین بتا و کلسترول تام ($P=0/002$, $r=0/648$) در گروه HIIT، سالوسین آلفا و HDL ($P=0/027$, $r=0/541$) در گروه HIIT رابطه مثبت معنادار و بین سطوح سالوسین آلفا و درصد چربی بدن ($P=0/019$, $r=-0/638$) در گروه HIIT رابطه معنادار معکوس وجود دارد. همچنین بعد از ۸ هفته تمرین بین سالوسین بتا و کلسترول تام ($P=0/001$, $r=0/680$) در گروه HIIT، سالوسین آلفا و HDL ($P=0/031$, $r=0/525$) در گروه HIIT، سالوسین آلفا و VO_{2max} ($P=0/027$, $r=-0/609$) در گروه MIIT رابطه مثبت معناداری وجود دارد، و بین سالوسین آلفا و درصد چربی بدن ($p=0/043$, $r=-0/568$) در گروه HIIT رابطه معنادار معکوسی وجود دارد. ارتباط میان متغیرها پس از ۸ هفته تمرین در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. ارتباط میان سالوسین‌ها و متغیرهای مورد اندازه‌گیری پس از ۸ هفته مداخلات ورزشی

همچنین نتایج حاصل از آزمون تحلیل کوواریانس با تعدیل اثرات متغیر مداخله‌ای پیش‌آزمون حاکی از کاهش معنادار سطوح تری‌گلیسیرید ($F_{2,40}=5/058$, $P=0/012$)، کلسترول تام ($P=0/010$)، شاخص مقاومت انسولینی ($F_{2,40}=5/202$)، شاخص مقاومت انسولینی ($F_{2,40}=4/80$, $P=0/014$) و انسولین ($P=0/02$)، BMI ($F_{2,40}=4/39$)، درصد چربی بدن ($F_{2,40}=18/28$, $P=0/036$) و افزایش معنادار سطوح سالوسین آلفا ($F_{2,40}=65/889$, $P=0/001$)، HDL ($F_{2,40}=3/546$, $P=0/039$) و اوج اکسیژن مصرفی ($F_{2,40}=17/94$, $P=0/041$) در هر دو گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل است.

سوی دیگر، در سطوح سرمی سالوسین بتا ($F_{2,40}=0/452$, $P=0/112$) LDL, ($F_{2,40}=2/366$, $P=0/108$) و گلوکز خون ($F_{2,40}=1/013$, $P=0/373$) تغییرات معناداری متعاقب تمرینات مشاهده نشد.

بحث

نتایج نشان داد که بین سطوح سالوسین بتا و کلسترول تام ($P=0/002$, $r=0/648$) و نیز میان سالوسین آلفا و HDL ($P=0/027$, $r=0/541$) ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد و پس از ۸ هفته تمرین میزان ارتباط مثبت میان سالوسین بتا و کلسترول تام ($P=0/001$, $r=0/680$) افزایش یافت. وجود ارتباط میان سطوح سالوسین‌ها و HDL، کلسترول و همین‌طور تغییرات همسو در سالوسین آلفا و بهبود نیمرخ لیپیدی در پژوهش حاضر همسو با نتایج ناگاشیما و همکاران است. این پژوهشگران در مطالعه خود نشان دادند در موش‌هایی که دچار کمبود آپولیپوپروتئین E (ApoE) بودند، تزریق ۴ و ۸ هفته‌ای سالوسین آلفا، سبب کاهش معناداری در آترواسکلروز آئورت شد که این عمل احتمالاً از طریق کاهش تشکیل سلول‌ها اسفنجی ماکروفاژها به وسیله تنظیم منفی ACAT1 (کاهش تجمع استر کلسترول در ماکروفاژها) صورت می‌گیرد. همچنین نتایج حاکی از تغییرات مثبت و بهبودی در نیمرخ لیپیدی آزمودنی‌ها بود (۲۳). افزایش معنادار در سطوح سالوسین آلفا و تغییرات غیرمعناداری در سطوح سالوسین بتا متعاقب ۸ هفته تمرین، از دیگر نتایج پژوهش حاضر بود. با توجه به درصد تغییرات، این افزایش در سطوح سالوسین آلفا در گروه HIIT نسبت به گروه HIIT بیشتر بود؛ بنابراین نتایج پژوهش حاضر بیانگر افزایش بیشتر سطوح سالوسین آلفا و احتمالاً سرکوب بیشتر ACAT1 در گروه HIIT است. تغییرات مثبت در سطوح سالوسین آلفا در پژوهش حاضر همسو با نتایج فوجی و همکاران (۲۰۲۰) (۱۹) است، اما تغییرات غیرمعنادار در سطوح سالوسین بتا با نتایج پاهو^۱ و همکاران (۲۰۲۰) (۲۴) مغایر است. فوجی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که با افزایش سن میزان سالوسین آلفا کاهش می‌یابد، اما انجام تمرینات هوازی سبب افزایش معنادار سالوسین آلفا در افراد میانسال و مسن می‌شود (۱۹). در پژوهش پاهو و همکاران نیز پس از ۱۲ هفته تمرینات HIIT، علاوه بر افزایش معنادار سالوسین آلفا، کاهش معنادار سالوسین بتا، BMI، درصد چربی بدن و بهبود نیمرخ لیپیدی در کودکان چاق گزارش شد (۲۴).

1. Apolipoprotein E
2. Paahoo

از سوی دیگر مطالعات پیشین نشان می‌دهند که وجود مقاومت انسولینی در افراد از نشانه‌های افزایش التهاب بالینی است و روند التهابی می‌تواند به‌منزله یکی از عوامل مؤثر در بیماری‌های متابولیکی مطرح باشد (۲۵). همچنین برخی مطالعات نشان می‌دهند که در افراد مبتلا به آترواسکلروز کرونری، افزایش التهاب و مقاومت انسولینی چشمگیری مشاهده شده است (۲۶) و در برخی بیماران نیز افزایش مقاومت انسولینی همراه با کاهش سطوح سالوسین آلفا بود (۲۷). اگرچه نتایج پژوهش حاضر نبود ارتباط معنادار میان سطوح سالوسین‌ها و گلوکز، انسولین، شاخص مقاومت انسولینی را نشان می‌دهد، کاهش معنادار مقادیر انسولین و شاخص مقاومت انسولینی از دیگر نتایج مثبت پژوهش حاضر است. مقاومت انسولینی نوعاً ناشی از اختلال در انتقال پیام انسولین در بافت‌های هدف یا نقص در عملکرد GLUT4 عضله اسکلتی به‌همراه کاهش در بیان گلیکوژن سنتاز است که در نهایت موجب هیپرگلیسمی می‌شود (۲۸). انجام فعالیت‌های ورزشی موجب افزایش تعداد پروتئین‌های GLUT4 و در نتیجه کاهش گلوکز خون ناشتا و کاهش مقاومت انسولینی می‌شود (۲۹). از سوی دیگر انجام فعالیت‌های ورزشی منظم موجب کاهش وزن و چربی بدن به‌ویژه چربی دور کمری می‌شود که این پیامد خود موجب کنترل گلیسیمیک و کاهش مقاومت انسولینی در افراد می‌شود (۳۰).

همچنین چاقی و افزایش توده چربی عامل خطرزای مستقل برای ایجاد بیماری‌های شریانی است، و در برخی مطالعات ارتباط مثبت میان چاقی و سطوح سالوسین بتا گزارش شده است (۲۷). نتایج پژوهش حاضر حاکی از وجود ارتباط معکوس معنادار میان سطوح سالوسین آلفا و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها ($r=-0/568$, $P=0/043$) بود، همچنین میان سطوح سالوسین آلفا و آمادگی قلبی تنفسی آزمودنی‌ها ($r=-0/609$, $P=0/027$) ارتباط مثبت و معناداری مشاهده شد. نتایج حاصل در خصوص کاهش معنادار BMI، درصد چربی بدن و افزایش معنادار اوج اکسیژن مصرفی در اثر ۸ هفته تمرین با نتایج مطالعات پیشین که افزایش آمادگی قلبی تنفسی (۳۱) و بهبود ترکیب بدنی (۳۲) در اثر تمرین را گزارش کرده‌اند، مطابقت دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که انجام تمرینات ورزشی با شدت مناسب، علاوه بر افزایش انرژی مصرفی، بهبود ترکیب بدنی و کاهش BMI می‌تواند با افزایش آستانه لاکتات، درصد تارهای کندانقباض، کارایی سیستم قلبی عروقی و ظرفیت آنزیمی و میتوکندریایی، در افزایش توان هوازی بیشینه افراد سودمند باشد (۳۳).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که سطوح سالوسین‌ها با نیمرخ لیپیدی، درصد چربی بدن و آمادگی قلبی تنفسی افراد رابطه دارد. همچنین انجام تمرینات تناوبی با شدت متوسط و زیاد به کاهش توده چربی بدن، مقاومت انسولینی و بهبود نیمرخ لیپیدی و آمادگی قلبی تنفسی افراد کمک می‌کند و افزایش شدت تمرینات تناوبی از عوامل مهم تأثیرگذاری بیشتر روی این متغیرهای مورد اندازه‌گیری است.

تقدیر و تشکر

این مطالعه با حمایت‌های معاون محترم پژوهش و فناوری دانشگاه اصفهان برای دانشجویان دکتری انجام گرفته است، بنابراین وظیفه خود می‌دانیم از حمایت‌های ارزشمند و بی‌دریغ وی تشکر و قدردانی کنیم.

منابع و مأخذ

1. Kopelman P. Health risks associated with overweight and obesity. *Obesity reviews*. 2007;8:13-7
2. Williams I, Wheatcroft S, Shah A, Kearney M. Obesity, atherosclerosis and the vascular endothelium: mechanisms of reduced nitric oxide bioavailability in obese humans. *International journal of obesity*. 2002;26(6):754-64
3. Bild DE, Bluemke DA, Burke GL, Detrano R, Diez Roux AV, Folsom AR, et al. Multi-ethnic study of atherosclerosis: objectives and design. *American journal of epidemiology*. 2002;156(9):871-81
4. Yu X-H, Fu Y-C, Zhang D-W, Yin K, Tang C-K. Foam cells in atherosclerosis. *Clinica chimica acta*. 2013;424:245-52
5. Watanabe T, Nishio K, Kanome T, Matsuyama T-a, Koba S, Sakai T, et al. Impact of salusin-a and-b on human macrophage foam cell formation and coronary atherosclerosis. *Circulation*. 2008;117(5):638-48
6. Shichiri M, Ishimaru S, Ota T, Nishikawa T, Isogai T, Hirata Y. Salusins: newly identified bioactive peptides with hemodynamic and mitogenic activities. *Nature medicine*. 2003;9(9):66-72
7. Wang Z, Takahashi T, Saito Y, Nagasaki H, Ly NK, Nothacker H-P, et al. Salusin β is a surrogate ligand of the mas-like G protein-coupled receptor MrgA1. *European journal of pharmacology*. 2006;539(3):145-50
8. Watanabe T, Nishio K, Kanome T, Matsuyama T-a, Koba S, Sakai T, et al. Impact of salusin- α and- β on human macrophage foam cell formation and coronary atherosclerosis. *Circulation*. 2008;117(5):638-48

9. Masumura M, Watanabe R, Nagashima A, Ogawa M, Suzuki J-i, Shichiri M, et al. Anti-salusin- β antibody enhances angiogenesis after myocardial ischemia reperfusion injury. *Expert opinion on therapeutic targets*. 2013;17(9):1003-9
10. Zhu X, Zhou Y, Cai W, Sun H, Qiu L. Salusin- β mediates high glucose-induced endothelial injury via disruption of AMPK signaling pathway. *Biochemical and biophysical research communications*. 2017;491(2):515-21
11. Aronson D, Rayfield EJ. How hyperglycemia promotes atherosclerosis: molecular mechanisms. *Cardiovascular diabetology*. 2002;1(1):1
12. Li N, Zheng Y-B, Han J, Liang W, Wang J-Y, Zhou J-R, et al. Lower circulating preptin levels in male patients with osteoporosis are correlated with bone mineral density and bone formation. *BMC musculoskeletal disorders*. 2013;14(1):49
13. Lichtenstein L, Kersten S. Modulation of plasma TG lipolysis by Angiotensin-like proteins and GPIHBP1. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*. 2010;1801(4):415-20
14. Shoji T, Abe T, Matsuo H, Egusa G, Yamasaki Y, Kashihara N, et al. Chronic kidney disease, dyslipidemia, and atherosclerosis. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*. 2012;19(4):299-315
15. Racil GO, O Ben Hammouda, O Kallel, A Zouhal, H Chamari, K Amri, M. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *European journal of applied physiology*. 2013;113(10):2531-40
16. Nazari M, Minasian V, Hovsepian S. Effects of two types of moderate-and high-intensity interval training on serum salusin- α and Salusin- β levels and lipid profile in women with overweight/obesity. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*. 2020;13:1385
17. Dalmazzo V, Ponce A, Delgado FP, Carrasco AV, Martínez SC. Effects of interval exercise in the improvement of glycemic control of obese adults with insulin resistance. *Nutricion hospitalaria*. 2019;36(3):578
18. Grzegorzewska AE, Niepolski L, Sikora J, Janków M, Jagodzinski PP, Sowinska A. Effect of lifestyle changes and atorvastatin administration on dyslipidemia in hemodialysis patients: a prospective study. *Pol Arch Med Wewn*. 2014;124:443-51
19. Fujie S, Hasegawa N, Sanada K, Hamaoka T, Maeda S, Padilla J, et al. Increased serum salusin- α by aerobic exercise training correlates with improvements in arterial stiffness in middle-aged and older adults. *Aging (Albany NY)*. 2020;12(2):1201
20. Eston R, Reilly T. *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data: volume two: physiology*: Routledge; 2013
21. Ekblom-Bak E, Björkman F, Hellenius ML, Ekblom B. A new submaximal cycle ergometer test for prediction of VO_2 max. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2014;24(2):319-26
22. Dai C-Y, Huang J-F, Hsieh M-Y, Hou N-J, Lin Z-Y, Chen S-C, et al. Insulin resistance predicts response to peginterferon-alpha/ribavirin combination therapy in chronic hepatitis C patients. *Journal of hepatology*. 2009;50(4):712-8

23. Nagashima M, Watanabe T, Shiraiishi Y, Morita R, Terasaki M, Arita S, et al. Chronic infusion of salusin- α and- β exerts opposite effects on atherosclerotic lesion development in apolipoprotein E-deficient mice. *Atherosclerosis*. 2010;212(1):70-7
24. Paahoo A, Tadibi V, Behpoor N. Effect of Two Chronic Exercise Protocols on Pre-Atherosclerotic and Anti-Atherosclerotic Biomarkers Levels in Obese and Overweight Children. *Iranian Journal of Pediatrics*. 2020;30 (2).
25. Black PH. The inflammatory response is an integral part of the stress response: Implications for atherosclerosis, insulin resistance, type II diabetes and metabolic syndrome X. *Brain, behavior, and immunity*. 2003;17(5):350-64
26. Chung CP, Long AG, Solus JF, Rho YH, Oeser A, Raggi P, et al. Adipocytokines in systemic lupus erythematosus: relationship to inflammation, insulin resistance and coronary atherosclerosis. *Lupus*. 2009;18(9):799-806
27. Watanabe T, Suguro T, Sato K, Koyama T, Nagashima M, Kodate S, et al. Serum salusin- α levels are decreased and correlated negatively with carotid atherosclerosis in essential hypertensive patients. *Hypertension Research*. 2008;31(3):463-8
28. Vissers D, Hens W, Taeymans J, Baeyens J-P, Poortmans J, Van Gaal L. The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*. 2013;8(2):e56415
29. Kern M, Wells JA, Stephens JM, Elton CW, Friedman JE, Tapscott EB, et al. Insulin responsiveness in skeletal muscle is determined by glucose transporter (Glut4) protein level. *Biochemical Journal*. 1990;270(2):397-400
30. Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Kotsa K , Tzivra A-M. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *European journal of applied physiology*. 2004;92(4-5):437-42
31. Russomando L, Bono V, Mancini A, Terracciano A, Cozzolino F, Imperlini E, et al. The Effects of Short-Term High-Intensity Interval Training and Moderate Intensity Continuous Training on Body Fat Percentage, Abdominal Circumference, BMI and VO₂max in Overweight Subjects. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2020;5(2):41
32. Khammassi M, Ouerghi N, Hadj-Taieb S, Feki M, Thivel D, Bouassida A. Impact of a 12-week high-intensity interval training without caloric restriction on body composition and lipid profile in sedentary healthy overweight/obese youth. *Journal of exercise rehabilitation*. 2018;14(1):118
33. Billat VL, Slawinski J, Bocquet V, Demarle A, Lafitte L, Chassaing P, et al. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *European journal of applied physiology*. 2000;81(3):188-96

The Relationship between Serum Levels of Alpha and Beta Salusins and Lipid Profile, Insulin Resistance, Cardio-Respiratory Fitness and the Effect of Interval Training with Different Intensities in Overweight/Obese Women

Maryam Nazari¹ - Vazgen Minasian^{*2} - Silva Hovsepiyan³

1. Ph.D. Student, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran 2. Associate Professor, Department of Exercise physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran 3. Assistant Professor, Metabolic Liver Disease Research Center, Imam Hossien Children's Hospital, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

(Received: 2021/01/04 ; Accepted: 2021/04/06)

Abstract

The aim of this study was to investigate the relationship between serum levels of salusins and lipid profile, insulin resistance, cardio-respiratory fitness, body composition and body fat percentage after a period of selected interval training with different intensities in overweight/obese women. In this study, 40 sedentary women were divided into 3 homogeneous groups purposively: control (BMI=30.2±2.8 kg/m², n=14), moderate-intensity interval training: 75-80% HR_{max} (BMI=31.2±3.3 kg/m², n=13), and high-intensity interval training: 90-95% HR_{max} (BMI=30.19±3.4 kg/m², n=13). The subjects of experimental groups participated in the interval training (pedaling) with different intensities for 8 weeks. Blood samples were collected 48 hours before the first training session and 48 hours after the last training session. The research variables were measured under similar conditions. Pearson correlation coefficient test was used to statistically analyze the data (P<0.05). The findings revealed significant positive relationships between salusin β levels and total cholesterol, salusin α and HDL and salusin α and cardio-respiratory fitness; there was a significant reverse relationship between salusin α and body fat percentage. It seems that interval training with different intensities can influence the improvement of cardio fitness and general health of obese individuals. Since there is a considerable relationship between the intensity of interval training and the improvement of cardio-respiratory fitness, insulin resistance and lipid profile, high-intensity interval training is recommended to improve well-being of this group of people.

Keywords

Obesity, salusin α, salusin β, training.

* Corresponding Author: Email: v.minasian@spr.ui.ac.ir; Tel: +989132020396