

Original Article

The effect of eight weeks of 30-20-10 interval training on serum spexin levels and lipid profile in obese middle-aged menHamid YazdanShanas[✉], Roghaieh Fakhrpour^{*✉}, Bahlul Ghorbin

Department of Sports Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shahid Madani University of Azerbaijan, Tabriz, Iran

Abstract

Background and Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of 30-20-10 interval training on the serum spexin level and lipid profile of obese men in order to measure the effect of physical activity on increasing spexin and improving lipid profile in obese men.

Materials and Methods: Statistical population of Yezhohesh, 21 obese men (mean age 43.52 ± 9.06 years, weight 108.11 ± 16.42 kg, body mass index 35.42 ± 7.14 kg/m²) who voluntarily participated in the present study and were randomly divided into training (11 people) and control (10 people) groups. Training were performed for eight weeks and three sessions per week with the 30-20-10 exercise protocol, including interval training with approximately intensities of 30 seconds with 30%, 20 seconds with 60% and 10 seconds with 90-100% of maximum heart rate. These one-minute training were repeated five times (five minutes) and after 5 repetitions, they rested for two minutes and started the next five repetitions again, and it was repeated in three-four times of running. At the end of the intervention, serum spexin and lipid profile were measured by ELISA method. Within-group changes were analyzed using the dependent t-test. ANCOVA test was used in the data analysis in the pre-test-post-test design with the control group. where pre-test scores were used as covariate. Statistical analyzes were performed at the statistical level of $P \leq 0.05$.

Results: By examining the research results, it was found that 10-20-30 interval training caused a significant increase in the amount of spexin in the training group compared to the control group ($P=0.010$). Also, interval training 10-20-30 causes a significant decrease in the amount of TG variables ($P=0.001$), LDL-C ($P=0.001$), cholesterol ($P=0.001$) and a significant increase in HDL-C. ($P=0.001$) has been Based on the results, it was found that there is a significant relationship between cholesterol and changes in the serum levels of spexin in obese middle-aged men ($P=0.004$). Also, there is a significant relationship between changes in serum levels of spexin and changes in some anthropometric indices such as body mass index ($P=0.05$) and ratio of waist circumference to hip circumference ($P=0.005$) of obese middle-aged men.

Conclusion: According to the results of the research, a significant increase in serum spexin and HDL-C and a significant decrease in cholesterol, triglyceride and LDL-C, it can be concluded that eight weeks of 30-20-10 interval training has an effect on the levels of the factors mentioned in obese middle-aged men. It can probably increase the serum levels of spexin and improve the lipid profile in these people.

Keywords: Triglyceride, Cholesterol, High-density lipoprotein, Low-density lipoprotein.

How to cite this article: YazdanShanas H, Fakhrpour R, Ghorbin B. The effect of eight weeks of 30-20-10 interval training on serum spexin levels and lipid profile in obese middle-aged men. Journal of Sport and Exercise Physiology 2023;16(2):14-23.

*Corresponding Author; E-mail: r.fakhr1396@gmail.com
<https://doi.org/10.48308/joeppa.2023.103405>

Received: 29/11/2022

Revised: 15/02/2023

Accepted: 26/02/2023



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

مقاله پژوهشی

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ بر سطوح اسپکسین سرم و نیمرخ لیپیدی مردان میانسال چاق

حمید یزدانشناس^۱، رقیه فخرپور*^۲، بهلول قربانیان

گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

چکیده

زمینه و هدف: هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ بر سطح اسپکسین (spexin) سرم و نیمرخ لیپیدی مردان چاق بود تا بدین وسیله، تأثیر فعالیت بدنی بر افزایش اسپکسین و بهبود نیمرخ لیپیدی در مردان چاق سنجیده شود.

مواد و روش‌ها: جامعه آماری پژوهش، ۲۱ مرد چاق (میانگین سنی $43/52 \pm 9/06$ سال، وزن $108/11 \pm 16/42$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی $35/42 \pm 7/14$ کیلوگرم بر متر مربع) بودند که داوطلبانه در پژوهش حاضر شرکت کردند و به طور تصادفی در گروه تمرین (۱۱ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. تمرینات به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته با تمرینات ۳۰-۲۰-۱۰ شامل تمرینات تناوبی با شدت‌های تقریبی ۳۰ ثانیه با شدت ۳۰٪، ۲۰ ثانیه با شدت ۶۰٪ و ۱۰ ثانیه با شدت ۹۰-۱۰۰٪ درصد ضربان قلب بیشینه انجام گرفت. این تمرینات یک دقیقه‌ای، پنج بار (پنج دقیقه) تکرار شد و پس از پنج بار تکرار، دو دقیقه استراحت کردند و مجدد پنج تکرار بعدی را شروع کردند و در سه تا چهار نوبت دویدن تکرار شد. در پایان مداخله، اسپکسین سرم و نیمرخ لیپیدی به روش الایزا اندازه‌گیری شد. تغییرات درون‌گروهی با استفاده از آزمون t وابسته بررسی شد. در تحلیل داده‌ها در طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل از آزمون آنکوا استفاده شد که در آن نمرات پیش‌آزمون به عنوان Covariate به کار رفت. تحلیل‌های آماری در سطح آماری $P \leq 0/05$ انجام گرفت.

نتایج: با بررسی نتایج پژوهش مشخص شد که تمرینات تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ سبب افزایش معنادار میزان اسپکسین در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل شد ($P = 0/010$). همچنین تمرینات تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ موجب کاهش معنادار در میزان متغیرهای TG ($P = 0/001$)، LDL-C ($P = 0/001$)، کلسترول ($P = 0/001$) و افزایش معناداری بر HDL-C ($P = 0/001$) شد. بر پایه نتایج مشخص شد، بین کلسترول و تغییرات سطوح سرمی اسپکسین مردان میانسال چاق همبستگی معناداری وجود دارد ($P = 0/004$). همین‌طور بین تغییرات سطوح سرمی اسپکسین و تغییرات برخی از شاخص‌های آنتروپومتریکی مانند شاخص توده بدنی ($P = 0/005$) و نسبت دور کمر به دور لگن ($P = 0/005$) مردان میانسال چاق همبستگی معناداری مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش، افزایش معنادار اسپکسین سرم و HDL-C و کاهش معنادار کلسترول، تری‌گلیسیرید و LDL-C، می‌توان نتیجه گرفت که هشت هفته تمرینات تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰، بر سطوح عوامل ذکر شده در مردان میانسال چاق، تأثیرگذار است و شاید سبب افزایش سطوح سرمی اسپکسین و بهبود نیمرخ لیپیدی در این افراد شود.

واژه‌های کلیدی: تری‌گلیسیرید، کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی پایین.

* نویسنده مسئول: رایانامه: r.fakhr1396@gmail.com

مقدمه

چاقی یک مشکل بهداشتی چندعاملی و شامل تعامل بین عامل ژنتیک، رفتار، خودکنترلی، تنظیم اشتها و سوخت‌وساز انرژی است. فیزیولوژی چاقی بر پایه افزایش وزن بدن در نتیجه تعادل انرژی مثبت است و کنترل تعادل انرژی، کنترل اشتها و سازوکارهای احتمالی چاقی توسط هیپوتالاموس، به‌ویژه هسته قوسدار، که محل اصلی کنترل بازخورد اشتها و مصرف غذاست، تنظیم می‌شود (۱).

از سویی نیمرخ چربی به سطوح گوناگون چربی در خون اطلاق می‌شود که به‌عنوان کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C)، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL-C) و تری‌گلیسیرید و کلسترول تام گزارش می‌شود. سطوح بالای تری‌گلیسیرید و LDL-C بیانگر چربی مازاد خون است که به نوبه خود موجب افزایش خطر عوارض قلبی-عروقی می‌شود؛ در صورتی که HDL-C سبب انتقال چربی به کبد برای بازیافت و دفع می‌شود و سطوح بالای HDL-C شاخصی مهم برای سلامتی قلب و عروق است (۲، ۳).

سازوکارهایی در پاتوفیزیولوژی چاقی شناسایی شده است. به‌تازگی به نقش اسپکسین (spexin) در این زمینه توجه بسیاری شده است. اسپکسین، که نوروپپتید Q هم خوانده می‌شود، در سال ۲۰۰۷ اولین بار به‌عنوان یک هورمون پپتیدی جدید توسط میرابو و همکاران (۲۰۰۸) شناسایی و کشف شد (۴، ۵) و توسط ژن C12orf39 که در دوازدهمین کروموزوم ژنوم انسانی قرار دارد، کدگذاری می‌شود و اغلب در بافت چربی سفید انسان تولید می‌شود (۴).

اسپکسین در تنظیم سیری، سوخت‌وساز انرژی و گلوکز / لیپید نقش دارد (۶). ژن اسپکسین بی‌نظم‌ترین ژن در چربی افراد چاق و تنظیم‌شده‌ترین ژن در بافت چربی و سرم خون آن‌هاست (۷). از دیدگاه ساختاری، یک پپتید ۱۴ آمینواسیدی با آسپاراژین کربوکسی‌ترمینال و آمینوگلوتامین پایانی است (۸). مقایسه بیان بیش از ۳۰۰۰ ژن متفاوت در بافت چرب امنوم و زیرجلدی افراد چاق و غیرچاق نشان می‌دهد که ژن کدگذاری‌کننده اسپکسین (C12orf39) بیشترین تنظیم کاهشی را در افراد چاق دارد، به طوری که mRNA آن در افراد چاق ۱۴/۹ برابر کمتر از افراد غیرچاق گزارش شد (۶). همچنین اسپکسین، جذب اسید چرب، توسط سلول‌های چربی

را کاهش می‌دهد و موجب مهار تولید چربی در سلول L1-3T3 می‌شود (۶). پدیده مشابهی در کبد نیز گزارش شده است که اسپکسین می‌تواند با کاهش دریافت اسیدهای چرب به درون هیپاتوسیت‌ها، موجب کاهش محتوای چربی شود. روی هم‌رفته این یافته‌ها نشان می‌دهند که اسپکسین آدیپوگینی است که دارای ظرفیت کاربردی در درمان چاقی است و با نشانگرهای چربی در کل جمعیت (BMI و WHR) و همچنین با دور کمر در گروه‌های با وزن طبیعی و چاق و با گروه دیابت رابطه وارونه دارد (۹). لین و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که اسپکسین با کلسترول تام همبستگی وارونه دارند (۶). آل داغری (۲۰۱۸) گزارش کرد که سطح سرمی اسپکسین با نیمرخ لیپیدی (به جز HDL-C و کلسترول) در زنان مرتبط است (۱۰). همبستگی مثبت اسپکسین با HDL-C بیشتر از نقش محافظتی اسپکسین حمایت می‌کند، زیرا HDL-C با چاقی کاهش می‌یابد. با این حال این رابطه قبلاً در افراد مبتلا به سندروم سوخت‌وسازی مشاهده شده بود (۱۰). در اشخاص گرفتار به دیابت نوع دو، سطوح سرمی اسپکسین تقریباً ۴۴ درصد کاهش می‌یابد و وابستگی منفی با سطوح خونی گلوکز، هموگلوبین گلیکوزیله، تری‌گلیسیرید، و LDL-C دارد (۱۱). بر پایه یافته پژوهشگران اسپکسین نقش نهفته‌ای در چاقی دارد و ممکن است با انجام فعالیت ورزشی گوناگون دچار تغییراتی شود. از طرفی، تمرین ۳۰-۲۰-۱۰ نوعی برنامه‌تیمینی تناوبی به‌شمار می‌رود که اجرای آن به زمان زیادی نیاز ندارد (تقریباً ۳۰ دقیقه) و آثار کوتاه و طولانی‌مدت مثبتی بر ظرفیت ورزشی دارد. این نوع تمرین با سرعت نسبی، مرتبط است و شامل هر دوی سرعت دویدن اندک و دوره دو دقیقه‌ای استراحت می‌شود که افراد با آمادگی جسمانی گوناگون می‌توانند تمرین ۳۰-۲۰-۱۰ را همزمان با هم انجام دهند که از مزایای اصلی این نوع تمرین است (۱۲). افزون بر این تمرین ۳۰-۲۰-۱۰ به کاهش چشمگیر BP سیستمیک و همچنین کاهش کلسترول تام و LDL منجر شد. تمرین ۳۰-۲۰-۱۰ نسبت به تمرینات استقامتی از نظر بهبود عملکرد و شاخص‌های سلامتی برتر است و تلاش درک‌شده در این تمرینات در مقایسه با تمرینات تناوبی کمتر است، در حالی که شدت تمرین همچنان بالاست (۱۳).

ضرورت انجام این پژوهش با توجه به افزایش

تحقیق مصرف نکردن سیگار و الکل، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی و بیماری‌های تنفسی، عدم ابتلا به بیماری‌های غدد درون‌ریز و سایر بیماری‌های مزمن، شرکت نکردن در فعالیت‌های بدنی منظم یا رژیم غذایی لاغری حداقل در شش ماه گذشته بود. همچنین افراد دارای محدودیت حرکتی در مفاصل و مشکلات تنفسی و آزمودنی‌هایی که روش تمرینی را به‌طور منظم اجرا نمی‌کردند، از فرایند پژوهش حذف شدند. معیارهای خروج از تمرین شامل آسیب دیدگی، مبتلا شدن به بیماری کرونا و غیبت بیش از یک جلسه تمرین بود.

گروه تمرین در یک دوره برنامه تمرینی تناوبی شدید به مدت هشت هفته شرکت کردند. برای یادگیری روش‌های تمرینی و تعیین شدت مناسب تمرین یک هفته به‌عنوان آشنایی با تمرین انجام گرفت. گروه کنترل از هیچ برنامه فعالیت بدنی منظم پیروی نکردند و به فعالیت‌های طبیعی روزمره خود پرداختند.

روش اجرای پژوهش: پیش از شروع پژوهش قد و وزن آزمودنی‌ها با قدسنج و ترازوی دیجیتال سکا با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. تمرینات ۳۰-۲۰-۱۰ به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته انجام گرفت. تمرینات ۳۰-۲۰-۱۰ شامل یک دقیقه (۶۰ ثانیه) تمرینات تناوبی با طول مدت ۳۰، ۲۰ و ۱۰ ثانیه و به ترتیب با شدت‌های تقریباً ۳۰، ۶۰ و ۹۰-۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام گرفت. به‌عبارتی این تمرینات تناوبی شامل ۳۰ ثانیه دویدن با شدت ۳۰ درصد ضربان قلب بیشینه، ۲۰ ثانیه دویدن با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۱۰ ثانیه دویدن با شدت ۹۰-۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه است. آزمودنی‌ها در خط مستقیم می‌دویدند و بدون هیچ مکتی بلافاصله افزایش سرعت داشتند، به‌طوری‌که پس از یک دقیقه دویدن و انجام روش تمرینی ۳۰-۲۰-۱۰، ۱۵ ثانیه استراحت فعال (راه رفتن به‌صورت دویدن آرام) داشتند (به دلیل وزن زیاد) و به‌طور متوسط ۱۵۰-۲۰۰ متر در هر یک دقیقه مسافت طی می‌کردند. این تمرینات یک دقیقه‌ای، پنج بار (پنج دقیقه) تکرار می‌شد و پس از پنج بار تکرار دو دقیقه استراحت می‌کرد و مجدد پنج تکرار بعدی را شروع میکرد و در ۳-۴ نوبت دویدن تکرار می‌شد. در ماه اول انجام این پژوهش، تمرینات در هر جلسه تمرینی سه نوبت از فواصل زمانی پنج دقیقه‌ای اجرا شد و در ماه دوم تمرینات چهار نوبت از فواصل زمانی

روزافزون چاقی و زندگی شهرنشینی امروزی و کمبود وقت برای پرداختن به فعالیت‌های بدنی، می‌تواند مهم باشد، زیرا افراد کمی حاضر به صرف زمان طولانی برای اجرای فعالیت تداومی طولانی مدت هستند و این نوع تمرینات شامل دوره‌های مکرر ورزش با شدت بالاست که به وسیله تغییر در پیتیدهای مختلف می‌تواند تجمع چربی در بدن را کاهش دهد و از چاقی جلوگیری کند (۱۴). بنابراین شیوه تمرینی کم حجم و با شدت بالا روش مناسبی است تا با صرف کمترین زمان ممکن، نیازهایی مانند بهبود دستگاه قلبی - عروقی و ترکیب بدنی تأمین شود و تمرینات ورزشی ۱۰-۲۰-۳۰، با وجود اندک بودن زمان آن می‌تواند برای شرکت‌کنندگان غیرفعال، آثار کوتاه و بلندمدت فیزیولوژیکی مفیدی در مقایسه با سایر تمرینات طولانی مدت داشته باشد. بنابراین تمرینات ۳۰-۲۰-۱۰ مستقل از تغییرات اسپکسین می‌تواند از راهکارهای مؤثر در بهبود چاقی در افراد چاق باشد.

با توجه به اینکه اسپکسین نقشی اساسی در هومئوستاز سوخت‌وسازی و تنظیم چربی و وزن بدن دارد و به‌طور نرفته از طریق فعالیت بدنی تعدیل می‌شود (۳) و هیچ تحقیقی تأثیر تمرینات ۳۰-۲۰-۱۰ بر تغییرات سطح اسپکسین را بررسی نکرده است، بنابراین بررسی تأثیر تمرینات ۳۰-۲۰-۱۰ بر سطح اسپکسین گردش خون و نیم‌رخ لیپیدی در افراد چاق ضروری است.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: جامعه آماری پژوهش، ۲۱ مرد میانسال ۳۵ تا ۴۵ ساله چاق ($BMI \geq 29$) با میانگین سنی 39.06 ± 4.23 سال، وزن 111.16 ± 16.42 کیلوگرم، شاخص توده بدنی 35.42 ± 7.14 کیلوگرم بر متر مربع بود. این نمونه‌ها به‌صورت هدفمند و در دسترس و از میان داوطلبانی که معیارهای ورود به پژوهش را داشتند، برگزیده شدند و سابقه پزشکی و میزان فعالیت از طریق پرسشنامه سلامت پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی (Physical Activity Readiness- Questionnaire) ارزیابی شد. چگونگی انجام مراحل پژوهش، هدف از آن و خطرهای احتمالی برای آن‌ها تشریح شد و از آن‌ها برای شرکت در پژوهش رضایت‌نامه کتبی دریافت شد. سپس افراد داوطلب به‌صورت تصادفی ساده (قرعه‌کشی) در دو گروه کنترل (۱۰ نفر) و گروه تمرین (۱۱ نفر) قرار گرفتند. معیارهای ورود به

و با استفاده از فرمول دور کمر (سانتی متر) ÷ دور باسن (سانتی متر) = WHR محاسبه شد.

تحلیل آماری: برای بررسی داده‌ها با توجه به طبیعی بودن توزیع داده‌ها (با استفاده از آزمون شاپیروویلیک) و با اطمینان از وجود تجانس واریانس‌ها (آزمون لون)، تغییرات درون‌گروهی هریک از متغیرها با استفاده از آزمون t وابسته بررسی شد. در تحلیل داده‌ها و برآورد مقدار اثر در طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل از آزمون آنکوا استفاده شد که در آن مقادیر پیش‌آزمون به‌عنوان Covariate به‌کار رفت. تحلیل‌های آماری در سطح آماری $P \leq 0/05$ و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ انجام گرفت.

نتایج

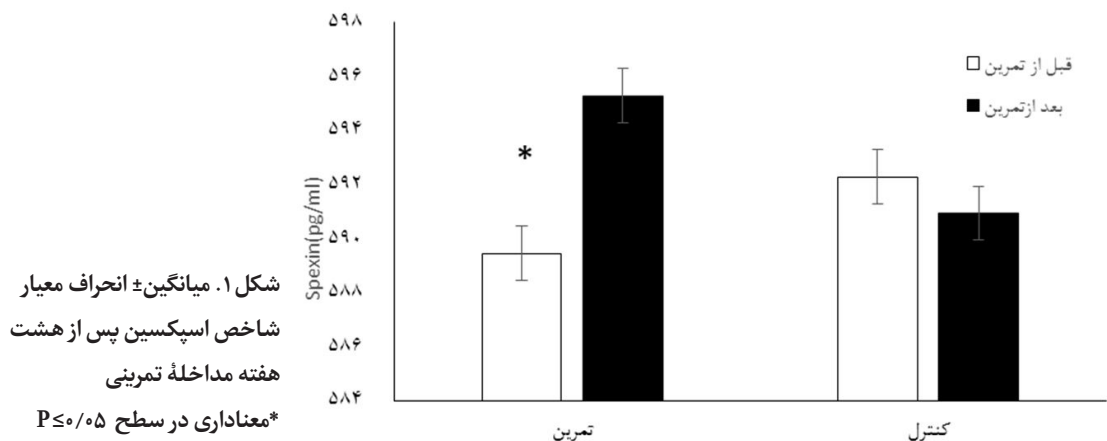
نتایج آزمون شاپیروویلیک مربوط به متغیرهای وابسته آزمودنی‌های گروه تمرین و کنترل حاکی از این بود که متغیرها از توزیع طبیعی پیروی می‌کنند ($P > 0/05$). بر پایه نتایج داده‌های اسپکسین (میانگین ± انحراف معیار) در پیش و پس از دوره تمرینی برای گروه تمرین به ترتیب $589/45 \pm 11/41$ و $595/29 \pm 10/58$ و برای گروه کنترل به ترتیب $592/28 \pm 8/35$ و $590/94 \pm 7/81$ میکروگرم بر میلی لیتر بود (شکل ۱). همچنین نتایج آزمون t وابسته نشان داد که میزان اسپکسین در افراد گروه تمرین در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش معناداری یافته است ($P = 0/010$). ولی در گروه کنترل، تغییرات اسپکسین در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون معنادار نبوده است ($P = 0/219$). همچنین بر پایه نتایج آزمون آنکوا، تمرین موجب افزایش معناداری در میزان اسپکسین شد ($P = 0/005$).

پنج دقیقه‌ای اجرا شد. ضربان قلب نیز با یک ضربان سنج (پلاز ۵۰۰ AXN ساخت فنلاند) کنترل شد.

روش‌های آزمایشگاهی: برای تعیین سطوح اسپکسین و نیمرخ لیپیدی در دو مرحله پیش‌آزمون (۴۸ ساعت پیش از شروع برنامه تمرینی) و پس‌آزمون (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) خونگیری در ساعت هشت صبح پس از ۱۲ ساعت ناشتایی به مقدار ۱۰ میلی لیتر از سیاهرگ ناحیه ساعد دست برتر کل آزمودنی‌ها در آزمایشگاه گرفته شد. نمونه‌های خون با دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و سرم آن‌ها جدا شد. سرم جدا شده در میکروتیوب‌ها ریخته شد و تا زمان آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری متغیرها در دمای منفی ۸۰ درجه سانتیگراد منجمد شد.

سطوح اسپکسین سرمی با استفاده از کیت الیزا ساخت چین (BT LAB) با CV و حساسیت به ترتیب ۵/۴۹ درصد و ۵ میکروگرم بر میلی لیتر اندازه‌گیری شد. سطوح سرمی HDL-C و LDL-C با استفاده از کیت رنگ سنج آنزیمی مستقیم (شرکت بیونیک، تهران، ایران) تعیین شد. CV و حساسیت آن برای LDL-C به ترتیب ۱/۴۶ درصد و ۱ میلی‌گرم بر دسی لیتر و برای HDL-C به ترتیب ۰/۶ درصد و ۱ میلی‌گرم بر دسی لیتر بود. سطح سرمی تری‌گلیسیرید با استفاده از روش GPO-POD (شرکت بیونیک تهران، ایران) تعیین شد. CV و حساسیت آن به ترتیب ۱/۲۸ درصد و ۱ میلی‌گرم بر دسی لیتر بود.

شاخص توده بدنی از طریق تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) بر حسب کیلوگرم / مترمربع محاسبه شد. برای ارزیابی شاخص WHR، دور کمر در باریک‌ترین ناحیه کمر با متر نواری غیرقابل ارتجاع اندازه‌گیری شد



مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها و نتایج مقایسه تغییرات درون‌گروهی با استفاده از روش t وابسته در جدول ۱ ارائه شده است. بر پایه داده‌های جدول ۱، LDL-C، تری‌گلیسیرید و کلسترول و داده‌های مربوط به ترکیب بدنی (وزن، WHR، BMI) پیش و پس از دوره تمرین برای گروه تمرین کاهش معنادار و برای HDL-C افزایش معناداری داشته است. ولی در گروه کنترل هیچ‌کدام از این متغیرها تغییر معناداری نداشتند. تغییرات ایجاد شده درون‌گروهی متغیرها با استفاده از تی

جدول ۱. نتایج آزمون t وابسته و آنکوا برای مقایسه نتایج متغیرها

متغیر	گروه	میانگین ± انحراف معیار	تفاوت میانگین‌ها	ت‌آماره	df	p-value ^۱	آزمون کوواریانس	
							F	p-value ^۲
TG (ml/dl)	پیش‌آزمون	۱۶۷/۶۹ ± ۸/۱۲	۲/۱۷	۹/۱۸	۱۰	*۰/۰۰۱	۰/۵۳	۴/۶۶
	تمرین	۱۶۵/۵۱ ± ۷/۰۹	-۰/۷۳	-۰/۵۳	۹	۰/۶۰۶		
	پس‌آزمون	۱۶۸/۵۴ ± ۶/۱۳						
	کنترل	۱۶۹/۷۲ ± ۶/۲۸						
LDL-C (ml/dl)	پیش‌آزمون	۱۱۳/۲۷ ± ۱۳/۱۷	۴/۹۲	۶/۱۸	۱۰	*۰/۰۰۱	۰/۹۹۹	۲۸/۴۷
	تمرین	۱۰۸/۳۴ ± ۹/۴۱	-۱/۸۱	-۱/۸۳	۹	۰/۱۰۰		
	پس‌آزمون	۱۱۵/۳۵ ± ۱۵/۲۹						
	کنترل	۱۱۷/۱۶ ± ۱۴/۲۹						
HDL-C (ml/dl)	پیش‌آزمون	۵۰/۱۰ ± ۵/۱۴	-۲/۱۸	-۴/۹۷	۱۰	*۰/۰۰۱	۰/۶۰	۵/۴۵
	تمرین	۵۲/۲۸ ± ۵/۴۲	۰/۱۳	۰/۱۵۴	۹	۰/۸۸۱		
	پس‌آزمون	۵۲/۱۵ ± ۴/۵۸						
	کنترل	۵۲/۰۱ ± ۵/۴۲						
Cho (ml/dl)	پیش‌آزمون	۲۱۵/۴۳ ± ۱۶/۰۷	۲۱/۶۳	۱۶/۵۷	۱۰	*۰/۰۰۱	۱/۰۰	۲۲۴/۲۴
	تمرین	۱۹۳/۸۰ ± ۱۵/۳۳	-۰/۶۸	-۱/۰۵	۹	۰/۳۱۸		
	پس‌آزمون	۲۲۷/۱۸ ± ۱۸/۴۸						
	کنترل	۲۲۷/۸۷ ± ۱۷/۵۲						

* p-value: آزمون t وابسته برای بررسی تفاوت میانگین‌های پیش و پس‌آزمون (درون‌گروهی)

p-value: معناداری بر پایه آزمون آنکوا برای بررسی تفاوت میانگین پس‌آزمون گروه‌ها

اسپکسین و تغییرات برخی از شاخص‌های آنتروپومتریکی (شاخص توده بدنی (P = ۰/۰۵) و نسبت دور کمر به دور لگن (P = ۰/۰۰۵) مردان میانسال چاق متعاقب هشت هفته تمرینات تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ همبستگی معناداری در جهت منفی وجود دارد.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون (جدول ۲) در مورد همبستگی بین اسپکسین و نیمرخ لیپیدی نشان می‌دهد که از شاخص‌های نیمرخ لیپیدی تنها بین کلسترول و تغییرات سطوح سرمی اسپکسین مردان میانسال چاق متعاقب هشت هفته تمرینات تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ همبستگی منفی معناداری وجود دارد (P = ۰/۰۰۴). همین‌طور بین تغییرات سطوح سرمی

جدول ۲. همبستگی بین اسپکسین، شاخص نیمرخ لیپیدی و شاخص‌های آنزیموتریکی

متغیر ۱	متغیر ۲	(ضریب همبستگی پیرسون)	(sig سطح معناداری)
	ΔTG	-۰/۳۳	۰/۱۳۵
$\Delta Spexin$	$\Delta LDL-C$	-۰/۳۷	۰/۰۹۲
	$\Delta HDL-C$	۰/۳۰	۰/۱۷۸
	$\Delta cholesterol$	-۰/۶۰۰	*۰/۰۰۴
	ΔBMI	-۰/۴۳	*۰/۰۰۵
	ΔWHR	-۰/۵۸	*۰/۰۰۵

* معناداری در سطح $P \leq 0/05$

بحث و نتیجه‌گیری

ترکیبی از اسپکسین و تمرینات ورزشی راهبرد درمانی مؤثری برای بیماری‌های مرتبط با چاقی است (۸). همین‌طور ثابت شده است که فعال شدن GalR2، که از گیرنده‌های اسپکسین است، مقاومت به انسولین را در عضله اسکلتی موش‌های چاق کاهش می‌دهد. این مسئله نشان می‌دهد که این شکل از گیرنده و اثر احتمالی اسپکسین از طریق این گیرنده، بر تنظیم توسط انسولین متمرکز است (۱۵). همچنین غدیر و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی همسو، با مقایسه دو گروه چاق (چاقی بدون دیابت و چاقی با دیابت) پیش و پس از تمرین هوازی شدت متوسط سه ماهه، میزان اسپکسین و همچنین شاخص‌های بالینی و سوخت‌وسازی را بر روی جمعیت مورد بررسی خود ارزیابی کردند و به این نتیجه دست یافتند که ورزش با بهبود همزمان نشانگرهای بالینی و سوخت‌وسازی، میزان اسپکسین خون را به میزان چشمگیری افزایش داد (۹). اسپکسین به‌عنوان عامل سیری برای سرکوب مصرف مواد غذایی عمل می‌کند، درحالی‌که گالانین اثر متضاد را به‌عنوان یک عامل بی‌اشتهایی دارد. همچنین اسپکسین با سرکوب انتشار گنادوتروپین به‌عنوان مهارکننده عملکردهای تولید مثل عمل می‌کند، درحالی‌که گالانین فعالیت نورون‌های هورمون آزادکننده گنادوتروپین را در مغز و سلول‌های گنادوتروپیک در هیپوفیز را تعدیل می‌کند (۱۶). روی هم‌رفته این نتایج بیانگر این است که اسپکسین آدیپوکنینی است که با عمل بر تعادل انرژی، دارای قابلیت کاربردی در درمان چاقی است. با نظر به اینکه چاقی با انتشار و نمایان شدن دیابت وابسته است، به‌ویژه اسپکسین در هموستاز گلوکز نیز دقت شده است (۱۱، ۱۷).

با بررسی نتایج پژوهش مشخص شد روش تمرین مورد بررسی بر شاخص اسپکسین مؤثر بود و سبب افزایش (۵/۸ درصدی) معنادار این شاخص در گروه تمرین شد ($P=0/010$). این در حالی است که تأثیری بر میزان اسپکسین گروه کنترل نداشت. همچنین در مورد شاخص دیگر مورد بررسی یعنی نیمرخ لیپیدی، این روش تمرین سبب کاهش کلسترول، تری‌گلیسیرید و $LDL-C$ و سبب افزایش $HDL-C$ مردان چاق شد. در مورد نتیجه پژوهش حاضر می‌توان گفت که تاکنون پژوهشی با این روش ورزشی انجام نگرفته و بیشتر پژوهش‌ها با تمرینات هوازی، مقاومتی، پیاده‌روی و... صورت گرفته است. از این رو در بحث، از همه پژوهش‌های مرتبط با موضوع، استفاده شد. این تحقیق نشان داد که هشت هفته تمرینات ۳۰-۲۰-۱۰ سطوح سرمی اسپکسین را افزایش می‌دهد.

سازوکار دقیق اثرگذاری تمرین تناوبی بر افزایش اسپکسین مشخص نیست. با وجود این، تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی تناوبی می‌تواند بیان اسپکسین را افزایش دهد. در مقابل، اسپکسین می‌تواند نقش‌های محافظتی ورزش را برای بهبود مقاومت به انسولین ایفا کند، که نشان می‌دهد اسپکسین یک میانجی نهفته برای ورزش برای بهبود مقاومت به انسولین ناشی از چاقی و دیابت است، یعنی اثر مفید ورزش بر حساسیت به انسولین دست‌کم تا حدی واسطه است (۸).

فانگ و همکاران (۲۰۲۲) دریافتند که ورزش می‌تواند بیان اسپکسین را افزایش دهد که همسو با نتایج پژوهش حاضر است. بنابراین باید در نظر گرفت که

خواص اسپکسین و بازسازی سلول‌های عضلانی پس از ورزش باشد. پس میتوان نتیجه گرفت که اسپکسین در فرایند تمایز سلول‌های C2C12 نقش دارد و ورزش بیان آن را تحریک می‌کند و به افزایش غلظت اسپکسین در سرم خون و بیان آن در سلول‌های عضلانی اسکلتی منجر می‌شود. بر پایه نتایج به نظر می‌رسد، شدت و حجم تمرین دو عامل تأثیرگذار در رهایی اسپکسین باشند (۱۸).

همچنین به خوبی درک نشده است که چگونه ورزش به بیان بالای اسپکسین و گیرنده‌های آن در بافت چربی منجر می‌شود. تنها سرنخ ممکن برای آن عوامل رونویسی مرتبط با اسپکسین ناشی از ورزش است که می‌تواند نقش مهمی در این فرآیند ایفا کند (۱۹). سازوکار مولکولی دقیق، که چگونه ورزش بیان اسپکسین را تنظیم میکند و چگونه این عوامل مولکولی با اسپکسین تعامل برقرار میکنند، مشخص نیست.

کولودزیجسکی و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند که اسپکسین مانع از ایجاد چربی می‌شود و بیان ژن‌های آدیپوژنز را کاهش می‌دهد. همچنین مشخص شد که اسپکسین لیپولیز را با افزایش فسفوریلاسیون لیپاز حساس به هورمون تحریک میکند. این نوروپیتید از لیپوژنز و جذب گلوکز در سلول‌های چربی انسانی و سلول‌های 3T3-L1 موش جلوگیری میکند (۲۰). لین و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که اسپکسین در تنظیم ساخت اسیدهای صفراوی و سوخت‌وساز لیپیدها نقش دارد و به این نتیجه رسیدند که اختلال در فعال سازی اسپکسین به انباشت کلسترول منجر می‌شود (۱۱، ۲۱). اسپکسین به طور عمده در جزایر پانکراسی انسان آشکار می‌شود و با انسولین در راه‌های ترشحی ساکن میشود و میتواند همگام با این هورمون آزاد شود (۱۱). رسوب تدریجی چربی می‌تواند به تنگی سرخرگ‌های کرونری یا آترواسکلروز منجر شود. بنابراین افزایش فعالیت بدنی ممکن است با کاهش میزان کلسترول و تری‌گلیسیرید خون همراه باشد. مقدار لایه‌های چربی که در بیماری سرخرگ کرونری رسوب می‌کند، میتواند مانع از ابتلا به بیماری سرخرگ کرونری شود یا از وخامت آن بکاهد (۲۲).

شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی افراد در پژوهش حاضر، در گروه تمرین دچار تغییرات زیادی شد. بنابر یافته‌های پژوهش حاضر تغییر معناداری در نیم‌رخ لیپیدی خون (LDL-C، HDL-C، TG) پس از اجرای هشت هفته تمرین

نتایج پژوهش حاضر با نتایج برخی پژوهش‌ها ناهم‌سوست. حلیل ابراهیم و همکاران (۲۰۲۰) کاهش سطوح خونی اسپکسین در افراد چاق را گزارش کردند و ورزش هوازی صبح و عصر هنگامی که به گروه‌های با وزن طبیعی و اضافه وزن و چاق اعمال می‌شود، از نظر آماری هیچ تأثیر معناداری بر سطح اسپکسین سرم نداشته است و سطح اسپکسین سرم در گروه اضافه وزن و چاق در مقایسه با گروه با وزن طبیعی به طور چشمگیری پایین‌تر بود (۱). همین‌طور باقر سلیمی و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند فعالیت ورزشی در هر دو شکل حاد و مزمن نتوانسته است موجب تغییراتی در سطوح سرمی اسپکسین شود (۴). از جمله دلایل تفاوت این دو مطالعه با پژوهش حاضر مدت، شدت و نوع فعالیت ورزشی است.

لسیجوسکا و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان دادند که اسپکسین در تنظیم سوخت‌وساز چربی و کربوهیدرات در بسیاری از بافت‌های محیطی نقش دارد. بنابراین در سوخت‌وساز ماهیچه‌های اسکلتی به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی نقش دارد. اسپکسین بیان پروتئین mRNA را تحریک میکند، که این پپتید روند میوژنز را تسریع می‌کند (۱۸) و بر تمایز مایوبلاست‌های C2C12 توسط گیرنده GalR3 واسطه میشود. ولی در مورد GalR2، که یکی از گیرنده‌های اسپکسین است و به‌طور گسترده در بسیاری از بافت‌های محیطی مانند دستگاه گوارش، پانکراس، کلیه‌ها، عضلات و بافت چربی بیان می‌شود، بسیاری از مسیرهای پیام‌رسانی درون سلولی توسط پروتئین‌های G همراه با GalR2 تنظیم می‌شوند. فعال شدن GalR2 از طریق آنزیم $Gq \alpha$ موجب تحریک فسفولیپاز و فراخوانی کلسیم و فعال شدن پروتئین کیناز منجر می‌شود. پروتئین، مسیر پروتئین کیناز فعال شده با میتوژن (MAPK) را فعال و آدنیلیل سیکلاز (AC) را مهار میکند. این مسیرها تا حد زیادی در فعالیت تکثیر سلولی، که شامل مسیر MAPK مذکور است، شرکت میکنند. در مقابل، فعال شدن گیرنده GalR3 با مهار مسیر AC همراه با هیپرپلازیواسیون غشا همراه است، که مایوژن و بیان GalR2 را در طول تمایز مایوبلاست تحریک میکند (۱۸). این واقعیت در ارتباط با نقش این گیرنده در تکثیر سلول‌های عضلانی، ممکن است به‌طور غیرمستقیم نشان‌دهنده تأثیر مفید ورزش در این بافت و افزایش

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی شرکت‌کنندگانی که در انجام پژوهش نویسندگان را در دستیابی به نتایج سودمند و کاربردی یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌شود.

حامی / حامیان مالی

پژوهش حاضر بخشی از پایان‌نامه ارشد در رشته فیزیولوژی ورزشی است که در گروه ورزشی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان تصویب شده و بدون هیچ‌گونه حمایت مالی انجام گرفته است.

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول دانشجو، نویسنده دوم استاد راهنما و نویسنده سوم استاد مشاور پژوهش هستند.

تعارض منافع

در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی بین نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Ceylan Hİ, Saygın Ö, Özel Türkçü Ü. Assessment of acute aerobic exercise in the morning versus evening on asprosin, spexin, lipocalin-2, and insulin level in overweight/obese versus normal weight adult men. *Chronobiology International*. 2020;37(8):1252-68.
2. Daviglus ML, Talavera GA, Avilés-Santa ML, Allison M, Cai J, Criqui MH, et al. Prevalence of major cardiovascular risk factors and cardiovascular diseases among Hispanic/Latino individuals of diverse backgrounds in the United States. *Jama*. 2012;308(17):1775-84.
3. Habibian M, Amirnia Shobi S, Zakeri Khatir E. The Effects of 8 weeks of regular aerobic exercise on the TNF- α levels and lipid profile in obese girls. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2021;28(1):134-42. (In Persian)
4. Baghersalimi M, Fathi R, Kazemi S. The Effect of Aerobic Training on Lipid Accumulation Product, Visceral Adiposity, Triglyceride-Glucose and Mcauley Indices in Early Pubertal Obese/Overweight Girls. *Sport Physiology*. 2020;12(46):95-116. (In Persian)
5. Mirabeau O, Perlas E, Severini C, Audero E, Gascuel O, Possenti R, et al. Identification of novel peptide hormones in the human proteome by hidden Markov model screening. *Genome research*. 2007;17(3):320-7.
6. Lin C-y, Huang T, Zhao L, Zhong LL, Lam WC, Fan B-m, et al. Circulating spexin levels negatively correlate with age, BMI, fasting glucose, and triglycerides in healthy adult women. *Journal of the Endocrine Society*. 2018;2(5):409-19.

تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ مشاهده شد. مشاهدات این پژوهش نشان می‌دهد که تمرینات تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ موجب کاهش تری‌گلیسیرید در گروه تمرین می‌شود که با پژوهش ملکی‌نژاد و همکاران همسوست (۲۳). آن‌ها دریافتند که تفاوت معناداری پس از هشت هفته تمرینات تناوبی کم‌حجم در تری‌گلیسیرید به وجود آمده و کاهش تری‌گلیسیرید را در پی داشته است (۲۳).

همسو با این پژوهش، نتایج تحقیقی پس از چهار هفته تمرین هوازی موجب کاهش کلسترول تام TC و LDL-C و افزایش HDL-C در زنان و مردان سالم شده است (۲۴).

پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی مواجه بود؛ تغذیه و رژیم غذایی که یکی از موارد اثرگذار بر روند پژوهش بود و امکان کنترل دقیق آن در آزمودنی‌ها وجود نداشت.

میزان خواب و استراحت، در تنظیم و ترشح هورمون‌ها، تفاوت‌های فردی در بین آزمودنی‌ها مثل میزان انگیزه و آمادگی قلبی تنفسی می‌تواند موارد اثرگذار در برنامه

تمرینی و ترشح اسپکسین در آزمودنی‌ها باشد. با در نظر گرفتن محدودیت‌های پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که هشت هفته تمرین تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ سبب کاهش

معنادار سطوح تری‌گلیسیرید، LDL-C، کلسترول، وزن و شاخص توده بدن در گروه تمرین شد. از طرفی به افزایش سطوح HDL-C و سطح سرمی اسپکسین انجامید.

بنابراین به نظر می‌رسد برنامه تمرین تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ بر بهبود شاخص‌های نیم‌رخ لیپیدی، ترکیب بدنی و سطح سرمی اسپکسین افراد دارای اضافه وزن مؤثر باشد.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده متغیرهای بررسی شده این پژوهش همراه با فعالیت تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ بر روی زنان چاق میانسال بررسی شود. همین‌طور در

صورت لزوم، همراه با انجام تمرینات، با هدف بالا بردن بازدهی بیشتر می‌توان از برنامه‌های هفتگی تغذیه‌ای نیز بهره برد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد

هشت هفته تمرینات تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ با تواتر سه بار در هفته تأثیر معناداری در افزایش اسپکسین سرم و HDL-C خون دارد، در ضمن موجب کاهش کلسترول،

تری‌گلیسیرید و LDL-C مردان میانسال چاق می‌شود. با توجه به موارد مذکور می‌توان نتیجه گرفت که هشت هفته تمرینات تناوبی ۳۰-۲۰-۱۰ بر سطوح عوامل

ذکرشده در مردان میانسال چاق تأثیرگذار است.

7. Bacopoulou F, Apostolaki D, Mantzou A, Doulgeraki A, Palasz A, Tsimaris P, et al. Serum Spexin is correlated with lipoprotein (a) and androgens in female adolescents. *Journal of Clinical Medicine*. 2019;8(12):2103.
8. Fang P, Ge R, She Y, Zhao J, Yan J, Yu X, et al. Adipose tissue spexin in physical exercise and age-associated diseases. *Ageing Research Reviews*. 2022;73:101509.
9. Khadir A, Kavalakatt S, Madhu D, Devarajan S, Abubaker J, Al-Mulla F, et al. Spexin as an indicator of beneficial effects of exercise in human obesity and diabetes. *Scientific Reports*. 2020;10(1):1-11.
10. Al-Daghri NM, Al-Hazmi HA, Al-Ajlan A, Masoud MS, Al-Amro A, Al-Ghamdi A, et al. Associations of spexin and cardiometabolic parameters among women with and without gestational diabetes mellitus. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2018;25(4):710-4.
11. Gu L, Ma Y, Gu M, Zhang Y, Yan S, Li N, et al. Spexin peptide is expressed in human endocrine and epithelial tissues and reduced after glucose load in type 2 diabetes. *Peptides*. 2015;71:232-9.
12. Gunnarsson TP, Bangsbo J. The 10-20-30 training concept improves performance and health profile in moderately trained runners. *Journal of Applied Physiology*. 2012.
13. Gliemann L, Gunnarsson TP, Hellsten Y, Bangsbo J. 10-20-30 training increases performance and lowers blood pressure and VEGF in runners. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2015;25(5):e479-e89.
14. Andrade PA, Silveira BS, Rodrigues AC, Da Silva FO, Rosa CB, Alfenas RG. Effect of exercise on concentrations of irisin in overweight individuals: a systematic review. *Science & Sports*. 2018;33(2):80-9.
15. Fang P, Zhang L, Yu M, Sheng Z, Shi M, Zhu Y, et al. Activated galanin receptor 2 attenuates insulin resistance in skeletal muscle of obese mice. *Peptides*. 2018;99:92-8.
16. Zahir IM, Ogawa S, Dominic NA, Soga T, Parhar IS. Spexin and Galanin in Metabolic Functions and Social Behaviors With a Focus on Non-Mammalian Vertebrates. *Frontiers in Endocrinology*. 2022;13.
17. Ma A, Bai J, He M, Wong AO. Spexin as a neuroendocrine signal with emerging functions. *General and comparative endocrinology*. 2018;265:90-6.
18. Leciejewska N, Pruszyńska-Oszmałek E, Mielnik K, Głowacki M, Lehmann TP, Sassek M, et al. Spexin Promotes the Proliferation and Differentiation of C2C12 Cells In Vitro—The Effect of Exercise on SPX and SPX Receptor Expression in Skeletal Muscle In Vivo. *Genes*. 2021;13(1):81.
19. Tran A, Loganathan N, McIlwraith EK, Belsham DD. Palmitate and nitric oxide regulate the expression of spexin and galanin receptors 2 and 3 in hypothalamic neurons. *Neuroscience*. 2020;447:41-52.
20. Kolodziejcki PA, Pruszyńska-Oszmałek E, Micker M, Skrzypski M, Wojciechowicz T, Szwarckopf P, et al. Spexin: A novel regulator of adipogenesis and fat tissue metabolism. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*. 2018;1863(10):1228-36.
21. Yavuzkir S, Ugur K, Deniz R, Ustebay DU, Mirzaoglu M, Yardim M, et al. Maternal and umbilical cord blood subfatin and spexin levels in patients with gestational diabetes mellitus. *Peptides*. 2020;126:170277.
22. Gharari Arefi R, Hemati Nafar M, Kordi MR. The effect of a high intensity interval training program on lipid profile in sedentary young men. *Journal of sport Biosciences*. 2014;6(3):259-72. (In Persian)
23. Malekinezhad H, Moflehi D, Abbasi H, Behzadi A. Effect of low or high volume of high-intensity interval training protocols on the leptin and lipid profile in men with type 2 diabetes. *Journal of Community Health Research*. 2019;8(4):228-36. (In Persian)
24. Lakka TA, Lakka H-M, Rankinen T, Leon AS, Rao D, Skinner JS, et al. Effect of exercise training on plasma levels of C-reactive protein in healthy adults: the HERITAGE Family Study. *European heart journal*. 2005;26(19):2018-25.