

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال چهارم، شماره دوم؛

پاییز و زمستان ۱۳۹۶

صفحات ۴۱-۳۴

Original Article

Open Access

اثر مستقل و ترکیبی تمرین هوازی تناوبی شدید و بی‌تمرینی بر سطوح سرمی لپتین، آدیپونکتین و وزن اضافه دارای انسولین مردان به مقاومت شاخص

یزدان فروتن^{۱*}، دکتر عبدالحسین پرنو^۲، دکتر سعید دانشیار^۳

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۲۲

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۱۸



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید.

۱. کارشناس ارشد، و مدرس، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسدآباد، همدان، ایران.

*نویسنده مسئول:

yazdanfrota@yahoo.com

۲. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران.

۳. استادیار، گروه تربیت بدنی دانشگاه آیت ا. العظمی بروجردی لرستان، ایران.

چکیده

بافت چرب یکی از بزرگترین اندام‌های آندوکرینی بدن بوده و برای عملکرد طبیعی بدن مورد نیاز است و در بیماری‌های متابولیکی سطح آن تغییر می‌کند. تحقیق حاضر با هدف تاثیر تمرین هوازی بیشینه، ترکیبی (هوازی بیشینه- حمام سونا) و بی‌تمرینی بر سطوح لپتین، آدیپونکتین، شاخص مقاومت به انسولین مردان غیرفعال دارای اضافه وزن انجام شد. ۳۰ مرد جوان (با دامنه سنی ۱۹ تا ۲۵ سال و شاخص توده بدن ≥ 25) به طور تصادفی به دو گروه تمرین هوازی تناوبی شدید و ترکیبی (هر گروه ۱۰ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته تمرین هوازی تناوبی شدید را در روزهای زوج انجام دادند و آماگروه تمرین ترکیبی علاوه بر تمرین هوازی، ۳ جلسه در هفته برنامه مکمل حمام سونا را نیز در روزهای فرد به مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه در داخل حمام سونای خشک با حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد با ضربان قلب ۱۳۰-۱۴۵ ضربه در دقیقه انجام دادند. پس از پایان ۸ هفته تمرینات از هر دو گروه خواسته شد تا به شیوه زندگی کم تحرک قبلی خود برای ۲ هفته آینده بدون فعالیت ورزشی برگردند (مرحله بی‌تمرینی) در ضمن، از آزمودنی‌ها خونگیری در ۳ مرحله (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و بی‌تمرینی) به عمل آمد. تمرینات هوازی تناوبی شدید و ترکیبی منجر به افزایش معنی‌دار سطوح آدیپونکتین و کاهش معنی‌دار سطوح لپتین، گلوکز، انسولین، شاخص مقاومت به انسولین و درصد چربی بدن آزمودنی‌های دارای اضافه وزن پژوهش شد و میانگین بین گروهی تفاوت معنی‌دار نداشت ($P \leq 0.05$). همچنین مشخص شد که پس از ۲ هفته بی‌تمرینی سطوح لپتین، آدیپونکتین، شاخص‌های متابولیک به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P \leq 0.05$). یافته‌های پژوهش نشان داد تمرینات هوازی تناوبی شدید-حمام سونا باعث بهبود ترکیب بدنی و غلظت برخی هورمون‌های بافت سفید چربی و شاخص مقاومت به انسولین شد. ضمناً سازگاری‌های ناشی از تمرینات ورزشی با بی‌تمرینی برگشت پذیرند، لذا توصیه می‌شود افراد دارای اضافه وزن به طور منظم در برنامه‌های ورزشی شرکت کنند.

واژه‌های کلیدی: تمرین ترکیبی، تمرین تناوبی شدید، بی‌تمرینی، لپتین، آدیپونکتین.

نحوه ارجاع: فروتن یزدان، پرنو عبدالحسین، دانشیار سعید. اثر مستقل و ترکیبی تمرین هوازی تناوبی شدید و بی‌تمرینی بر سطوح سرمی لپتین، آدیپونکتین و شاخص مقاومت به انسولین مردان دارای اضافه وزن. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۶؛ ۴(۲): ۴۱-۳۴

Journal of Applied Health Studies in Sport PhysiologyVolume 4, Number 2
Autumn /Winter 2017
34-41

Original Article

 Open Access**Independent and combined effect of intense and periodic aerobic exercise on serum leptin, adiponectin and insulin resistance index of overweight men**Foroutan Y^{1*}, Parnow AH², Daneshyar S³

Received 27 January 2019; accepted 2 May 2019

Abstract

Fatty tissue is one of the largest endocrine organs in the body and is required for normal functioning of the body and changes in its metabolic diseases. The present study aims to investigate the effect of maximal aerobic exercise, hybrid (aerobic max bath sauna) and bio training levels of leptin, adiponectin, insulin resistance index was overweight inactive men. Thirty young men (with age range 19 to 25 years old and body mass index ≤ 25) were randomly divided into two groups of severe and combined periodic aerobic exercises (each group of 10). The subjects completed intensive aerobic exercise for 8 weeks and 3 sessions per week in a couple of days, but the combined exercise group In addition to the aerobic exercise, 3 sessions per week were performed on a sauna bath supplement on individual days for 20 to 30 minutes in a sauna with a warm 80 ° C heart rate with a heart rate of 150-145 beats per minute. After 8 weeks of training, both groups were asked to return to their low-mobility lifestyle for the next 2 weeks without exercise (insomnia). Meanwhile, the subjects were subjected to blood sampling in three stages (pre-test, post-test, and de-training). Severe and intermittent aerobic exercises resulted in a significant increase in adiponectin levels and a significant decrease in leptin, glucose, insulin, insulin resistance index, and body fat percentage of overweight subjects. There was no significant difference between the groups ($P \leq 0.05$) It was also found that after 2 weeks of non-administration, the levels of leptin, adiponectin, and metabolic index increased significantly ($P \leq 0.05$). The results of this study showed that intensive aerobic exercise-sauna baths improved the body composition and the concentration of some white blood lipid hormones and insulin resistance index. Additionally, adaptations resulting from sports exercises are reversible, so it is recommended that overweight individuals regularly participate in sports programs.

Keywords: Combined exercise, severe periodic exercises, insomnia, leptin, adiponectin.



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1- Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Azad Aslamic Asadabad-Amadan, Iran.

*Corresponding author: yazdanfrotan@yahoo.com

2- Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, Razi University, Kermanshah, Iran

3- Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Ayatollah Ozma Boroujerdi, Lorastan, Iran

cite as: Foroutan Y, Parnow AH, Daneshyar S. Independent and combined effect of intense and periodic aerobic exercise on serum leptin, adiponectin and insulin resistance index of overweight men. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2017; 4(2): 34-41.

چاقی اختلالی است متشکل از گروهی ناهمگون از ناهنجاری‌ها با علل متعدد که با بروز بیماری‌های متابولیکی، قلبی-عروقی و بافت چربی ارتباط تنگاتنگ دارد. بافت چربی یکی از بزرگترین اندام‌های آندوکرینی بدن بوده و برای عملکرد طبیعی بدن مورد نیاز است و در بیماری‌های متابولیکی سطح آن تغییر می‌کند (۱،۲). از جمله فاکتورهای مهم و مترشحه از بافت سفید چربی لپتین و آدیپونکتین می‌باشد. لپتین یک هورمون پلی پپتیدی کوچک است که توسط آدیپوسیت‌ها تولید می‌شود و با توده چربی بدن در ارتباط است. این هورمون از ۱۶۲ اسید آمینه تشکیل شده است که در تنظیم فرآیندهای متابولیک دخالت دارد و نمایانگر توده چربی بدن است. برخی از پژوهشگران لپتین را عامل هشدار دهنده در تنظیم محتوای چربی بدن ذکر کرده‌اند، عواملی مانند؛ کاهش وزن، غلظت لپتین را کاهش و در مقابل افزایش وزن باعث افزایش آن می‌شود. هورمون لپتین با گیرنده‌های ویژه‌ای در هیپوتالاموس در ارتباط است، که با مهار ترشح نوروپپتید Y باعث کاهش اشتها می‌شود و از طرف دیگر با افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک و افزایش لیپولیز، میزان متابولیسم بدن را افزایش داده و در نتیجه میزان چربی بدن را کنترل می‌کند (۳،۴). از دیگر فاکتورهای مهم و مترشحه از بافت سفید چربی آدیپونکتین می‌باشد. آدیپونکتین علاوه بر نشانگر اختلالات کرونری، از طریق مهار برخی آدیپوسایتوکاین‌ها منجر به افزایش حساسیت به انسولین نیز می‌شود. ژن آدیپونکتین به عنوان عامل چاقی و بیماری‌های متابولیکی در انسان معرفی شده است. آدیپونکتین یکی از سایتوکین‌های مشتق شده از بافت چربی بوده که نقش مهمی در تنظیم متابولیسم چربی و کربوهیدرات در دو بافت عضلانی و کبد دارد سطح سرمی آدیپونکتین با کاهش وزن رابطه مثبت دارد (۴،۵). همچنین ارتباط مثبتی بین سطوح لپتین و آدیپونکتین با متابولیسم گلوکز ناشی از تحریک انسولین در افراد بالغ وجود دارد. به نظر می‌رسد که انسولین یک تنظیم کننده بسیار مهم بیان ژن لپتین و آدیپونکتین است که ممکن است بسته به نوع کار و مدت فعالیت آثار متفاوتی داشته باشد. نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که غلظت آدیپونکتین گردشی در آزمودنی‌های چاق، دیابت شیرین نوع ۲ و بیماری کرونری قلب پایین است. از طرف دیگر در درجات متفاوتی از تحمل به گلوکز، کاهش لپتین و افزایش آدیپونکتین به طور قوی با میزان مقاومت به انسولین ارتباط دارد (۳). نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که افزایش آدیپونکتین و یا حساسیت آدیپونکتین در درمان مقاومت به انسولین و حالات مختلف تحمل گلوکز استفاده می‌شود (۵،۶). از سوی دیگر، محققان نشان داده‌اند حمام سونا به عنوان یک محیط گرم اثرات فیزیولوژیکی و درمانی فراوانی دارد و نشان دادند که قرار گرفتن در معرض حمام سونای خشک فنلاندی ۸۰ درجه سانتیگراد سبب کاهش فشار خون دیاستول، پروتئین تام سرم، افزایش هموگلوبین و سدیم، پتاسیم و آهن سرم به طور معنی‌داری کاهش یافتند. همچنین حمام سونا ممکن است دستگاه‌های مختلف بدن از جمله دستگاه غدد درون‌ریز را فعال کند و سبب افزایش معنی‌دار سطح هورمون رشد، آدرنالین، گلوکاگون و کورتیزول خون می‌شود (۷). علاوه بر این، افزایش گرمای بدن با افزایش معنی‌دار سطح اسید چرب آزاد، ۳-هیدروکسی بوتیرات، گلیسرول و لاکتات خون همراه است. در همین حیطه (۸) گزارش کردند که قرارگیری در معرض حمام سونا کلسترول تام و غلظت لیپوپروتئین با چگالی کم، درصد چربی، غلظت اسیدهای چرب آزاد و خص توده بدنی کاهش و غلظت لیپوپروتئین با چگالی زیاد افزایش می‌یابد (۹). علاوه بر رژیم غذایی و مداخلات دارویی، ورزش و زندگی فعال مؤثرترین

عامل پیشگیری و بهبود چاقی، بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت و... می‌باشد. در همین زمینه پژوهشگران در مطالعات پیشین از تمرینات صرف هوازی و قدرتی با مداخلات تمرینی متفاوتی جهت بهبود فاکتورهای مرتبط با چاقی استفاده کرده‌اند. اجرای تمرینات سنتی نیاز به صرف زمان و هزینه زیادی دارد. لذا افراد با هدف بهبود ترکیب بدنی و سطح آمادگی جسمانی از این تمرینات می‌کنند، اما در ادامه تمرینات به دلیل شدت، حجم و زمان زیاد این تمرینات نوعی دلزدگی و حتی انصراف از ادامه تمرینات روبرو می‌شوند، از طرف دیگر حجم زیاد فعالیت‌های ورزشی هوازی سنتی، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی و متابولیکی را کاهش می‌دهد، اما به زمان زیادی نیاز است (۱،۵). همچنین بیان شده است که کمبود وقت یکی از موانع شرکت منظم در فعالیت‌های ورزشی است. بنابراین محققین برای حل این مشکل اقدام به ابداع شیوه‌های نوین تمرینی کرده‌اند، تمرین تناوبی شدید و تمرینات ترکیبی می‌تواند به عنوان جایگزین مؤثر تمرین هوازی سنتی که تغییرات مشابه یا حتی بیشتری در دامنه‌ای از تغییرات فیزیولوژیکی، عملکردی و نشانگرهای مربوط به سلامت در افراد بالغ و بیمار ایجاد می‌کند به کار گرفته شود. در مورد تأثیرات هوازی تناوبی شدید شناخت کمی وجود دارد، اما شواهد در حال افزایش نشان می‌دهد این نوع تمرین در مقایسه با تمرینات تناوبی با شدت متوسط با وجود زمان کمتر و حجم تمرین کمتر باعث تحریک فیزیولوژیکی بیشتری می‌شود. این یافته‌ها از دیدگاه سلامت عمومی مهم هستند. اما اخیراً محققین استفاده از تمرینات ترکیبی را توصیه شده است، بدین صورت که در کنار پروتکل اصلی تمرین، برای مثال از تمرینات کششی، طنابزنی، حمام سونا، ماساژ و... به صورت همزمان استفاده می‌کنند. تمرین موازی باعث درگیر شدن چند دستگاه تولید انرژی به صورت ترکیبی شده و حجم بیشتری عضلات و مفاصل را درگیر کرده و باعث ایجاد فشار و استرس بدنی بیشتر، مصرف بیشتر انرژی شده و در نهایت باعث بهبود بسیاری از شاخص‌های مرتبط با آمادگی جسمانی می‌شود (۱). در همین زمینه، (۱۰،۱۱) نشان دادند تمرین هوازی و بی‌تمرینی باعث افزایش معنی‌دار آدیپونکتین و کاهش غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین شده است. همچنین محققین دیگری (۱۲،۱۳) اذعان داشتند تمرین هوازی و بی‌تمرینی باعث کاهش معنی‌دار وزن و درصد چربی بدن در پایان دوره شد، اما تغییر معنی‌داری در سطوح لپتین مشاهده نشد. در مطالعات دیگری (۷،۸) نیز اثرات حاد و بلند مدت تمرینات هوازی تناوبی شدید و حمام سونا را بر ترکیب بدن، چربی و نیمرخ لیپیدی مورد بررسی قرار دادند و اذعان داشتند که برنامه مکمل حمام سونا باعث اثرات بهتری نسبت به تمرینات صرف هوازی بر بهبود این متغیرها دارد. علاوه بر این موارد بی‌تمرینی ۱ یا دور شدن از نظم و انسجام تمرینات ورزشی روزانه و مناسب در شرایطی که علت آن بیماری، آسیب دیدگی و یا قرار گرفتن در فصل استراحت و بعد از فصل مسابقات باشد، باعث می‌شود که ورزشکار، آثار و فواید ناشی از تمرینات را برای مدت کوتاهی از دست بدهد و این امر ممکن است از چند هفته تا چند ماه متفاوت باشد (۵،۱۴) محققین بی‌تمرینی را دوره‌ای می‌دانند که تحریکات ناکافی یا محدود بر بدن اعمال می‌شود و می‌تواند به کاهش معنادار سازگاری‌های به دست آمده از تمرینات قلبی منجر شود (۱۳،۱۲). نظریات گوناگونی در مورد کاهش برخی شاخص‌های آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی پس از یک دوره بی‌تمرینی وجود دارد، که این کاهش خیلی محسوس و مشکل‌ساز نمی‌باشد (۱۵) متأسفانه پژوهش‌های انجام شده در مورد نحوه دوره‌بندی در داخل کشور بسیار اندک است. به نظر می‌رسد که

روش‌های آزمایشگاهی

ضمناً قابل ذکر است که در بیشتر پژوهش‌های پیشین از پروتکل تمرین آزمایشگاهی با استفاده از وسایلی مانند دوچرخه کارسنج، تردمیل و... استفاده شده است که در مقایسه با تمرینات میدانی فشار و استراس کمتر و به تبع نیز عضلات کمتری نیز حین فعالیت درگیر می‌شود. بنابراین در این پژوهش سعی شد برنامه تمرین به گونه‌ای تغییر کند که کاربردی و اجرایی‌تر از سایر پروتکل‌های تمرینی شده و نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی کمتری نیز دارد. علاوه بر این در برنامه مکمل حمام سونا آزمودنی‌ها به مدت ۱۲۰ الی ۱۴۵ دقیقه در داخل حمام سونای خشک با حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد با ضربان قلب ۱۳۰-۱۴۵ ضربه در دقیقه در بالاترین پله حمام سونا که هم سطح با دامناستج داخل حمام سونا بود، را اجرا کردند. آزمودنی‌ها، سه روز در هفته (روزهای فرد) به مدت هشت هفته، برنامه حمام سونا را همزمان پروتکل اصلی تمرین انجام دادند (۹) در هر جلسه تمرینی پژوهشگر بر کار آزمودنی‌ها نظارت داشت. مدت زمان تمرینات هر دو گروه تجربی در هر جلسه تقریباً ۹۰ دقیقه بود. با توجه به مقدار پیشرفت متغیرهای تمرین برنامه جدید به آزمودنی داده می‌شد، تا اصل اضافه بار رعایت شده باشد. گروه کنترل در طول این ۸ هفته در برنامه منظم ورزشی شرکت نداشتند. وزن آزمودنی‌ها بدون کفش با حداقل لباس با استفاده از ترازوی دیجیتالی سکا ساخت کشور آلمان، با دقت اندازه‌گیری ۰/۱ کیلوگرم محاسبه شد و قد نیز با استفاده از قدسنج دیواری (مدل ۳۴۴۴۰ ساخت شرکت کاوه، ایران با دقت ۰/۱± سانتیمتر) در وضعیت ایستاده کنار دیوار بدون کفش و درحالی‌که کتف‌ها در شرایط عادی بودند اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی از تقسیم وزن فرد کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه شد. درصد چربی و توده بدون چربی بدن با استفاده از کالیبر (مدل هارپندن) و تکنیک نیشگون گرفتن در هفت ناحیه‌ای و از طریق فرمول جکسون و پولاک اندازه‌گیری شد. در ادامه نمونه‌های خونی به صورت ناشتا از آزمودنی‌ها به عمل آمد سه روز بعد اولین تمرین تناوبی انجام و آزمودنی‌ها در مجموع در طی ۸ هفته تمرین منتخب شرکت کردند. حدود ۷۲ ساعت پس از پایان آخرین جلسه فعالیت آزمودنی‌ها مربوط به ترکیب بدنی و نمونه خونی مجدداً و تحت شرایط یکسان با پیش‌آزمون از آزمودنی‌ها گرفته شد و با پیش‌آزمون مورد مقایسه قرار گرفت. برای بررسی متغیرهای خونی عمل خون‌گیری حدود سه روز قبل از شروع برنامه تمرین و نیز بعد از سه روز از آخرین جلسه تمرینات به صورت ناشتا و در ساعت ۱۰ صبح توسط متخصص آزمایشگاه گرفته شد. برای گرفتن نمونه‌خونی از آزمودنی‌ها خواسته شد به مدت ۱۵ دقیقه بر روی صندلی مخصوص استراحت سپس از سیاهرگ دست راست آزمودنی‌ها در حالت نشسته، با حجم ۵ cc گرفته شد و همچنین مرحله دوم خون‌گیری نیز جهت جلوگیری از تاثیر تمرین بر متغیرهای مورد مطالعه پس از گذشت ۷۲ ساعت از آخرین جلسه تمرینی مانند مرحله پیش‌آزمون بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی در ساعت ۱۰ صبح گرفته شد و سپس نمونه‌های خونی برای سنجش و آنالیز بیوشیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافتند. برای اندازه‌گیری مقدار سرمی لپتین از کیت کازابایو ساخت کشور ژاپن و آدیپونکتین از کیت شرکت BIOVENDOR کشور چک به روش الیزا استفاده شد. غلظت سرمی انسولین به وسیله کیت Monobind اندازه‌گیری شد. مقاومت به انسولین با استفاده از روش هموستازی مقاومت به انسولین (HOMA-IR) تعیین گردید.

تحلیل آماری

در پژوهش حاضر از روش آماری تحلیل واریانس (ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی با سطح معناداری، $P < 0.05$ و برای حصول اطمینان از همسان

تاکنون، اجماع عمومی در مورد نقش بی‌تمرینی پس از این تمرینات و این که هر یک از قابلیت‌های کسب شده، با چه شدتی تحت تاثیر قرار می‌گیرند و ماندگاری سازگاری‌های به وجود آمده پس از تمرین ورزشی متفاوت به چه صورت می‌باشد، به دست نیامده است.

حال با توجه به اینکه پژوهش‌های صورت گرفته با هدف بررسی آثار حاد و چند هفته‌ای از پروتکل‌های متفاوت تمرینات هوازی و بی‌تمرینی هر کدام به نحوی اثرات تمرینات هوازی و بی‌تمرینی را بر ترکیب بدنی، آدیپونکتین و لپتین سرم نشان دادند و از طرف دیگر نیز پژوهشگران گزارش کردند که حمام سونا نیز می‌تواند اثرات مثبتی بر ترکیب بدنی، آدیپونکتین و لپتین سرم داشته باشد، نویسندگان در جستجوی آن بودند که اگر حمام سونا با تمرینات هوازی شدید همراه شود، می‌تواند نتایج بهتری حاصل کند یا خیر. این سؤال ضرورت این پژوهش را آشکار ساخت و از آنجا که مطالعه‌ای یافت نکردیم که تمرینات هوازی شدید را همراه حمام سونا و بی‌تمرینی بر ترکیب بدنی، لپتین سرم و آدیپونکتین مورد مطالعه قرار داده باشد، در واقع محقق به دنبال پاسخ این سؤال است که آیا فعالیت هوازی شدید و پروتکل ترکیبی فعالیت شدید هوازی و حمام سونا به یک اندازه سبب تغییر ترکیب بدنی، مقاومت به انسولین و برخی هورمون‌های بافت چربی می‌شوند؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و از نظر کنترل متغیرهای پژوهش در دوگروه تجربی شامل؛ گروه (تمرین هوازی تناوبی شدید)، گروه (تمرین هوازی تناوبی شدید و حمام سونا) و اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش در سه نوبت (پیش‌آزمون، پس-آزمون و بعد از بی‌تمرینی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جامعه آماری این تحقیق مردان غیرورزشکار دارای اضافه وزن و با دامنه سنی ۱۹ تا ۲۵ سال بودند. از بین این افراد به صورت داوطلبانه ۳۰ نفر که در هیچ گونه برنامه تمرینی منظم و سازمان یافته شرکت نداشتند و سابقه بیماری متابولیکی نیز نداشتند انتخاب و پس از توضیح اهداف و پیامدهای تحقیق و مراحل و شیوه اجرا از آنها رضایت نامه کتبی گرفته شد. ۳۰ آزمودنی دارای اضافه وزن با $BMI \geq 25$ بودند که به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفره) تقسیم شدند. لازم به ذکر است این افراد سابقه بیماری خاصی نداشتند، سیگار نمی‌کشیدند و از رژیم غذایی و شیوه درمانی خاصی استفاده نمی‌کردند و برای شروع فعالیت بدنی آمادگی لازم را داشتند. این موارد با پرسشنامه سابقه پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی (PAR-Q) مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمودنی‌ها پس از انتخاب و تقسیم در گروه‌ها در یک جلسه توجیهی شرکت کردند و کاملاً با روند اجرای تمرین آشنا شدند. ضمناً در این جلسات توصیه‌های درخصوص نحوه تغذیه و حفظ رژیم غذایی گذشته خود، و رعایت برخی نکات تخصصی و عمومی تغذیه‌ای ارائه شد. تمرینات به مدت ۸ هفته و هفته‌های ۳ جلسه اجرا شد. تمرینات هوازی تناوبی شدید در هر دو گروه مشابه بود و در روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه اجرا شد اما در گروه همزمان علاوه بر تمرین هوازی تناوبی شدید آزمودنی‌ها برنامه مکمل حمام سونا را نیز در روزهای یکشنبه، سه شنبه و پنجشنبه اجرا می‌کردند. برنامه تمرین تناوبی شدید هوازی شامل؛ دویدن با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب پیشینه به صورت وهله‌های ۴ دقیقه‌ای بود که ۴ بار در هر جلسه تکرار شد و بین وهله‌های ۲-۴ دقیقه استراحت فعال در نظر گرفته شود. اصل اضافه بار فزاینده با افزایش در تعداد وهله‌ها یا کاهش تدریجی در زمان ریکاوری بین وهله‌ها اعمال شد. در ضمن شدت تمرینات هوازی با استفاده از روش درک فشار تمرین بورگ کنترل شد (۱،۲،۳).

غیرفعال شد و تفاوت بین گروه‌ها نیز معنادار نبود و لازم به ذکر است که اعمال ۳ هفته بی‌تمرینی باعث تغییرات معنی‌داری نسبت به پس‌آزمون نشد ($P \leq 0/05$). نتایج نشان داد، پس از هشت هفته تمرین ترکیبی سطوح سرمی آدیپونکتین مردان چاق غیرفعال افزایش معنی‌دار داشته است. همچنین لازم به ذکر است که اعمال یک دوره بی‌تمرینی کوتاه مدت پس از دو پروتکل تمرینی منتخب باعث افزایش و کاهش معنی‌دار شاخص‌های نیمرخ لیپیدی و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها شد ($P \leq 0/05$).

بودن گروه‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف (K-S) و برای محاسبه درصد تغییرات از فرمول $\{(pos-pre)/pre\} \times 100$ استفاده شد.

نتایج

بر اساس جدول شماره ۱، هشت هفته برنامه تمرینات هوازی تناوبی شدید و همزمان منجر به کاهش معنی‌داری در سطوح سرمی لپتین، گلوکز، انسولین، شاخص مقاومت به انسولین و درصد چربی بدن مردان چاق

جدول ۱: تغییرات متغیرهای پژوهش از پیش آزمون تا پس آزمون و نتایج مربوط به درصد تغییرات با فرمول $\{(pos-pre)/pre\} \times 100$ در گروه‌های سه گانه. *: اختلاف معنادار بین پیش آزمون و پس آزمون.

متغیر	گروه‌ها	پیش آزمون (انحراف معیار ± میانگین)	پس آزمون (انحراف معیار ± میانگین)	۲ هفته بی‌تمرینی (انحراف معیار ± میانگین)
لپتین (نانوگرم بر میلی لیتر)				
تمرین هوازی اینتروال شدید-حمام سونا		۱۱/۹۴ ± ۱/۳۵	*۱۰/۴۲ ± ۱/۲۳	*۱۰/۶۸ ± ۱/۲۷
تمرین هوازی اینتروال شدید		۱۲/۰۵ ± ۱/۰۶	*۱۱/۲۴ ± ۰/۷۶	*۱۱/۶۰ ± ۰/۸۵
آدیپونکتین (میکروگرم بر میلی لیتر)				
تمرین هوازی اینتروال شدید-حمام سونا		۱۴/۷۷ ± ۱/۶۶	*۱۶/۱۵ ± ۱/۷۲	*۱۵/۹۸ ± ۱/۶۹
تمرین هوازی اینتروال شدید		۱۵/۶۸ ± ۱/۱۱	*۱۶/۸۰ ± ۱/۱۰	*۱۶/۰۰ ± ۱/۱۰
درصد چربی بدن (درصد)				
تمرین هوازی اینتروال شدید-حمام سونا		۱۰/۲۵ ± ۱/۱۰	*۹/۷۲ ± ۱/۱۸	*۹/۹۸ ± ۱/۱۵
تمرین هوازی اینتروال شدید		۹/۹۸ ± ۱/۳۹	*۹/۶۶ ± ۱/۴۹	*۹/۷۸ ± ۱/۴۵
گلوکز ناشتا (میلی گرم / دسی لیتر)				
تمرین هوازی اینتروال شدید-حمام سونا		۸۶/۱۲ ± ۱۱/۲۲	*۸۲/۵۵ ± ۷/۵۵	*۸۳/۰۴ ± ۸/۲۲
تمرین هوازی اینتروال شدید		۸۴/۹۰ ± ۱۱/۰۱	*۸۱/۱۲ ± ۷/۴۳	*۸۲/۰۰ ± ۸/۰۲
انسولین (میکروبیونیت / میلی لیتر)				
تمرین هوازی اینتروال شدید-حمام سونا		۶/۱۴ ± ۱/۲۲	*۵/۰۵ ± ۱/۳۵	*۵/۲۵ ± ۱/۳۰
تمرین هوازی اینتروال شدید		۵/۵۷ ± ۱/۷۸	*۵/۲۲ ± ۱/۸۸	*۵/۴۸ ± ۱/۸۰
شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)				
تمرین هوازی اینتروال شدید-حمام سونا		۴/۱۴ ± ۱/۲۲	*۲/۷ ± ۱/۰۵	*۲/۴۷ ± ۱/۰۹
تمرین هوازی اینتروال شدید		۴/۵۷ ± ۱/۷۸	*۳/۰۸ ± ۱/۴۵	*۲/۹۸ ± ۱/۵۵

*تفاوت معنی‌دار درون گروهی - # تفاوت معنی‌دار بین گروهی در سطح $P < 0/05$

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش نشان داد اجرای تمرینات هوازی شدید و تمرینات هوازی شدید همراه با حمام سونا در دو گروه تمرینی به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) باعث کاهش میزان لپتین سرم شد. اما غلظت سرمی هورمون لپتین بعد از ۲ هفته بی‌تمرینی افزایش معناداری یافت. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های (۱۶،۱۷) همسو می‌باشد. در مقابل یافته‌های (۱۸) همخوانی ندارد. به طوری که لچستین و همکاران گزارش کردند که شرکت کردن در تمرینات منظم بدنی منجر به کاهش معنی‌داری در سطوح لپتین ۲۰ تمرین کرده نسبت به گروه کنترل می‌شود. در همین زمینه در مطالعه موافق دیگری (۱۹) نیز نشان دادند که ۸ هفته تمرین هوازی سبب کاهش معنی‌دار سطوح لپتین سرم در گروه‌های ترکیبی سه گانه مردان چاق غیرفعال می‌شود، و اذعان داشتند که در اثر تمرینات هوازی دانسیته مویرگی افزایش می‌یابد، بدین معنی که خون و اکسیژن بیشتری به بافت عضلانی می‌رسد و بدن طی فعالیت‌های بلند مدت که اکسیژن بیشتری در دسترس است جهت برآوردن انرژی مورد نیاز، از متابولیسم چربی‌ها استفاده می‌کند، چون لپتین از چربی‌ها مشتق می‌شود. لذا با کاهش چربی بدن میزان لپتین نیز کاهش می‌یابد. هم چنین بر اثر انجام تمرینات بدنی میزان کاتکولامین‌ها افزایش می‌یابد، که با ترشح لپتین نسبت عکس دارد و موجب پایین آمدن لپتین شده است. در همین زمینه (۳) نشان دادند پس از ۱۲ هفته تمرین اینتروال شدید، سطوح لپتین در مردان چاق مبتلا به کبد چرب غیرالکلی کاهش معنی‌داری داشته است. همچنین (۴) نیز نشان داد پس از ۲۴ جلسه تمرین فوتسال، سطوح لپتین در مردان فوتسال‌بست غیرفعال کاهش معنی‌داری نشان داد. همچنین همراستا با این یافته‌ها (۶،۲۰) نیز بر اثرات اجرای تمرینات هوازی بر بهبود شاخص‌های مرتبط به چاقی و اثرات منفی بی‌تمرین بر سطوح سرمی لپتین (افزایش) تاکید داشتند و اذعان داشتند که یکی از مکانیزم‌های احتمالی برای توجیه کاهش سطح لپتین سرم طی اجرای تمرینات هوازی، می‌تواند کاهش چربی بدن و ذخایر آن به دنبال این دسته از تمرینات باشد. به طوری که مشخص شده است که تمرینات هوازی باعث می‌شود که انرژی مصرفی زمان تمرین و استراحت افزایش یابد و لذا توده چربی بدن کاهش یابد و در نتیجه ترشح لپتین در افراد دارای اضافه وزن کاهش می‌یابد.

از طرف دیگر همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تفاوت معناداری در بین دو گروه مورد مطالعه مشاهده نمی‌شود. اما میزان کاهش لپتین سرم در گروه تمرینات هوازی بیشینه همراه با حمام سونا نسبت به گروه تمرینات هوازی بیشینه صرف بیشتر است. اگرچه این میزان تفاوت از لحاظ آماری معنادار نیست اما احتمال می‌رود که این میزان تفاوت شاید با اجرای حمام سونا و مکانیسم اثرات آن مرتبط باشد. همانطور که در قسمت مقدمه نیز بیان شد ارتباط معناداری بین کاهش توده چربی و کاهش لپتین سرم وجود دارد. به طوری که حمام سونا باعث افزایش دمای بافت می‌شود و جریان خون در آن ناحیه را افزایش می‌دهد و به دنبال آن لیپولیز افزایش می‌یابد که شاید این میزان تغییر در لیپولیز در اثر حمام سونا باعث کاهش لپتین سرم شده باشد. همچنین در مطالعات موافق دیگری (۲۱،۱۳،۱۲) نیز اثر تمرینات هوازی صرف، همزمان و بی‌تمرینی را بر سطوح سرمی لپتین مثبت اعلام کردند و گزارش کردند که بی‌تمرینی بعد از تمرینات هوازی باعث اثرات منفی بر متغیرها می‌شود.

همچنین نتایج این پژوهش نشان داد ترکیب بدنی آزمودنی‌ها به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) در هر دو گروه تمرینی بهبود یافت به طوری که میزان درصد چربی بدن آزمودنی‌ها کاهش یافت. این تغییرات در دو گروه تمرینی امری طبیعی و قابل پیش‌بینی بود. همچنین مقایسه نتایج بین گروهی نشان داد تفاوت معناداری در بین دو گروه وجود ندارد. احتمال می‌رود میزان

اثرگذاری دو شیوه تمرینی یکسان بوده باشد؛ اما از طرف دیگر مقایسه نتایج درصد چربی دو گروه مورد مطالعه نشان داد که میزان کاهش توده چربی در گروه تمرینات هوازی بیشینه همراه با حمام سونا به طور معناداری بیشتر است این احتمال را می‌دهیم که شاید حمام سونا باعث این میزان تفاوت شده باشد. حمام سونا باعث بهتر شدن گردش خون و نیز باز شدن مجاری غدد چربی و عروقی می‌شود در نتیجه مقدار جریان خون بافت چربی و جریان خون عضله افزایش می‌یابد که باعث افزایش دسترسی بیشتر عضلات به اسید چرب می‌شود و این امر با افزایش اکسیداسیون چربی همراه است. همچنین حمام سونا باعث افزایش میزان متابولیسم در یک بافت می‌شود و تا ۱۵ دقیقه بعد از اعمال حمام سونا، میزان لیپولیز افزایش پیدا کرده و مقدار چربی کاهش می‌یابد احتمالاً این میزان کاهش بیشتر توده چربی در گروه تمرینات هوازی بیشینه همراه با حمام سونا نسبت به گروه هوازی بیشینه صرف، با اثرات حمام سونا ارتباط داشته باشد. اما میزان تغییرات بعد از ۲ هفته بی‌تمرینی افزایش معناداری یافت. در تایید صحت این یافته‌ها در مطالعات همسو (۵،۱۵،۲۲،۲۱) نیز بر اثر مثبت تمرینات هوازی، ترکیبی را بر ترکیب بدنی تاکید داشتند و نشان دادند که بی‌تمرینی باعث اثرات معکوسی بر متغیر دارد. در تایید این یافته‌ها، (۲۰،۱۲،۱۳) نیز اثر تمرینات هوازی و بی‌تمرینی را بر ترکیب بدنی مثبت اعلام کردند و گزارش کردند اعمال بی‌تمرینی بعد از تمرینات هوازی باعث افزایش معنی‌دار این شاخص‌ها می‌شود، این یافته‌ها همسو با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد.

یافته دیگر پژوهش نشان داد که، اجرای تمرینات هوازی بیشینه و تمرینات هوازی بیشینه همراه با حمام سونا در دو گروه تمرینی به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) باعث افزایش معنی‌دار غلظت سرمی آدیپونکتین شد. اما غلظت سرمی هورمون آدیپونکتین بعد از ۲ هفته بی‌تمرینی کاهش معنی‌دار را نشان داد همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تفاوت معناداری در بین دو گروه مورد مطالعه مشاهده نمی‌شود. این یافته‌ها همسو با نتایج پژوهش‌های (۱۰،۱۱،۱۳) که افزایش غلظت سرمی آدیپونکتین و کاهش غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین پس اجرای تمرینات ترکیبی را گزارش کردند، همخوانی دارد و نشان دادند که اعمال بی‌تمرینی باعث بازگشت (اثرات منفی) درصد بهبود شاخص‌های تمرینی می‌شود. همچنین در مطالعه دیگری در همین راستا (۲۴) اثر اجرای تمرینات ترکیبی را بر غلظت آدیپونکتین مثبت اعلام کردند از علل مطابقت نتایج پژوهشی در این زمینه می‌توان به تعداد آزمودنی‌ها، ویژگی‌های جمعیتی نوع، نژاد، سن و جنس و وضعیت سلامتی و نیز آمادگی بدنی قبلی، شدت فعالیت و نیز تفاوت در نحوه اندازه‌گیری این شاخص اشاره کرد، به طوری که، در تحقیق حاضر از آزمودنی‌های دارای اضافه وزن استفاده شد، که با برخی تحقیق مشابه بود. از سوی دیگر، دامنه سنی و جنسیت در برخی تحقیق به طور میانگین ۳۵ سال بود و از هر دو گروه مردان و زنان استفاده شد، در حالی که آزمودنی‌های تحقیق حاضر را مردان جوان با میانگین سنی ۲۵ سال تشکیل می‌دادند. همچنین بررسی سایر تحقیقات مرتبط نشان داد که نتیجه تحقیق حاضر همسو با مطالعه (۲۳) که اثر تمرینات متفاوت صرف هوازی، قدرتی و ترکیبی را بر آزمودنی‌ها غیروزشکار را بررسی و افزایش سطوح سرمی آدیپونکتین گزارش کردند، همراستا می‌باشد. همچنین در همین زمینه (۲۵) نیز آثار فعالیت ورزشی پرشدت و تمرین ورزشی کم شدت بر افزایش غلظت سرمی هورمون آدیپونکتین ۹۰ زن سالم چاق مثبت اعلام کرد. علاوه بر این (۵) در مقاله‌ای مروری گزارش کردند که حداقل هشت هفته تمرین تناوبی هوازی یا بی‌هوازی برای بهبود سطوح سرمی هورمون آدیپونکتین لازم است، و در

از بافت سفید چربی از جمله آدیپونکتین داشته باشد. ضمناً سازگاری‌های ناشی از تمرینات ورزشی با بی‌تمرینی برگشت پذیرند، لذا توصیه می‌شود افراد دارای اضافه وزن به طور منظم در برنامه‌های ورزشی شرکت کنند. البته شایان ذکر است که مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های دیگر کار آسانی نیست؛ چرا که در این زمینه مطالعه‌ای یافت نکردیم که به صورت ترکیبی تمرینات هوازی تناوبی، تلاومی و تمرین قدرتی و برنامه مکمل حمام سونا را بررسی کرده باشد و این نتایج به اجرای پژوهش‌های بیشتری در آینده نیاز دارد.

تشکر و قدردانی

از زحمات کلیه ورزشکاران شرکت کننده در تحقیق که پژوهشگران را در انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

1. Kazem Zadeh Y, Baniyarif Abdol A, Ghironi's r, Hossein A. Effects of 8 weeks full-time period practice. (HIIT) on body composition, fat profile and insulin sensitivity in overweight young men. *Journal of Physiology of Exercise and Physical Activity*, 2016. 18; 1385-1394. (Persian).
2. Attarzadeh H, Ehsan Mir SR, Hejazi K, Mir Saeedi M. The effect of eight weeks of combined exercise on some insulin resistance markers in middle-aged men of the University of Medical Sciences. *Medical Journal of Mashhad*, 2015. 58(3): 129-137.
3. Rezaee Shirazi R. (Effects of 12 weeks high intensity interval training on plasma Adiponectin, Leptin and insulin resistance in obese males with non-alcoholic fatty liver, 2015.5(1): 23-35. (Persian).
4. Amini R, Rajabi H, Amirseifadini MR, Divsalar K. (Study of changes in adiponectin, leptin, and plasma lipid profile of Inactive men the result 24session, playing futsal). *Two Quarterly Researches in Sport Medicine and Technology*, 2014.12(28): 11-22. (Persian).
5. Jeona JY, JinHanb, Kimc HJ, Parkd MS, Seob DY, Kwakd Yb. The combined effects of physical exercise training and detraining on adiponectin in overweight and obese children. *Integr med res*, 2012.2; 145-150
6. Martinez -gomez d, eisehmann je, Gomez-martinez s, veses a, romeo j, veiga ol and marcos s. associations of physical activity and fitness with adipocytokins in adolcsnts. *The afinos study. Nutrition metabolism, cardiovesculat disease*, 2012.22(3): 252-259.
7. Ebrahim K, Salehpour M, Ahmadi N. (Comparison of the effect of a single bout of aerobic activity and sauna on blood free fatty acids levels(. *Iranian Journal of Physiology and Pharmacology*, 2015. 1(2): 105-111. (Persian).
8. Pilch W, Szyguła Z, Klimek AT, Pałka T, Cisoń T, Pilch P, et al. Changes in the lipid profile of blood serum in women taking sauna baths of various duration. *Int J Occup Med Environ Health*, 2010.23: 167-174.
9. Pałka T, Tyka A, Maciejczyk M, Bawelski M, Cisoń T, Pilch W, Żmuda M. Effect of Physical training in two

مطالعات کمتر از هشت هفته، هیچ تغییری در غلظت آدیپونکتین گزارش نشده است.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد هشت هفته اجرای تمرینات هوازی شدید و تمرینات هوازی شدید و حمام سونا در دو گروه تمرینی به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) باعث کاهش غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین شد. اما غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین بعد از ۲ هفته بی‌تمرینی کاهش یافت، اما از لحاظ آماری این کاهش معنی‌دار نبود. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های (۵،۱۰،۱۱،۲۶) اثر تمرینات ترکیبی و بی‌تمرینی بر غلظت سرمی گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین را مثبت اعلام کردند، همسو می‌باشد. در تأیید صحت این یافته‌ها در پژوهش‌های موافق دیگری (۲،۲۲،۲۷،۲۸) نیز اثر اجرای تمرینات ترکیبی را بر کاهش غلظت سرمی گلوکز، انسولین، شاخص مقاومت به انسولین مقاومت و ترکیب بدنی را گزارش کردند و ادعان داشتند که این بهبود در متغیرهای تمرین پس از اعمال بی‌تمرینی برگشت‌پذیر می‌باشند، این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر همراستا می‌باشند. در یک جمع‌بندی کلی عوامل مؤثر کاهش غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین را می‌توان تحت موارد زیر توصیف داد؛ سیستم قلبی-عروقی در برابر فشار تمرینی از طریق بهبود ترکیب بدنی، افزایش حجم، شدت و طول دوره تمرینات و انکس نشان می‌دهد. از آنجایی که قرار گرفتن در محیط پرفشار مانند تمرینات ورزشی سبب افزایش کارایی متابولیکی و کاهش وزن و چربی بدن می‌شود و باعث بهبود عملکرد فیزیکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها می‌شود که پیامد آن افزایش غلظت گلوکز، انسولین و کاهش شاخص مقاومت به انسولین می‌باشد. همچنین نتیجه تحقیق حاضر با یافته‌های تحقیقات (۲۳) ناهمسو بود. علاوه بر این در تأیید صحت این یافته‌ها (۱) نشان دادند که ۸ هفته تمرین هوازی تناوبی شدید باعث کاهش حساسیت به انسولین آزمودنی‌های جوان دارای اضافه وزن می‌شود و ادعان داشتند که چندین مکانیسم بر کاهش مقاومت به انسولین بعد از ورزش تأثیر گزار می‌باشند، که تحت موارد زیر توضیح داده می‌شوند؛ افزایش پیام رسانی انسولین و گیرنده‌های در دسترس افزایش بیان ژن پروتئین‌های حامل گلوکز افزایش فعالیت گلیکوژن- سنتاز و هگروکیناز کاهش رهایش اسیدهای چرب آزاد و افزایش پاکسازی آنها، افزایش تحویل گلوکز به عضله و تغییر در ترکیب آن است احتمالاً این نتایج می‌توانند از طریق تأثیر انقباضات عضلانی بر تغییر مکان GLUT4 به سمت غشاء سلولی توجیه شود که به وسیله فعالیت AMPK فعال شده و به وسیله پروتئین کیناز یا افزایش غلظت کلسیم سیتوپلاسمی ناشی از دپولاریزاسیون غشایی روی می‌دهد. نسبت بالاتر مقادیر درون سلولی آدنوزین مونوفسفات به آدنوزین تری فسفات که منعکس کننده وضعیت بحرانی انرژی حین تمرین می‌باشد نیز می‌تواند به تسهیل این جابجایی کمک کند در این مطالعه نیز، احتمالاً فعالیت ورزشی با شدت بالا و دوره طولانی تمرین، توانسته است از طریق افزایش انتقال گلوکز به عضله یا کاهش سنتز اسیدهای چرب، باز جذب گلوکز به واسطه فعالیت عضلات اسکلتی را افزایش و مقاومت به انسولین را کاهش دهد (۵).

بنابراین فراهم نمودن امکانات و اقدامات لازم جهت ترغیب افراد مختلف به شرکت در برنامه‌های منظم ورزشی در ارتقای سلامت جامعه و کاهش بیماری‌های قلبی عروقی، متابولیکی و چاقی در دوران سنی مختلف مفید خواهد بود. بنابراین می‌توان پیشنهاد کرد چنانچه تمرین هوازی با برنامه مکمل حمام سونا به کار برده شود می‌تواند اثرات مثبتی در بهبود ترکیب بدنی، چربی بدن، شاخص مقاومت به انسولین و برخی هورمون‌های مترشحه

22. Suh S, Jeong I, Kim M, Kim Y, Shin S, Kim S, et al. Effects of Resistance Training and Aerobic Exercise on Insulin Sensitivity in Overweight Korean Adolescents: A Controlled Randomized Trial. *Diabetes Metab J* , 2011.35(4): 418-426.
23. Na Yu , Yuting R, Xiaoyan G, Jia S. Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials on the Effect of Exercise on Serum Leptin and Adiponectin in Overweight and Obese Individuals. *Horm Metab Res*. 2017.1-10.
24. Banitalebi JI, Hossein-Zadeh A, Mardanpour Z, amaniy Shalamzar S. effect three methods combined training (strength and endurance) on serum levels of adiponectin and insulin resistance in overweight older women. *Journal of Kurdistan University of Medical Sciences* , 2015. 20 : 30-40.
25. Pierard, M, Stéphanie C, Alexandra T, Sébastien B, Pierrick U, Karim ZB et al. Interactions of exercise training and high-fat diet on adiponectin forms and muscle receptors in mice. Pierard et al. *Nutrition & Metabolism*, 2016.13(75): 1-13.
26. Mujika I, Padilla S, Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. *Part I: short term insufficient training stimulus Sports Med*, 2000.30: 79-87.
27. Kadoglou NP, Fotiadis G, Kapelouzou A, Kostakis A, Liapis CD, Vrabas IS. The differential anti-inflammatory effects of exercise modalities and their association with early carotid atherosclerosis progression in patients with type 2 diabetes. *Diabet Med*, 2013.30(2): e41-50.
28. Heijden GJ1, Wang ZJ, Chu ZD, Sauer PJ, Haymond MW, Rodriguez LM, et al. A 12-Week Aerobic Exercise Program Reduces Hepatic Fat Accumulation and Insulin Resistance in Obese, Hispanic Adolescents. *Obesity*, 2010.18(2): 384-390.
- different temperatures on exercise thermoregulation in men. *Med Sport Pract* , 2006.7(4): 79-82.
10. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in bodyweight, bodyfat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism*, 2005.54: 1472-9.
11. Mostarda C, Rogow A, Silva C, De La Fuente RN, Jorge L, Rodrigues B, et al. Benefits of exercise training in diabetic rats persist after three weeks of detraining. *Auton Neurosci* , 2009.145(1-2): 11-6.
12. Hopkins M, Gibbons C, Caudwell P, Webb DL, Hellstrom PM, et al. Fasting leptin is a metabolic determinant of food reward in over weight and obese individuals during chronic aerobic exercise training. *International Journal of Endocrinology*, 2014.2014: 323728.
13. Jang JH, Joo CH. The Effects of Training and Detraining on Metabolic Hormones in Rats, 2017.26(2): 139-144.
14. Fatouros I. G., S. Tournis, D. Leontsini, A. Z. Jamurtas, M. Sxina, P. Thomakos, M. Manousaki, I. Douroudos, K. Taxildaris, and A. Mitrakou. Leptin and Adiponectin Responses in Overweight Inactive Elderly following Resistance Training and Detraining Are Intensity Related. *J Clin Endocrinol Metab*, November , 2005. 90(11): 5970-5977
15. Yong Bae J, Woo J, Tae Roh H, Hyo Lee Y, Ko K, Kang S and Ok Shin K. The effects of detraining and training on adipose tissue lipid droplet in obese mice after chronic high-fat diet. Bae et al. *Lipids in Health and Disease* , (2017) .16: 13.2-7.
16. Koga S, Kojima A, Ishikawa C, Kuwabara S, Arai K, and Yoshiyama Y. Effects of diet-induced obesity and voluntary exercise in a tauopathy mouse model: Implications of persistent hyperleptinemia and enhanced astrocytic leptin receptor expression, *Neurobiology of Disease*, 2014. 71: 180-192.
17. Lichtenstein MB, Andries A, Hansen S, Frystyk J, Stoving RK. Exercise addiction in men is associated with lower fat-adjusted leptin levels. *Clin J Sport Med*, 2015.25(2): 138-43.
18. Leite JC, Forte R, De Vito G, Boreham CAG, Gibney MJ, Brennan L, and Gibney ER. Comparison of the effect of multicomponent and resistance training programs on metabolic health parameters in the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 2015. 60(3): 412-417.
19. Motamedy P, Nikroo H, Hejazi K. (The Effects of Eight-Weeks Aerobic Training on Serum Leptin Levels, Anthropometric Indices and VO2max in Sedentary Obese Men(. *Journal of Ergonomics*, 2017.5(1): 36-42. (Persian).
20. Fazelifar Saeed, Ebrahim Khosrow. Effect of concurrent (endurance-power) and uncontrollable exercise exercises on plasma leptin and insulin concentrations in obese children. *Physiology and Sports Physical Activity Journal*, 2011.8: 639-646.
21. Ranjbar R, Ahmadi Zad S, Nik Noho Mohsen Khou, Mohsenzadeh A. The effect of endurance training and detraining period on serum leptin and fasting fructosamine and an overweight men. *Journal of Endocrinology Iran*, 2013.15 (2): 269-278.