©2014 DAZCo, *Danesh Afarand Zistagen Co., IRAN*
ISSN: 2252-0805 *Quarterly of the Horizon of Medical Sciences 2014;20(1):9-16*

Effect of Nine Weeks of Moderate Aerobic Training on Insulin Resistance and Appetite Level in Obese Women

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Yarahmadi H.[1] *MSc,*
Haghighi A.H. [1] *PhD,*
Shojaei M. [1] *MSc,*
Beheshti Nasr S.M.* *MSc*

How to cite this article
Yarahmadi H, Haghighi AH, Shojaei M, Beheshti Nasr SM. Effect of nine weeks of moderate aerobic training on insulin resistance and appetite level in obese women. Horizon of Medical Sciences. 2014;20(1):9-16.

ABSTRACT

Aims Appetite is a mental feeling of starvation, satiety and desire to eat specific type of foods which can be affected by various factors. This study was done to investigate the effects of one week and 9 weeks of aerobic exercise on appetite and insulin resistance in obese women.

Materials & Methods This semi-experimental study was done in obese women (30 to 45 years old) of Mashhad city, Iran in Spring 2011 who had no physical activity except daily routines. 28 obese women with BMI more than 30 were selected as volunteers. Aerobic exercise was 4 times a week for 9 weeks and each session consisted 20 minute warm-up with a variety of running, stretching, flexibility and the jump movements. Then, the continuous running at a steady rate of 65-75% of maximum heart rate was done. In order to assess blood biochemical variables, blood sampling after 12 to 14 hours of fasting was performed in 2 stages (before trainings and after 9 weeks of training). Independent T test and analysis of variance with repeated measures were used to data analysis.

Findings There was no significant difference between indexes of insulin, serum glucose, insulin resistance, HDL, LDL, TG and TC in control and aerobic exercise groups. There were no significant difference in appetite indexes between both groups after 9 weeks of aerobic exercise ($p>0.05$).

Conclusion 9 weeks of moderate intensity aerobic training does not have any effect on appetite and insulin resistance in obese women.

Keywords Appetite; Insulin Resistance; Aerobic Exercise

* Cell & Molecular Biology Research Center, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
[1] Sport Physiology Department, Physical Education & Sport Sciences Faculty, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

Correspondence
Address: Cell & Molecular Research Center, Medicine Faculty, Building No. 2, Sabzevar University of Medical Sciences, Tohidshahr (Daneshgah) Boulevard, Sabzevar, Iran
Phone: +985714446070
Fax: +985714445648
beheshti.m1985@gmail.com

Article History
Received: May 28, 2013
Accepted: October 13, 2013
ePublished: February 1, 2014

CITATION LINKS

[1] Genetics and pathophysiology of human ... [2] High dose exercise does not increase hunger or energy intake in ... [3] Afferent signals regulating food ... [4] Ghrelin and the regulation of food intake and energy ... [5] Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in ... [6] Central nervous system control of ... [7] Aerobic training (AT) is more effective than aerobic plus resistance training (AT + RT) to ... [8] Effect of moderate intensity exercise on acute energy intake in normal and ... [9] Physical activity and regulation of food intake: current ... [10] Dual-process action of exercise on appetite control: increase in orexigenic drive but improvement in ... [11] Short-term appetite control in ... [12] The effect of an incremental increase in ... [13] Does exercise reduce ... [14] Prevalence and trends in obesity among US adults ... [15] Influence of resistance and ... [16] Effects of exercise intensity on food intake and appetite in ... [17] Estimation of the concentration of ... [18] Anti-inflammatory effects of a bout of ... [19] 101 Performance Evaluation ... [20] Insulin resistance status: predicting weight response in ... [21] Regulation of appetite in lean and obese adolescents after exercise: role of ... [22] Appetite after weight loss by energy restriction and ... [23] The effects of exercise-induced weight loss on ... [24] Medical ... [25] Nutrition for health, fitness and ... [26] Naturally occurring inhibitors against the formation of ... [27] Acute effects of exercise intensity on appetite in ... [28] Effects of exercise intensity on food consumption in ... [29] Effect of resistance exercise, with or ... [30] Exercise-induced reduction in ... [31] The effect of an endurance training on pro-inflammatory cytokines and insulin resistance in ... [32] Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized ... [33] Effect of caloric restriction with or without aerobic training on body composition, blood lipid profile, insulin resistance, and inflammatory marker in ... [34] Effect of exercise intensity on glucose and insulin metabolism in ... [35] Intensity and amount of physical activity in relation to ...

تاثیر ۹ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر میزان مقاومت به انسولین و اشتهای بعد از ورزش در زنان چاق

هادی یاراحمدی MSc
گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
امیرحسین حقیقی PhD
گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
ملیحه شجاعی MSc
گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران
سیدمهدی بهشتی نصر* MSc
مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

چکیده
اهداف: اشتها، احساسی ذهنی از گرسنگی، سیری و تمایل به خوردن نوع خاصی از غذا است که می‌تواند تحت تاثیر عوامل گوناگون قرار بگیرد. اِن مطالعه به منظور بررسی اثر یک و ۹ هفته تمرین هوازی بر اشتها و مقاومت به انسولین در زنان چاق انجام شد.
مواد و روش‌ها: این مطالعه نیمه‌تجربی، روی زنان چاق (۳۰ تا ۴۵ سال) شهر مشهد در بهار ۱۳۹۰ که به جز فعالیت‌های جسمانی روزمره، فعالیت ورزشی دیگری نداشتند، انجام شد. ۲۸ زن با شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۰ به‌صورت داوطلبانه انتخاب شدند. تمرین هوازی به تعداد ۴ جلسه در هفته و به‌مدت ۹ هفته و هر جلسه تمرین شامل ۲۰دقیقه گرم‌کردن با انواع دوها، حرکات کششی، نرمشی و جهشی بود. سپس دویدن مداوم با آهنگ ثابت و با شدت ۷۵-۶۵٪ حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها انجام شد. برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، خونگیری بعد از ۱۲ تا ۱۴ساعت ناشتایی در ۲ مرحله (پیش از شروع تمرینات و بعد از ۹ هفته تمرین) صورت گرفت. از آزمون T مستقل و آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.
یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های انسولین، گلوکز سرم، مقاومت به انسولین، HDL، LDL، TG و TCی دو گروه پیش- و پس از مداخله مشاهده نشد. تفاوت معنی‌داری بین دو گروه کنترل و تمرین هوازی بعد از ۹ هفته تمرین هوازی در شاخص‌های اشتها وجود نداشت ($p>۰/۰۵$).
نتیجه‌گیری: ۹ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط تاثیری بر میزان اشتها و مقاومت به انسولین در زنان چاق ندارد.
کلیدواژه‌ها: اشتها، مقاومت به انسولین، تمرین هوازی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۰
*نویسنده مسئول: beheshti.m1985@gmail.com

مقدمه
چاقی از علایم بحرانی سلامت عمومی است و خطر مقاومت به انسولین در افراد چاق افزایش می‌یابد[1]. چاقی و اضافه وزن نتیجه عدم تعادل انرژی است که به موجب آن کالری دریافت‌شده بیشتر از کالری مصرف‌شده است. اشتها، یعنی احساس ذهنی از گرسنگی، سیری و تمایل به خوردن نوع خاصی از غذا، از عوامل تاثیرگذار بر میزان دریافت کالری است که می‌تواند تحت تاثیر عوامل گوناگون قرار بگیرد[2]. پیام‌های آوران، اطلاعاتی را برای دستگاه عصبی مرکزی که مرکز کنترل سیری، گرسنگی یا جست‌وجوی غذاست، فراهم می‌نمایند[3]. برخی پیام‌ها با اثر آنابولیک، افزایش اشتها و در نتیجه افزایش وزن را باعث می‌شوند[4]. سیگنال‌های محیطی مثل لپتین، گرلین، انسولین و نوروپپتیدهای مرکزی در هیپوتالاموس یکپارچه شده، اشتهای فرد را مشخص می‌کنند. علاوه بر این، فاکتورهای بیرونی از قبیل وعده‌های غذایی، فعالیت جسمانی، دما و آب و هوا ممکن است بر اشتها تاثیرگذار باشند[5]. از آنجاکه اشتها پاسخی یکپارچه ولی تحت تاثیر عوامل مختلف است، سازوکارهای تنظیم بسیار پیچیده‌ای دارد[6].

فعالیت بدنی بر رفتار تغذیه‌ای تاثیرگذار است و سبک زندگی غیرفعال تنظیم اشتها را با مشکل مواجه می‌سازد. از آنجا که تاثیر فعالیت ورزشی بر ذخایر چربی، پروتئین و کربوهیدرات شناخته شده است، احتمال می‌رود که فعالیت ورزشی با تاثیر بر متابولیسم بر اشتها نیز تاثیر بگذارد[7] ولی چرایی و چگونگی این اتفاقات موضوع پیچیده‌ای است که احتمالاً به متغیرهای فیزیولوژیک، حالت‌های رژیمی و مدت ورزش بستگی دارد[8]. تعدادی از پژوهش‌ها تلاش کرده‌اند تا تاثیر تمرین‌های ورزشی را بر اشتها بررسی کنند. تمرینات ورزشی بلندمدت سبب کاهش موقت اشتها می‌شود، اما این به معنی کاهش دریافت غذا پس از ورزش نیست[2] و فقط ۱۹٪ مطالعات افزایش اشتها بعد از تمرین ورزشی را گزارش کرده و ۶۵٪ پژوهش‌ها هیچ تغییری در اشتها مشاهده نکرده‌اند[9]. برای مثال، *کینگ* و همکاران افزایش اشتها در اثر ۱۲ هفته تمرین ورزشی را گزارش می‌کنند[10]، درحالی‌که *مارتینز* و همکاران، کاهش اشتها و گرسنگی را در اثر ۶ هفته تمرین هوازی مشاهده نمودند[11]. همچنین *وایبرو* و همکاران عدم تغییر معنی‌دار اشتها را در اثر یک دوره ۱۶روزه ورزش با شدت‌های متوسط و بالا گزارش می‌نمایند[12]. با وجود ابهام در تاثیر فعالیت ورزشی بر تغییرات اشتها (کاهش، افزایش یا عدم تغییر)، عدم انجام فعالیت بدنی می‌تواند خطر ابتلا به چاقی را افزایش داده و چاقی و سبک زندگی غیرفعال نیز با خطر بالای افزایش مقاومت به انسولین همراه است[13].

از آنجا که اطلاعات محدودی درباره تاثیر فعالیت‌های ورزشی بر سازوکارهای ایجادکننده مقاومت به انسولین و رابطه آنها با یکدیگر وجود دارد، این مطالعه با هدف بررسی اثر یک و ۹ هفته تمرین هوازی بر اشتها و مقاومت به انسولین در زنان چاق انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش مداخله‌ای نیمه‌تجربی در زنان چاق ۳۰ تا ۴۵ساله شهر مشهد در بهار ۱۳۹۰ که به جز فعالیت‌های جسمانی روزمره، فعالیت ورزشی دیگری نداشتند، انجام شد. پس از درج اطلاعیه از افرادی که مایل به شرکت در مطالعه بودند، ثبت نام به‌عمل آمد و پس از توضیح هدف پژوهش و روش کار، ۲۸ زن چاق (شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۰) به روش هدفمند انتخاب شدند[14] و از ایشان رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. معیارهای انتخاب نمونه‌ها عدم استعمال سیگار، نداشتن سابقه بیماری خاص و استفاده از دارو، نداشتن آلرژی غذایی، تمایل به شرکت در برنامه ورزشی، عدم شرکت در فعالیت منظم ورزشی در ۶ ماه گذشته و همچنین عدم نوسان در وزن بدن طی ۶ ماه منتهی به زمان پژوهش بود.

برای ارزیابی رژیم غذایی، از پرسش‌نامه ۲۴ساعته رژیم غذایی (۳ روز قبل از شروع و ۳ روز پایانی دوره) استفاده شد. برای اندازه‌گیری اشتها از مقیاس آنالوگ بصری (VAS) استفاده شد. این مقیاس از صفر تا ۱۵ درجه‌بندی شده و هر واحد ۱۰میلی‌متر است که در مجموع اندازه خط ۱۵۰میلی‌متر می‌شود و به ۵ حالت که تعیین‌کننده شدت‌های احساسات ذهنی فرد است، تقسیم می‌شود. میزان اشتها مقدار نمره‌ای است که فرد در این آزمون کسب می‌کند. برای ارزیابی احساسات ذهنی درباره اشتها، از پرسش‌نامه اشتهای *فلینت* و همکاران استفاده شد[16, 15]. پایایی این پرسش‌نامه با محاسبه ضریب همبستگی ۰/۸۰ گزارش شده[5] و شامل ۴ سئوال است که به ترتیب احساس تمایل به غذا، احساس گرسنگی، احساس سیری و توانایی خوردن را می‌سنجد. از این پرسش‌نامه در ۲ نوبت قبل از شروع دوره تمرینی (قبل از تمرین و بلافاصله بعد تمرین) و ۲ نوبت بعد از دوره تمرینات ۹هفته‌ای (قبل از تمرین و بلافاصله بعد تمرین) استفاده شد.

۲ هفته قبل از شروع تمرینات، قد نمونه‌ها با استفاده از قدسنج دیواری مدل ۴۴۴۴۰ با دقت ۰/۱±سانتی‌متر (شرکت کاوه؛ ایران)، وزن با استفاده از ترازوی مدل GS 34 با دقت ۱۰۰گرم (Beurer؛ ایالات متحده)، درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر مدل SH 5020 (SAEHAN؛ انگلستان)، توده بدون چربی، شاخص توده بدن و نسبت دور کمر به دور باسن با استفاده از دستگاه تحلیل ترکیب بدن مدل ۳/۰ (Inbody؛ کره‌جنوبی) و حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از آزمون راه‌رفتن راکپورت محاسبه و ثبت شد[17]. به‌منظور همگن‌کردن گروه‌ها، اطلاعات اولیه به‌دست‌آمده از آزمودنی‌ها با اطلاعات مربوط به سابقه پزشکی و آمادگی برای شروع فعالیت بدنی تجمیع شد و آزمودنی‌ها به ۲ گروه تمرین هوازی و کنترل تقسیم شدند. از آزمودنی‌ها بعد از ۱۲ساعت حالت ناشتا در ساعت ۷ صبح، اولین مرحله اندازه‌گیری اشتها به عمل آمد و سپس آزمودنی‌ها صبحانه یکسان شامل یک‌عدد نان، عسل ۲۵گرمی، کره ۱۵گرمی و یک بسته آب پرتقال میل کرده و گروه تمرین هوازی در ساعت ۹ صبح شروع به انجام برنامه تمرینی مورد نظر نمودند و بلافاصله بعد از اتمام برنامه تمرین، دومین مرحله اندازه‌گیری اشتها انجام شد. پس از ۹ هفته تمرین هوازی، مجدداً قبل و بلافاصله بعد از آخرین جلسه تمرینی اندازه‌گیری اشتها انجام شد. کالری دریافتی و انرژی مصرفی آزمودنی‌ها در روز ورزش، روز قبل و روز بعد از ورزش اندازه‌گیری شد.

تمرین هوازی به تعداد ۴ جلسه در هفته و به‌مدت ۹ هفته در سالن ورزشی انجام شد. برنامه هر جلسه تمرین شامل ۲۰دقیقه گرم‌کردن با انواع دوها، حرکات کششی، نرمشی و جهشی بود. سپس دویدن مداوم با آهنگ ثابت و با شدت ۷۵–۶۵٪ حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها انجام شد. مدت دویدن در جلسه اول ۱۵ دقیقه بود. اصل اضافه‌بار به گونه‌ای طراحی شده بود که از هفته دوم، در هر جلسه به صورت پله‌ای نیم‌دقیقه به زمان دویدن افزوده می‌شد، به طوری که در جلسه آخر، زمان دویدن به ۳۱دقیقه رسید. در انتهای هر جلسه، عمل سردکردن با اجرای دوی نرم به‌مدت ۱۰دقیقه انجام شد. ضربان قلب توسط ضربان‌سنج (پلار؛ نام فنلاند) کنترل شد. طی این مدت، گروه کنترل در هیچ برنامه تمرینی ورزشی شرکت نکردند.

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، خونگیری بعد از ۱۲ تا ۱۴ساعت ناشتایی در ۲ مرحله (پیش از شروع تمرینات و بعد از ۹ هفته تمرین) صورت گرفت. در مرحله اول، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا ۲ روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت جسمانی سختی انجام ندهند. ۴۸ساعت قبل از شروع تمرینات آزمودنی‌ها در آزمایشگاه تشخیص طبی حاضر شدند. در ساعت ۱۰–۸ صبح عمل خون‌گیری انجام شد و از سیاهرگ دست راست هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت ۵میلی‌لیتر خون گرفته شد. آنگاه نمونه خونی ۱۰دقیقه در دمای اتاق گذاشته شد تا لخته شود. سپس لخته از دیواره لوله آزمایش جدا شده و با سرعت ۵۰۰۰rpm به‌مدت ۱۰دقیقه سانتریفیوژ شد[18]. سرم حاصل در دمای ۸۰–C° نگهداری شد تا در زمان لازم برای تشخیص شاخص‌های مورد نظر مورد استفاده قرار گیرد. بعد از ۹ هفته تمرین و گذشت ۴۸ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، مجدداً همه آزمودنی‌ها به آزمایشگاه دعوت شدند و با حفظ شرایط مرحله اول از آنها خون‌گیری به عمل آمد. انسولین به روش الایزا با کیت دارای حساسیت یک‌میلی‌گرم واحد بین‌المللی در لیتر (مرکودیا؛ سوئد) و ضریب تغییرات درون‌سنجی ۶/۵٪، گلوکز سرمی به روش آنزیماتیک با استفاده از کیت دارای حساسیت ۵میلی‌گرم در دسی‌لیتر (پارس‌آزمون؛ ایران) و ضریب تغییرات درون‌سنجی ۲/۲٪، HDL-C به روش کالریمتریک با استفاده از کیت تشخیص کمی لیپوپروتئین پُرچگال با حساسیت ۳میلی‌گرم در دسی‌لیتر (آنتریم؛ انگلستان)، کلسترول تام (TC) به روش آنزیماتیک با استفاده از کیت تشخیص کمّی کلسترول در سرم یا پلاسما (پارس‌آزمون؛ ایران) با حساسیت

۳میلی‌گرم در دسی‌لیتر، تری‌گلیسرید (TG) به روش کالریمتریک با استفاده از کیت تشخیص کمّی تری‌گلیسرید در سرم یا پلاسما با حساسیت یک‌میلی‌گرم در دسی‌لیتر (پارس‌آزمون؛ ایران) و LDL-C با استفاده از فرمول "فریدوالد" (LDL=TC-[HDL+1/59TG]) اندازه‌گیری شد[19]. شاخص مقاومت به انسولین با اندازه‌گیری انسولین و گلوکز ناشتایی و استفاده از فرمول زیر اندازه‌گیری شد[20]:

HOMA-IR = [(mg/dl)گلوکز ناشتایی × (mU/L)انسولین ناشتایی]/۴۰۵

جدول ۱) میانگین شاخص‌های بیوشیمیایی، آنتروپومتریک و فیزیولوژیک دو گروه قبل و بعد از مداخله

گروه	پیش از مداخله	پس از مداخله	سطح معنی‌داری
وزن (کیلوگرم)			
کنترل	۷۹/۹±۹/۵	۸۰/۲±۱۰/۲	۰/۰۰۱
تجربی	۸۲/۰±۱۰/۲	۷۹/۱±۱۴/۷	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)			
کنترل	۳۴/۰±۳/۹	۳۴/۲±۴/۳	۰/۰۰۱
تجربی	۳۴/۲±۴/۳	۳۳/۵±۵/۶	
نسبت دور کمر به دور باسن			
کنترل	۰/۸۳±۰/۰۵	۰/۸۴±۰/۰۵	۰/۰۰۱
تجربی	۰/۸۳±۰/۰۵	۰/۸۰±۰/۰۶	
میزان چربی (درصد)			
کنترل	۳۵/۱±۳/۸	۳۵/۸±۳/۹	۰/۰۰۱
تجربی	۳۶/۵±۴/۶	۳۱/۹±۴/۹	
بیشینه اکسیژن مصرفی (min.kg/ml)			
کنترل	۳۴/۳±۳/۴	۳۳/۹±۳/۵	۰/۰۰۱
تجربی	۳۴/۹±۳/۶	۳۷/۲±۳/۶	
انسولین (µg/ml)			
کنترل	۹/۵±۵/۵	۹/۶±۵/۱	۰/۲۹۵
تجربی	۵/۶±۲/۶	۴/۷±۲/۱	
گلوکز (mg/dl)			
کنترل	۹۷/۲±۹/۲	۹۶/۶±۱۲/۸	۰/۰۶۰
تجربی	۹۰/۹±۱۳/۱	۹۹/۹±۷/۵	
مقاومت به انسولین			
کنترل	۲/۳۳±۱/۵۹	۲/۳۱±۱/۴۳	۰/۸۵۱
تجربی	۱/۲۸±۰/۶۳	۱/۲۰±۰/۵۱	
TG (mg/dl)			
کنترل	۱۱۶/۵±۳۴/۳	۱۱۳/۷±۳۷/۸	۰/۲۶۵
تجربی	۱۵۸/۳±۱۱۳/۴	۱۳۵/۴±۷۵/۷	
TC (mg/dl)			
کنترل	۱۸۵/۳±۲۱/۴	۱۷۵/۶±۲۱/۱	۰/۰۷۳
تجربی	۱۷۹/۳±۲۵/۵	۱۸۲/۴±۲۳/۹	
HDL (mg/dl)			
کنترل	۳۶/۹±۶/۹	۳۶/۶±۷/۶	۰/۳۲۵
تجربی	۳۴/۸±۴/۱	۳۵/۵±۵/۲	
LDL (mg/dl)			
کنترل	۱۲۵/۴±۲۳/۶	۱۱۶/۵±۱۹/۷	۰/۰۶۹
تجربی	۱۱۳/۵±۲۹/۳	۱۱۹/۶±۲۶/۲	

از آزمون T مستقل برای بررسی تغییرات میان‌گروهی شاخص‌ها در وضعیت پایه و از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی تغییرات اشتها، انسولین، گلوکز و مقاومت به انسولین در دو گروه کنترل و تجربی در قالب نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد.

یافته‌ها

میانگین سنی گروه تمرین هوازی ۴/۹±۳۷/۱سال و گروه کنترل ۵/۳±۳۷/۵ سال و میانگین قد گروه تمرین هوازی ۵/۲±۱۵۳/۶سانتی‌متر و گروه کنترل ۴/۹±۱۵۳/۱سانتی‌متر بود که تفاوت معنی‌داری نداشت.

بین دو گروه کنترل و تمرین هوازی تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده پیش از مداخله وجود نداشت. وزن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به لگن و درصد چربی در گروه تمرین هوازی در مقایسه با گروه کنترل، کاهش و بیشینه ظرفیت هوازی افزایش معنی‌داری داشت. تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های انسولین، گلوکز سرم، مقاومت به انسولین، HDL، LDL، TG و TCی دو گروه پیش- و پس از مداخله مشاهده نشد (جدول ۱).

جدول ۲) میانگین امتیاز پارامترهای تمایل به خوردن غذا، احساس گرسنگی، احساس سیری و توانایی خوردن قبل و بعد از جلسه تمرین در دو مرحله قبل و بعد از ۹ هفته تمرین

گروه	قبل پیش از ۹ هفته	بعد پیش از ۹ هفته	قبل پس از ۹ هفته	بعد پس از ۹ هفته	سطح معنی‌داری
تمایل به غذا خوردن					
کنترل	۸/۵±۳/۰	۳/۷±۲/۳	۶/۷±۳/۲	۳/۹±۲/۳	۰/۰۱۱
تجربی	۴/۷±۳/۱	۳/۹±۲/۷	۴/۱±۳/۲	۴/۶±۳/۴	۰/۰۰۶
احساس گرسنگی					
کنترل	۸/۵±۲/۹	۴/۰±۱/۶	۸/۳±۲/۵	۴/۶±۲/۹	۰/۰۰۱
تجربی	۶/۰±۴/۱	۳/۲±۲/۵	۴/۶±۳/۵	۴/۸±۳/۷	۰/۰۰۱
احساس سیری					
کنترل	۴/۳±۲/۳	۹/۰±۲/۶	۵/۶±۳/۱	۱۰/۱±۱/۹	۰/۰۲۳
تجربی	۹/۳±۲/۹	۹/۸±۳/۱	۷/۹±۴/۰	۸/۵±۴/۳	۰/۳۳۳
توانایی خوردن					
کنترل	۹/۵±۱/۶	۵/۳±۲/۴	۸/۳±۲/۳	۵/۲±۳/۴	۰/۲۰۹
تجربی	۵/۶±۳/۲	۴/۳±۲/۹	۵/۲±۳/۴	۵/۲±۳/۳	۰/۰۵۲

دو گروه کنترل و تمرین هوازی بعد از ۹ هفته تمرین هوازی در شاخص‌های اشتها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (p>۰/۰۵). مقایسه شاخص‌های احساس تمایل به غذا، احساس گرسنگی، احساس سیری و توانایی خوردن پیش از آغاز جلسه تمرینی قبل از انجام ۹ هفته مداخله و پس از آن در هیچ کدام از دو گروه معنی‌دار نبود. این شاخص‌ها تفاوت معنی‌داری بلافاصله پس از پایان جلسه تمرینی نیز در هیچ کدام از گروه‌ها نشان نداد (جدول ۲).

کل کالری دریافتی در گروه تمرین هوازی در مقایسه با گروه کنترل، کاهش معنی‌داری داشت. نسبت‌های پروتئین و کربوهیدرات در کالری دریافتی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها نداشت، اما سهم چربی در کالری دریافتی کاهش معنی‌داری را در گروه تمرین هوازی نشان داد (جدول ۳).

جدول ۳) بررسی تغییرات کالری دریافتی از مواد غذایی مختلف در گروه‌های مورد مطالعه

گروه	پیش از مداخله	پس از مداخله	سطح معنی‌داری
کل کالری دریافتی (کیلوکالری)			
کنترل	۱۷۰۷/۲±۳۹۷/۴	۱۸۵۷/۵±۳۷۱/۳	۰/۰۲۳
تجربی	۱۶۱۶/۲±۲۶۵/۶	۱۴۲۲/۳±۲۰۲/۴	
کالری حاصل از پروتئین (کیلوکالری)			
کنترل	۵۲/۳±۱۴/۲	۵۰/۶±۱۱/۹	۰/۴۰۲
تجربی	۵۲/۵±۱۶/۳	۴۶/۱±۶/۱	
کالری حاصل از کربوهیدرات (کیلوکالری)			
کنترل	۲۰۸/۲±۴۵/۴	۲۲۷/۹±۳۸/۸	۰/۱۸۳
تجربی	۱۹۴/۹±۵۴/۷	۱۸۷/۵±۲۶/۵	
کالری حاصل از چربی (کیلوکالری)			
کنترل	۷۸/۶±۲۱/۵	۸۷/۲±۲۹/۰	۰/۰۳۳
تجربی	۷۳/۶±۲۴/۴	۵۷/۶±۱۷/۶	

بحث

هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر ۹ هفته تمرین هوازی بر اشتها و مقاومت به انسولین در زنان چاق بود و برای بررسی اثر ورزش هوازی بر اشتها از ۴ سئوال مرتبط با اشتها استفاده و مشاهده شد که ۹ هفته تمرین هوازی بر میزان اشتها و همچنین مقاومت به انسولین زنان چاق تاثیری نداشت. *وایبرو* و همکاران نیز با بررسی تاثیر یک دوره ۱۶روزه تمرین روی دوچرخه کارسنج تغییری در میزان اشتها گزارش نکرده‌اند. به نظر ایشان افزایش دریافت انرژی بدون تغییر اشتها، هزینه انرژی فعالیت بدنی را جبران می‌کند و به تغییر اشتها نیازی نیست[12]. *مک‌کلوی* و همکاران با بررسی تاثیر یک هفته تمرین‌های هوازی با شدت ۶۵ تا ۷۵٪ ضربان قلب ذخیره به‌مدت ۶۰دقیقه، افزایش اشتها را در نوجوانان با وزن معمولی گزارش می‌کنند. آنان افزایش هورمون‌های مرتبط با اشتها از قبیل گرلین را عامل افزایش اشتها می‌دانند[21]، درحالی‌که در پژوهش حاضر، گرلین اندازه‌گیری نشد. *دوکت* و همکاران با بررسی اثر ۱۸ هفته تمرینات هوازی با شدت ۶۰ تا ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی، افزایش اشتها هنگام ناشتایی را گزارش کرده‌اند. آنها دلیل این افزایش را به کاهش وزن (۱۱/۵کیلوگرم در مردان و ۶/۳کیلوگرم در زنان) نسبت داده و قسمتی را هم به افزایش مقادیر کورتیزول پلاسما مربوط می‌دانند[22]. کاهش وزن در پژوهش حاضر حدود ۳کیلوگرم بود که امکان دارد کاهش کم وزن نسبت به پژوهش *دوکت* و همکاران یکی از دلایل عدم تغییر معنی‌دار اشتها باشد. *مارتینز* و همکاران نیز با بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین‌های ورزشی با شدت ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی، افزایش اشتها را هنگام ناشتا گزارش کرده‌اند. آنها دلیل افزایش اشتها را به سازوکارهای جبرانی هموستاتیک برای بازگرداندن تعادل مثبت، نسبت می‌دهند، زیرا آزمودنی‌های آنها میانگین کاهش وزنی معادل ۴ کیلوگرم داشتند[23]. در پژوهش حاضر، وزن آزمودنی‌های گروه تمرین هوازی کاهش یافت ولی تغییری در اشتها مشاهده نشد. ممکن است پروتکل تمرینی متفاوت نیز یکی از دلایل اختلاف باشد.

نتایج مطالعات نشان می‌دهند که افزایش در سطح لپتین، سرتونین، نوراپی‌نفرین، هورمون‌های آزادکننده کورتیکوتروپین، انسولین، کوله‌سیتوکینین، پپتید شبه‌گلوکاگون، آمفتامین و پپتید YY باعث بی‌اشتهایی و افزایش گرلین، کورتیزول، گلوتامات، آمینوبوتیریک‌اسید، گالانین، اندورفین، اورکسین A و B و نوروپپتید Y موجب افزایش اشتها می‌شود[24]. در مورد مکانسیم اثرگذاری تمرینات بر اشتها شواهد روشنی وجود ندارد، با وجود این، *بروم* و همکاران یک تا ۲ ساعت کاهش اثرگذاری در اشتها حین و بعد از فعالیت بدنی را به کاهش گرلین و افزایش سطوح هورمون پپتید YY ربط دادند[25]. بنابراین سطوح پلاسمایی هورمون‌های تنظیم‌کننده اشتها از قبیل ابستاتین، نوروپپتید Y، GLP-1، گرلین و غیره عامل بسیار مهمی در تفسیر یافته‌ها است. *پاسمن* و *وسترترپ* کاهش اشتها پس از فعالیت ورزشی را به افزایش سیستم سمپاتیک و در پی آن کاهش فعالیت معده‌ای و روده‌ای ربط می‌دهند[26]. تغییر دمای بدن، فشار و ناراحتی حاصل از فعالیت شدید[27]، افزایش اسیدلاکتیک و سطح کاتکول‌آمین‌ها، تغییر سطوح برخی از عوامل پلاسمایی از قبیل سطوح گلوکز، اسیدچرب و انسولین[28]، کاهش ترشح گرلین آسیل‌دار در پاسخ به فعالیت شدید[23]، اثر فیدبک منفی شدت ورزش با هورمون رشد، انتظارات ذهنی و دریافت پاداش پس از ورزش شدید[29] و ماهیت فردی افراد چاق در بروز پاسخ گرسنگی بیشتر نسبت به ورزش با شدت بالا، می‌تواند در تنظیم اشتها تاثیر داشته باشند. ناشتایی طولانی‌مدت، سبب کاهش مقادیر گلوکز خون و پرخوری زیاد، سبب افزایش آن می‌شود و گلوکز خون تاثیر معکوس بر اشتهای افراد دارد[24]. می‌توان گفت دلیل دیگر عدم تغییر اشتها در اثر ۹ هفته تمرین هوازی، ممکن است به علت عدم تغییر گلوکز خون در اثر پروتکل ورزش و تغذیه افراد در طول روز باشد. همچنین میزان گرسنگی اندازه‌گیری‌شده در پژوهش‌هایی که آزمودنی‌های آن مرد بودند با میزان گرسنگی اندازه‌گیری‌شده در پژوهش حاضر متفاوت است. میزان گرسنگی در آن پژوهش‌ها سرکوب شده، درحالی‌که در این پژوهش تغییری در گرسنگی مشاهده نشد. جنسیت می‌تواند در تاثیر ورزش بر اشتها مهم باشد. ورزش گرسنگی را از راه مشابهی در مردان و زنان مهار نمی‌کند و جاذبه حسی غذا در زنان بیشتر

است[16]. از سوی دیگر، در مطالعه حاضر تغذیه افراد در روز تمرین و روز قبل از آن کنترل‌شده و مشابه بود تا اثر تفاوت انرژی دریافتی و تغذیه بر تغییرات اشتها حذف شود[15].

انجام ۹ هفته تمرین هوازی تاثیری بر شاخص مقاومت به انسولین در زنان چاق نداشت. *روس* و همکاران پس از ۱۴ هفته تمرین هوازی، ۳۲٪ کاهش در مقاومت به انسولین را در زنان چاق مشاهده کرده و آن را به کاهش وزن و چربی شکمی ناشی از ورزش نسبت داده و عنوان می‌نمایند که ورزش بدون کاهش وزن مشهود نمی‌تواند تغییری در مقاومت به انسولین ایجاد کند[30]. در حالی که *رواسی* و همکاران کاهش ۳۵/۲۷٪ی مقاومت به انسولین را در اثر ۱۳ هفته تمرین هوازی، بدون کاهش وزن گزارش می‌کنند[31]. همچنین *فردریش* و همکاران پس از ۶ و ۹ هفته تمرین هوازی کاهش مقاومت به انسولین را در زنان یائسه مشاهده کرده و آن را به کاهش چربی بدن نسبت می‌دهند[19]. *داویدسون* و همکاران نیز بهبود مقاومت به انسولین را پس از ۶ ماه ورزش شامل ۹۰ دقیقه تمرین هوازی و ۶۰ دقیقه تمرین مقاومتی در مردان مشاهده کرده و آن را به کاهش چربی شکمی نسبت می‌دهند[32]. *بهرامی* و همکاران معتقدند که شاخص مقاومت به انسولین، متعاقب ۱۲ هفته تمرین، در گروه‌های "تمرین هوازی+محدودیت کالری" و "محدودیت کالری" به‌ترتیب ۴/۸ و ۳/۶۵٪ کاهش می‌یابد و دلیل آن کاهش چربی شکمی است[33]. در پژوهش حاضر درصد چربی و وزن بدن کاهش پیدا کرد، اما تغییری در مقاومت به انسولین مشاهده نشد. تغییر در تولید فاکتورهای التهابی توسط بافت چربی (به‌ویژه شکمی) ممکن است نقش مهمی در مقاومت به انسولین و مشکلات متابولیکی مرتبط با چاقی بازی کند، چراکه چاقی با افزایش سطوح شاخص‌های التهابی اینترلوکین ۶ (IL-6)، فاکتور نکروزی تومور آلفا (TNF-α) و پروتئین واکنشی C همراه است. در واقع، التهاب مزمن ریزفاکتور شناخته‌شده‌ای برای مقاومت به انسولین است که در پژوهش حاضر این شاخص‌ها اندازه‌گیری نشدند، بنابراین نمی‌توان در این مورد به درستی سخن گفت، اما بهبود مقاومت به انسولین در مردان چاق با انجام تمرینات استقامتی می‌تواند ناشی از کاهش سایتوکاین‌های همراه التهاب IL-6 و TNF-α باشد[31]. در پژوهش حاضر آزمودنی‌ها محدودیت کالری دریافتی نداشتند و مدت پژوهش نیز در مقایسه با مطالعات *روس* و همکاران، *داویدسون* و همکاران و *بهرامی* و همکاران کوتاه‌تر بود که ممکن است عدم تغییر شاخص مقاومت به انسولین ناشی از موارد فوق باشد.

برخی مطالعات پیشنهاد کرده‌اند که تنها تمرین با شدت خیلی زیاد (بالاتر یا مساوی ۷۰٪ بیشینه اکسیژن مصرفی) می‌تواند شاخص مقاومت به انسولین را کاهش دهد[34]. درحالی‌که پژوهش‌های دیگر نشان داده‌اند که شاخص مقاومت به انسولین می‌تواند با فعالیت جسمانی سبک و ملایم نیز بهبود یابد[35]. امکان دارد تحریکات ناشی از این نوع شیوه تمرینی به اندازه‌ای نبوده باشد که بتواند تغییرات کافی را در شاخص مقاومت به انسولین ایجاد نماید. در مجموع، تفاوت در نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند ناشی از تاثیر عوامل گوناگونی مانند میزان چربی و توزیع آن، شرایط التهابی، عملکرد کلیه، هورمون‌ها و عوامل بیشمار دیگر باشد. همچنین برخی دیگر از تفاوت‌ها می‌تواند به دلیل کیت‌های تجاری اندازه‌گیری هورمون‌ها باشد.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به حجم کم نمونه مورد بررسی و عدم اندازه‌گیری شاخص‌های دیگری همچون IL-6 و TNF-α اشاره کرد. مطالعات بزرگتر همراه با اندازه‌گیری سایر شاخص‌های درگیر در ایجاد اشتها ضروری به‌نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

۹ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر اشتها و شاخص مقاومت به انسولین در زنان چاق تاثیر ندارد.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از کلیه افرادی که در این پژوهش شرکت کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع مالی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

1- Cummings DE, Schwartz MW. Genetics and pathophysiology of human obesity. Ann Rev Med. 2003;54(1):453-71.

2- King NA, Lluch A, Stubbs RJ, Blundell JE. High dose exercise does not increase hunger or energy intake in free living males. Eur J Clin Nutr. 1997;51(7):478-83.

3- Bray GA. Afferent signals regulating food intake. Proc Nutr Soc. 2000;59(3):373-84.

4- Hosoda H, Kojima M, Kangawa K. Ghrelin and the regulation of food intake and energy balance. Mol Interv. 2002;2(8):449-503.

5- Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A. Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. Int J Obes relat metab disord. 2000;24(1):38-48.

6- Schwartz MW, Woods SC, Porte D, Seeley RJ, Baskin DG. Central nervous system control of food intake. Nature. 2000;404(6778):661-71.

7- Carnier J, Mello MTD, Ackle-Delia C, Corgosinho FC, de Silveira Campos RM, de Lima Sanches P, et al. Aerobic training (AT) is more effective than aerobic plus resistance training (AT + RT) to improve anorexigenic/orexigenic factors in obese adolescents. Appetite. 2013;69:168-73.

8- George VA, Morganstein A. Effect of moderate intensity exercise on acute energy intake in normal and overweight females. Appetite. 2003;40(1):43-6.

9- Blundell JE, King NA. Physical activity and regulation of food intake: current evidence. Med Sci sports Exerc. 1999;31(11):573-83.

10- King NA, Caudwell PP, Hopkins M, Stubbs JR, Naslund E, Blundell JE. Dual-process action of exercise on appetite control: increase in orexigenic drive but improvement in meal-induced satiety. Am J Clin Nutr. 2009;90(4):921-7.
11- Martins C, Truby H, Morgan LM. Short-term appetite control in response to a 6-week exercise programme in sedentary volunteers. Br J Nutr. 2007;98(4):834-42.
12- Whybrow S, Hughes DA, Ritz P, Johnstone AM, Horgan GW, King N, et al. The effect of an incremental increase in exercise on appetite, eating behaviour and energy balance in lean men and women feeding ad libitum. Br J Nutr. 2008;100(5):1109-15.
13- Ford ES. Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among U.S. adults. Epidemiology. 2002;13(5):561-8.
14- Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Curtin LR. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2008. JAMA. 2010;303(3):235-41.
15- Broom DR, Batterham RL, King JA, Stensel DJ. Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. Am J Physiol Regul, Integr Comp Physiol. 2009;296(1):29-35.
16- Pomerleau M, Imbeault P, Parker T, Doucet E. Effects of exercise intensity on food intake and appetite in women. Am J Clin Nutr. 2004;80(5):1230-6.
17- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin Chem. 1972;18(6):499-502.
18- Molanouri SM, Alinejad HA, Amani Shalamzari S, Aghayari A, Asghari Jafarabadi M, Talebi Badrabadi K. Anti-inflammatory effects of a bout of circuit resistance exercise withmoderateintensity in inactive obest males. J Hhahid Sadoughi Uni Med Sci. 2011;19(5):598-609.
19- Mackenzie B. 101 Performance Evaluation Tests; 2005. Available From: http://www.pponline.co.uk/101Evaluations/pdfs/101EvaluationTests.Front.Contents.Introduction.pdf.
20- Cummings DM, Henes S, Kolasa KM, Olsson J, Collier D. Insulin resistance status: predicting weight response in overweight children. Arch Pediatr Adolesc Med. 2008;162(8):764-8.
21- Mackelvie KJ, Meneilly GS, Elahi D, Wong AC, Barr SI, Chanoine JP. Regulation of appetite in lean and obese adolescents after exercise: role of acylated and desacyl ghrelin. J Clin Endocrinol Metabol. 2007;92(2):648-54.
22- Doucet E, Imbeault P, St-Pierre S, Almeras N, Mauriege P, Richard D, et al. Appetite after weight loss by energy restriction and a low-fat diet-exercise follow-up. Int J Obes Relat Metab Disord. 2000;24(7):906-14.
23- Martins C, Kulseng B, King NA, Holst JJ, Blundell JE. The effects of exercise-induced weight loss on appetite-related peptides and motivation to eat. J Clin Endocrinol Metabol. 2010;95(4):1609-16.
24- Guyton A, Jahn H. Medical Physiology. 11th ed. Shadan F (Translator). Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2006.
25- Williams MH. Nutrition for health, fitness and sport. 5th ed. New York: McGraw Hill; 1999.
26- Pasman WJ, Westerterp-Plantenga MS, Saris WHM. The effect of exercise training on leptin levels in obese males. Am J Physiol Endocrinol Metabol. 1998;274(2):280-6.
27- Thompson DA, Wolfe LA, Eikelboom R. Acute effects of exercise intensity on appetite in young men. Med Sci Sports Exerc. 1988;20(3):222-7.
28- Katch VL, Martin R, Martin J. Effects of exercise intensity on food consumption in the male rat. Am J Clin Nutr. 1979;32(7):1401-7.
29- Ballard TP, Melby CL, Camus H, Cianciulli M, Pitts J, Schmidt S, et al. Effect of resistance exercise, with or without carbohydrate supplementation, on plasma ghrelin concentrations and postexercise hunger and food intake. Metabolism. 2009;58(8):1191-9.
30- Ross R, Janssen I, Dawson J, Kungl AM, Kuk JL, Wong SL, et al. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. Obes Res. 2004;12(5):789-98.
31- Ravasi AA, Aminian T, Gaeini AA, Hamedinia M, Haghighi AH. The effect of an endurance training on pro-inflammatory cytokines and insulin resistance in obese men. Harkat. 2006;28:31-49. [Persian]
32- Davidson LE, Hudson R, Kilpatrick K, Kuk JL, McMillan K, Janiszewski PM, et al. Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. Arch Intern Med. 2009;169(2):122-31.
33- Bahrami A, Saremi A. Effect of caloric restriction with or without aerobic training on body composition, blood lipid profile, insulin resistance, and inflammatory marker in middle-age obese/overweight men. Arak Uni Med Sci J. 2011;14(3):11-9.
34- Kang J, Robertson RJ, Hagberg JM, Kelley DE, Goss FL, DaSilva SG, et al. Effect of exercise intensity on glucose and insulin metabolism in obese individuals and obese NIDDM patients. Diabetes Care. 1996;19(4):341-9.
35- Mayer-Davis EJ, D'Agostino R, Karter AJ, Haffner SM, Rewers MJ, Saad M, et al. Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. JAMA. 1998;279(9):669-74.