Original article

Effects of High-intensity Interval Training Versus Moderate-intensity Continuous Aerobic Training during a Ketogenic Diet on Appetite, Appetite Hormones, and Body Composition in Overweight and Obese Females

Homeyra Sheykhamini[1]
Kazem Khodaei[2*]

1. Department of Sport Physiology and Corrective exercises, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran
2. Assistant Professor of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

***Corresponding author:** Kazem Khodaei, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

Email: k.khodaei@urmia.ac.ir

Received: 06 October 2023
Accepted: 08 November 2023

ABSTRACT

Introduction and purpose: Exercise and diet are two major interventions that control obesity. The present study aimed to investigate the effect of high-intensity interval training during the ketogenic diet (HIIT-KD) and moderate-intensity continuous aerobic training during the ketogenic diet (MICT-KD) on the appetite, appetite hormones, and body composition in overweight and obese females.

Methods: In this semi-experimental research, 36 overweight or obese inactive women participated in this study and were randomly divided into three groups, including ketogenic diet (KD), MICT-KD, and HIIT-KD. The training groups exercised six weeks and three sessions per week interval running with 85-95 % HRmax or continuous running with 60-70 % HRmax along with following KD. Fasting blood sampling was performed before and after the intervention to measure hormones. Body composition was measured by the electrical bioimpedance method, and appetite was measured by visual analog scale. The mixed two-way ANOVA test, Bonferroni's test, and paired t-test were used for statistical analysis.

Results: No significant differences were observed in the serum level of leptin, acylated ghrelin, and leptin to ghrelin ratio between the three groups ($P>0.05$). The feeling of hunger, satiety, and fullness did not differ significantly between the three groups ($P>0.05$). The Prospective food consumption in the MICT-KD group showed a significant decrease compared to other groups ($P=0.001$). There was no significant difference in body weight, body fat percent, body water, and muscle volume between the groups ($P>0.05$).

Conclusion: There were no differences between the two types of exercise during a ketogenic diet on appetite hormones and body composition in overweight or obese women. Furthermore, both types of exercise during a ketogenic diet had no superiority over the ketogenic diet alone. Prospective food consumption was reduced in the MICT-KD group compared to the other two groups.

Keywords: Aerobic exercise, Body composition, Ghrelin, Ketogenic diet, Leptin, Obesity

▶ **Citation:** Sheykhamini H, Khodaei K. Effects of High-intensity Interval Training versus Moderate-intensity Continuous Aerobic Training during a Ketogenic Diet on Appetite, Appetite Hormones, and Body Composition in Overweight and Obese Females. Journal of Health Research in Community. Winter 2023;9(4): 80-94.

Copyright© 2023, Published by Mazandaran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY) License (http://creativecommons.org/) which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین اینتروال شدید در مقایسه با تمرین هوازی با شدت متوسط طی یک دوره رژیم غذایی کتوژنیک براشتها، هورمون های اشتها و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه‌وزن و چاق

حمیرا شیخ امینی[1]
کاظم خدائی[2*]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

* نویسنده مسئول: کاظم خدائی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

Email: k.khodaei@urmia.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۷

چکیده

مقدمه و هدف: ورزش و رژیم غذایی دو مداخله‌ی اصلی برای کنترل چاقی هستند. هدف مطالعه‌ی حاضر بررسی تأثیر تمرین اینتروال شدید طی رژیم کتوژنیک (HIIT-KD) و تمرین هوازی مداوم با شدت متوسط طی رژیم کتوژنیک (MICT-KD) بر اشتها و هورمون های اشتها و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه‌وزن و چاق بود.

روش کار: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. ۳۶ زن غیرفعال دارای اضافه‌وزن یا چاق در مطالعه شرکت کردند و به‌طور تصادفی، به سه گروه رژیم غذایی کتوژنیک (MICT-KD، KD و HIIT-KD) تقسیم شدند. گروه های تمرینی به مدت شش هفته و هر هفته، سه جلسه تمرین دویدن به‌صورت اینتروال با شدت ۸۵ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه و مداوم با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه همراه با پیروی از رژیم کتوژیک انجام دادند. برای اندازه گیری هورمون ها، خون گیری ناشتا در قبل و بعد از مداخله انجام شد. ترکیب بدنی با روش بیوایمپدنس الکتریکی و اشتها با مقیاس آنالوگ بصری اندازه گیری شد. از آزمون ANOVA دوراهه‌ی ترکیبی به همراه آزمون تعقیبی بونفرونی برای آنالیز آماری استفاده شد.

یافته‌ها: در سطح سرمی لپتین، گرلین آسیل‌دار، نسبت لپتین به گرلین بین سه گروه تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P<۰/۰۵$). احساس گرسنگی، سیری و میزان سیری بین سه گروه تفاوت معنی داری نداشت ($P<۰/۰۵$). تمایل به خوردن غذا در گروه MICT-KD نسبت به دیگر گروه ها کاهش معنی داری نشان داد ($P=۰/۰۰۱$). وزن بدن، درصد چربی بدن، آب بدن و حجم عضلات بین گروه ها تفاوت معنی داری نداشت ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: بین دو نوع تمرین طی رژیم کتوژنیک، تفاوتی در هورمون های اشتها و ترکیب بدنی در زنان دارای اضافه‌وزن یا چاق وجود نداشت. همچنین، هر دو نوع تمرین طی رژیم کتوژنیک هیچ‌گونه برتری نسبت به رژیم کتوژنیک به‌تنهایی نداشتند. تمایل به خوردن در گروه MICT-KD نسبت به دو گروه دیگر کاهش یافته بود.

کلمات کلیدی: رژیم غذایی کتوژنیک، ورزش هوازی، گرلین، لپتین، چاقی، ترکیب بدنی

◀ **استناد:** شیخ امینی، حمیرا؛ خدائی، کاظم. تأثیر تمرین اینتروال شدید در مقایسه با تمرین هوازی با شدت متوسط طی یک دوره رژیم غذایی کتوژنیک براشتها، هورمون های اشتها و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه‌وزن و چاق. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، زمستان ۱۴۰۲؛۹(۴): ۹۴-۸۰

مقدمه

چاقی نتیجه‌ی بی‌تعادلی بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی است و به‌طور عمده، در حال افزایش است [۱]. فرض بر این است

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

که التهاب مزمن درجه‌ی پایین مرتبط با چاقی چربی اضافی با عوارض جانبی نامطلوب قلبی و متابولیکی همراه است [۲]. شناخت نقش هورمون‌های اشتها در چاقی که در سال‌های اخیر، به آن توجه شده است، حائز اهمیت است [۴, ۳]. لپتین هورمونی مشتق‌شده از بافت چربی است که غلظت آن با توجه به اندازه‌ی سطح چربی بدن متغیر است [۵]. یکی دیگر از هورمون‌های مرتبط با اشتها گرلین است که وضعیت گرسنگی را نشان می‌دهد و باعث افزایش جذب غذا می‌شود [۳]. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که میزان لپتین بعد از پروتکلهای تمرین ورزشی کاهش و میزان گرلین افزایش می‌یابد که کاهش بافت چربی سفید احشایی و افزایش مصرف انرژی بعد از ورزش می توانند از دلایل احتمالی این تغییرات باشند [۷, ۶] . همچنین، مطالعات نشان داده اند که تمرینات ورزشی باعث افزایش حساسیت لپتینی می شود [۸]. امروزه، برای درمان چاقی و کنترل وزن از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. از روش‌های مهم می توان به رژیم غذایی و انجام فعالیت ورزشی اشاره کرد [۹]. یکی از رژیم‌های غذایی پرکاربرد برای کاهش وزن، رژیم غذایی کم‌کربوهیدرات کتوژنیک است که اغلب مطالعات انجام‌شده کارایی این رژیم را در کاهش وزن و کاهش بافت چربی به خوبی نشان داده‌اند [۱۰]. این رژیم بر میزان کربوهیدارت کم، پروتئین در حد متوسط و چربی زیاد (سطح کتون در گردش خون بین ۰/۵ تا ۵ میلی‌مول) تأکید می‌کند و رژیمی جایگزین و امیدوارکننده برای تقویت آمادگی و بهبود سلامتی است. در کتوز تغذیه‌ای، نیازهای متابولیکی اندام‌ها و بافت‌ها را کتون و اسیدهای چرب برآورده می‌کنند. ورزش‌کاران در کتوز تغذیه‌ای، میزان بسیار زیادی از اکسیداسیون چربی‌ها را نشان می‌دهند (بیشتر از ۱/۵ گرم در دقیقه) [۱۱]. لافونتین و همکاران (۲۰۱۹) کاهش وزن درخور توجه و بهبود ترکیب بدنی بدون افت عملکرد جسمانی را بعد از رژیم کتوژنیک با ورزش نشان دادند [۱۲]. همچنین، رژیم کتوژنیک باعث کاهش لپتین و افزایش گرلین می‌شود که بر اساس یافته‌های مطالعات قبلی، دلایل کاهش سطح لپتین و افزایش سطح گرلین پس از رژیم غذایی کتوژنیک ممکن است به رفتار جبرانی به تغییرات در هموستاز انرژی، کاهش چربی و توده‌ی بدنی مربوط باشد [۱۴, ۱۳].

فعالیت‌های ورزشی، به‌ویژه دو نوع متداول آن شامل تمرینات هوازی مداوم با شدت متوسط (MICT) و تمرینات اینتروال شدید (HIIT)، تأثیر تقریباً یکسانی در کاهش وزن دارند؛ بااین‌حال، مزیت تمرینات HIIT صرف زمان کمتر است. همچنین، مطالعات اخیر کارایی بیشتر تمرینات HIIT را در بهبود مؤلفه‌های آمادگی جسمانی و آمادگی قلبی‌عروقی نشان داده اند [۱۵]. مطالعه ای یافت نشد که سازگاری هورمون‌های اشتها و حس اشتها را بعد از دو نوع تمرین HIIT و MICT در میان‌مدت و بلندمدت مقایسه کرده باشد و اغلب تأثیرات حاد این دو نوع تمرین با هم بررسی شده است. در مطالعه‌ای مروری، نشان داده شده است که هر دو نوع تمرین اشتها را سرکوب می‌کند و تفاوتی بین دو نوع تمرین وجود ندارد و مطالعه‌ی دیگری نیز نبود تفاوت در انرژی دریافتی را نشان داد [۱۷, ۱۶]. درحالی‌که مطالعه‌ی مروری دیگری تأثیر حاد دو نوع تمرین HIIT و MICT را بر هورمون‌های اشتها مقایسه کرده است که برتری نسبی تمرینات HIIT گزارش شد [۱۸]. در کل، مطالعات بلندمدت اندکی تأثیر ورزش، به‌ویژه دو نوع ذکرشده را بر اشتها بررسی کرده‌اند؛ بااین‌حال، نتایج مطالعات انجام‌شده درباره‌ی اشتها و هورمونهای مرتبط با اشتها اغلب متناقض است [۱۹،۲۰]. استفاده از رژیم کتوژنیک به‌همراه ورزش برای کنترل وزن و چاقی موضوع مهمی برای افراد چاق و حتی ورزش‌کارانی است که قصد کاهش وزن دارند و با توجه به اینکه تمرینات HIIT در برخی از مؤلفه های مرتبط با سلامتی و آمادگی جسمانی، دارای برتری و مزایای بیشتری نسبت به تمرینات MICT است، فرض بر این است که این نوع تمرین تأثیر بیشتری بر اشتها، هورمون های اشتها و ترکیب بدنی می‌گذارد. از طرفی، برخی از محققان کنترل حس اشتها با این رژیم غذایی را مکانیسم احتمالی کاهش وزن بیان کرده اند [۲۰]. پاسخ به این سؤال از اهمیت بالایی

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

برخوردار است که آیا تمرین HIIT طی یک دوره پیروی از رژیم غذایی کتوژنیک دارای اثربخشی بهتری نسبت به تمرین MICT است یا خیر؛ بنابراین، هدف از مطالعه‌ی حاضر مقایسه‌ی اثربخشی دو نوع تمرین MICT و HIIT طی یک دوره‌ی شش‌هفته ای رژیم غذایی کتوژنیک بر حس اشتها، هورمون های گرلین و لپتین و ترکیب بدنی در دختران دارای اضافه‌وزن و چاق بود.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه‌ی آماری پژوهش حاضر دانشجویان دختر غیرفعال چاق یا دارای اضافه‌وزن دانشگاه ارومیه با شاخص توده‌ی بدنی (BMI) بالای ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع بودند. معیارهای ورود به پژوهش شامل نداشتن بیماری خاص، BMI بالای ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع، نداشتن فعالیت بدنی منظم در شش ماه اخیر، مصرف نکردن دارو یا مکمل، استعمال نکردن دخانیات و استفاده نکردن از رژیم غذایی خاص بود. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل غیبت بیش از سه جلسه در تمرین، مشاهده نشدن کتوزیس بعد از هر هفته اندازه گیری و آسیب دیدگی حین فعالیت ورزشی بود. از میان جامعه‌ی مدنظر، ۴۵ نفر ثبت‌نام کردند و به‌طور هدفمند و دردسترس،۳۶ نفر واجد شرایط به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. تعداد نمونه بر اساس اندازه‌ی اثر ۰/۲۵ در مطالعات قبلی، توان ۰/۹۵ و سطح آلفای ۰/۰۵ نفر با استفاده از نرم‌افزار G*power برآورد شد. تمامی شرکت کنندگان پرسش‌نامه‌ی آمادگی شرکت در فعالیت ورزشی و رضایت‌نامه‌ی آگاهانه‌ی شرکت در پژوهش را پرکردند. قبل از شروع برنامه‌ی تمرینی، به مدت یک هفته، آشناسازی آزمودنی ها با تمرینات ورزشی و رژیم کتوژنیک انجام شد. پژوهش حاضر در کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه ارومیه با کد IR.URMIA.REC.1399.007 به تصویب رسید. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی، به سه گروه تمرین MICT طی رژیم کتوژنیک (۱۲ نفر)، گروه تمرین HIIT طی رژیم کتوژنیک (۱۲ نفر) و گروه رژیم کتوژنیک به‌تنهایی (۱۲ نفر) تقسیم‌بندی شدند. گروه ها بر اساس میزان BMI همسان سازی شدند و نتایج جدول ۱ نشان داد که بین سه گروه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. آزمودنی ها در دو گروه تمرین علاوه بر پیروی از رژیم کتوژنیک، به مدت شش هفته و هر هفته، سه جلسه تمرینات هوازی دویدن MICT و HIIT را انجام دادند. در انتهای پژوهش، تنها هشت نفر در هر گروه به‌طور کامل، مراحل پژوهش را به اتمام رساندند. در هر گروه، چهار نفر به‌دلیل شرکت نامنظم در تمرینات، پیروی نکردن صحیح از رژیم غذایی و انصراف شخصی از مطالعه خارج شدند نمودار کنسورت در شکل ۱ ارائه گردیده است.

اندازه گیری ها

در پژوهش حاضر، ۴۸ ساعت قبل از شروع تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین، ویژگی های آنتروپومتریکی شامل قد و وزن با استفاده از قد و وزن‌سنج (Stadiometer) مدل SECA ساخت کشور آلمان، ترکیب بدنی با استفاده از روش امپدانس بیولوژیکی الکتریکی (BIA) و با دستگاه Inbody3 ساخت کشور کره‌ی جنوبی و اشتها با استفاده از مقیاس آنالوگ بصری (VAS) اندازه‌گیری شد.

در روش BIA، جریان کوچک امپدانس دست و پا از کل بدن عبور می کند و مقادیر قدرت و واکنش‌پذیری را از بافت های بدن ارائه می دهد. این مقادیر امپدانس برای پیش‌بینی چندین متغیر، از جمله درصد چربی بدن، توده‌ی بدون چربی بدن و کل آب بدن به کار رفت. قبل از انجام آزمون، قد، سن و جنسیت هر شرکت‌کننده در نرم‌افزار دستگاه BIA وارد شد. شرکت‌کنندگان سپس دست‌ها و پاهای خود را با پدهای الکلی تمیز کردند و روی الکترودها ایستادند و هم‌زمان، دسته‌های تعبیه‌شده‌ی الکترود را در دست گرفتند [۲۱].

مقیاس VAS نیز پرسش‌نامه ای با هشت سؤال درباره‌ی احساس گرسنگی (Hunger)، احساس سیری (Satiety)، میزان

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

سیری (Fullness)، میزان میل به خوردن (Prospective food consumption) و تمایل به خوردن خوراکی های چرب، شور، شیرین یا خوش‌طعم است. هر سؤال شامل خطی به طول ۱۰ سانتی‌متر است که با جملاتی که در هر دو انتهای هر خط قرار داده شده‌اند (پایین‌ترین برابر با ۰ و بالاترین برابر با ۱۰)، میزان رتبه‌بندی را نشان می دهد. آزمودنی‌ها احساس ذهنی خود از قسمت کمتر به بیشتر را روی خط هر سؤال علامت‌گذاری کردند. ارزیابی‌های احساس اشتها شامل چهار مرتبه ارزیابی اشتهای پیش آزمون در حالت ناشتا، پیش آزمون بعد از خوردن صبحانه، پس آزمون در حالت ناشتا و پس‌آزمون بعد از خوردن صبحانه بود. احساس اشتها بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی و ۳۰ دقیقه پس از خوردن صبحانه‌ی استاندارد (۳۰ گرم پنیر، دو عدد خرما، نصف لواش و ۲۰۰ میلی‌لیتر شیر کم‌چرب)، اندازه‌گیری شد. در پس‌آزمون، احساس اشتها مشابه پیش‌آزمون اندازه‌گیری شد [۲۲].

تجزیه‌وتحلیل بیوشیمیایی

نمونه‌های خونی در این پژوهش، دو بار در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، با ۴۸ ساعت فاصله از آخرین جلسه‌ی تمرینی، به‌صورت ناشتا جمع‌آوری شدند. ابتدا، آزمودنی ها برای نمونه‌گیری بین ساعات ۸ تا ۹ صبح، به مرکز درمانگاهی دانشگاه مراجعه کردند. خون گیری از سیاهرگ دست چپ هر آزمودنی، به‌اندازه‌ی ۵ میلی‌لیتر خون در وضعیت نشسته و در حالت استراحت انجام گرفت و نمونه‌های خونی بلافاصله، با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه، به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد، در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه، سانتریفیوژ شدند و سرم حاصل تا زمان استخراج داده‌ها در دمای ۲۴- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس، آزمودنی ها برای انجام آنالیز ترکیب بدنی و آنتروپومتریکی به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشکده مراجعه کردند. مقادیر سرمی لپتین و گرلین آسیلدار با استفاده از روش آزمایشگاهی الایزا (ELISA) و کیت های انسانی شرکت Elabscience ساخت کشور چین با حساسیت ۹/۳۸ pg/ml و تکرارپذیری هر دو intra-CV و inter-CV کمتر از ۱۰ درصد برای هر دو کیت اندازه گیری شدند.

رژیم غذایی کتوژنیک

رژیم غذایی بر اساس مطالعه‌ی گرین (۲۰۱۸) و همکاران و وارگاس و همکاران (۲۰۱۸) تجویز و کنترل شد. اساس رژیم غذایی تجویزی شامل محدودیت در مصرف کربوهیدرات بود؛ اما کل کالری دریافتی به میزان دلخواه بود. میزان دریافت کربوهیدرات به کمتر یا مساوی ۵۰ گرم یا ۱۰ درصد کل کالری دریافتی محدود شده بود. مشاوره و منابع تغذیه ای برای کمک به پایبندی به رژیم کتوژنیک ارائه شده بود. منابع شامل برنامه های غذایی روزانه‌ی پیشنهادی چاپی یا الکترونیکی شامل لیست غذاهای «تشویق به خوردن غذا»، «خوردن در حد اعتدال» و «غذاهایی که از خوردن آن اجتناب شود» بود. لیست غذاهایی که تشویق به خوردن آن‌ها شده بود، شامل غذاهای غیرفرآوری‌شده متشکل از سبزیجات برگ سبز، آجیل و تخمه های خام، تخم‌مرغ، گوشت حیوانات، لبنیات و روغن های گیاهی آووکادو، نارگیل و زیتون بود. مصرف غذاهای کربوهیدراتی مانند پاستا، شیرینی ها، سیب‌زمینی، برنج، نان، نوشابه های گازدار و میوه های شیرین محدود شده بود. برنامه‌ی غذایی و دستورالعمل های پیشنهادی وعده های غذایی برای پاسخ‌گویی به نیازهای ریزمغذی و با توجه ویژه به مصرف سدیم و ویتامین ها ارائه شده بود. هیچ برنامه‌ی غذایی ازپیش‌تعیین‌شده به آزمودنی ها داده نشده بود. رژیم غذایی مصرفی آزمودنی ها را محققان زیر نظر مشاور تغذیه از طریق فضای مجازی و ارتباط مستقیم در باشگاه و خودگزارشی آزمودنی‌ها با نرم‌افزار Nutritionist کنترل کردند. رژیم کتوژنیک استفاده‌شده به‌صورت چرخه ای بود و در هر هفته، یک جلسه آزمودنی ها می‌توانستند از رژیم غذایی عادی و معمولی پرکربوهیدرات پیروی کنند. میزان و درصد درشت‌مغذی ها را در هر جلسه، با استفاده از نرم‌افزارهای تغذیه ای موجود در گوشی های هوشمند، از جمله Samsung health و Nutrition fact، آزمودنی

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

ها آنالیز و ثبت می کردند. برای کنترل اینکه آزمودنی ها از رژیم کتوژنیک پیروی کرده اند و بدنشان وارد فاز کتوزیس شده است، هر هفته یک بار از نوارهای تشخیص کتوزیس DIA Strip (ساخت شرکت Diaplus Inc، کشور کانادا) استفاده شد. اگر سطح کتون در ادرار فرد کمتر از ۴ میلی‌مول در دسی‌لیتر بود، فرد مدنظر از مطالعه خارج می شد [۲۴, ۲۳] . جزئیات درشت‌مغذی ها و کالری دریافتی در جدول ۱ ارائه شده است.

برنامه‌ی تمرینی

هر دو برنامه‌ی تمرین MICT و تمرین HIIT به‌تفصیل در ادامه شرح داده شده است. همچنین، به‌طور خلاصه، در جدول ۲ نشان داده شده است.

تمرین MICT

پروتکل این تمرین بر اساس مطالعه‌ی احمدی‌زاد و همکارانش (۲۰۱۵) و مطالعه‌ی مروری ویویگ و همکاران (۲۰۱۷) طراحی شده است [۲۵, ۱۵]. تمرینات MICT در این پژوهش شامل ۶ هفته و هر هفته، ۳ جلسه تمرین دویدن در سالن بود. شدت تمرین ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه (HRmax) بود. در دو هفته‌ی اول، تمرین با ۶۰ درصد شروع می شد و هر دو هفته، ۵ درصد اضافه می شد. شدت تمرین با استفاده از ضربان‌سنج پلار (ساخت کشور فنلاند) کنترل می شد. در هر جلسه، در ابتدای تمرین، ۱۰ دقیقه گرم کردن استاندارد و در انتهای تمرین، ۱۰ دقیقه سرد کردن استاندارد شامل دو نرم و کشش انجام می شد. مدت تمرین اصلی در هر جلسه ۴۰ تا ۷۰ دقیقه بود. در دو هفته‌ی اول، با ۴۰ دقیقه شروع شد و هر دو هفته، ۱۰ دقیقه به مدت جلسه‌ی تمرینی اضافه می شد.

تمرین HIIT

این پروتکل تمرینی بر اساس مطالعه‌ی مروری ویویگ و همکاران (۲۰۱۷) و شیرو و همکاران (۲۰۰۵) طراحی شد [۲۶,

جدول ۱: ترکیب درشت‌مغذی ها و کالری دریافتی

گروه‌ها		هفته‌ی اول	هفته‌ی دوم	هفته‌ی سوم	هفته‌ی چهارم	هفته‌ی پنجم	هفته‌ی ششم
MICT طی رژیم کتوژنیک	پروتئین (g/day)	۱۲۴/۱ ±۶/۱	۱۲۳/۱±۲/۳	۱۲۳/۴±۱/۴	۱۲۰/۱±۲/۳	۱۲۱/۹±۳/۹	۱۲۲/۵±۶/۷
	کربوهیدرات (g/day)	۵۰/۶ ±۱/۸	۴۹/۱±۱/۶	۴۹/۹±۱/۳	۵۰/۲±۱/۵	۴۹/۶±۰/۹	۴۸/۸±۱/۲
	چربی (g/day)	۱۴۵/۳ ±۲/۳	۱۴۵/۸±۷/۳	۱۴۴/۳±۲/۷	۱۴۳/۲±۳/۷	۱۴۲/۳±۱/۵	۱۴۰/۲±۴/۲
	انرژی دریافتی (cal/day)	۲۰۰۱/۱ ±۵/۳	۱۹۹۲/۶±۵/۵	۱۹۸۰/۵±۲/۵	۱۹۶۳/۲±۲/۶	۱۹۵۰/۷±۱/۰	۱۹۳۱/۶±۴/۴
HIIT طی رژیم کتوژنیک	پروتئین (g/day)	۱۲۳/۳ ±۵/۱	۱۲۲/۷±۶/۳	۱۲۱/۱±۱/۴	۱۲۱/۷±۹/۳	۱۲۰/۸±۷/۹	۱۲۱/۵±۰/۷
	کربوهیدرات (g/day)	۴۸/۲ ±۳/۲	۴۹/۱±۱/۶	۴۸/۹±۱/۳	۴۹/۲±۲/۶	۵۰/۶±۲/۷	۴۹/۱±۱/۸
	چربی (g/day)	۵/۱۴۶/۳ ±۶	۱۴۵/۲±۲/۳	۱۴۴/۷±۳/۱	۱۴۳/۵±۳/۶	۱۴۲/۰±۱/۱	۱۴۰/۹±۱/۳
	انرژی دریافتی (cal/day)	۲۰۰۵/۲ ±۴/۵	۱۹۹۶/۳±۴/۳	۱۹۷۹/۵±۱/۲	۱۹۶۷/۴±۵/۵	۱۹۵۸/۵±۳/۶	۱۹۴۰/۳±۱/۶
رژیم کتوژنیک	پروتئین (g/day)	۱۲۲/۱ ±۵/۱	۱۲۳/۲±۵/۳	۱۲۲/۴±۱/۴	۱۲۰/۱±۰/۳	۱۲۰/۲±۲/۱	۱۲۱/۵±۰/۷
	کربوهیدرات (g/day)	۴۹/۱ ±۱/۸	۴۹/۷±۶/۶	۴۸/۹±۱/۳	۴۹/۲±۱/۵	۴۷/۶±۰/۹	۴۷/۸±۱/۲
	چربی (g/day)	۱۴۴/۳ ±۴/۱	۱۴۵/۸±۷/۳	۱۴۴/۲±۰/۷	۱۴۳/۲±۳/۷	۱۴۲/۹±۳/۵	۱۴۰/۵±۰/۲
	انرژی دریافتی (cal/day)	۱۹۸۵/۲ ±۵/۵	۱۹۹۴/۶±۶/۵	۱۹۸۱/۶±۱/۵	۱۹۶۵/۲±۲/۶	۱۹۴۸/۷±۳/۵	۱۹۳۴/۶±۱/۲
مقادیر p بین‌گروهی	پروتئین (g/day)	۰/۵۴	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۸	۰/۴۲
	کربوهیدرات (g/day)	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۴۸	۰/۵۸	۰/۳۱	۰/۵۵
	چربی (g/day)	۰/۳۲	۰/۲۲	۰/۳۵	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۶۶
	انرژی دریافتی (cal/day)	۰/۰۷	۰/۳۴	۰/۲۲	۰/۸۰	۰/۷۱	۰/۵۴

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

جدول ۲: برنامه های تمرینی

نوع تمرین	متغیرهای تمرین	هفته‌ی اول و دوم	هفته‌ی سوم و چهارم	هفته‌ی پنجم و ششم
MICT	شدت	٪۶۰ HRmax	٪۶۵ HRmax	٪۷۰ HRmax
	مدت تمرین در جلسه	۴۰ دقیقه	۵۰ دقیقه	۶۰ دقیقه
HIIT	شدت	٪۸۵ HRmax	٪۹۰ HRmax	٪۹۵ HRmax
	مدت تمرین در جلسه	۴X۴ دقیقه اینتروال با ۳ دقیقه استراحت فعال	۴X۴ دقیقه اینتروال با ۳ دقیقه استراحت فعال	۴X۴ دقیقه اینتروال با ۳ دقیقه استراحت فعال

HIIT: تمرینات اینتروال شدید، MICT: تمرینات مداوم با شدت متوسط

۱۵]. تمرین شامل ۶ هفته و هر هفته، ۳ جلسه دویدن در سالن بود. در شروع تمرین، گرم کردن استاندارد به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. سپس، در ادامه‌ی جلسه، ۴ بار دویدن با شدت ۸۵ درصد HRmax، به مدت ۴ دقیقه، با فاصله‌ی استراحتی فعال سه‌دقیقه‌ای با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد HRmax انجام شد. در دو هفته‌ی اول، شدت تمرین اصلی ۸۵ درصد بود و در هر دو هفته، ۵ درصد به شدت تمرین اضافه می‌شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۴ استفاده شد. در پژوهش حاضر، برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به‌ترتیب، از آزمون شاپیروویلک و آزمون لون استفاده شد. برای بررسی تأثیر مداخلات تمرینی از تحلیل واریانس دوراهه‌ی ترکیبی (اثر زمان در گروه) و برای مقایسه‌ی بین‌گروهی از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. با توجه به تفاوت میانگین BMI در پیش‌آزمون، نتایج BMI به‌عنوان کوریت در هورمون های اشتها وارد شد. سطح معنی‌داری برای تمام روش‌های آماری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

مشخصات توصیفی آزمودنی ها در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج تحلیل واریانس یک راهه نشان داد که بین سه گروه در میزان پایه تفاوت معناداری وجود نداشت. آنوای ترکیبی دوراهه‌ی هورمون های اشتها در جدول ۴ نشان داد که تعامل زمان در گروه در میزان سرمی گرلین آسیل‌دار تفاوت معنی‌داری نداشت (۰/۶۹ =P). نتایج تعاملی زمان در گروه در میزان سرمی لپتین معنی‌دار نبود (P= ۰/۲۱). نتایج تعاملی زمان در گروه در نسبت لپتین به گرلین نیز تفاوت معنی داری نداشت (P= ۰/۳۱)؛ بنابراین، بین سه گروه تفاوت معنی‌داری در هیچ‌یک از سه متغیر وجود نداشت. بااین‌حال، نتایج درون گروهی کاهش معنی دار لپتین و افزایش معنی دار گرلین را در هر سه گروه نسبت به مقادیر پایه نشان داد ($P\leq ۰/۰۵$)؛ اما، نسبت

جدول ۳: ویژگی های آنتروپومتریکی و توصیفی آزمودنی ها در پیش‌آزمون

متغیر	گروه رژیم کتوژنیک به‌تنهایی	گروه MICT طی رژیم کتوژنیک	گروه HIIT طی رژیم کتوژنیک	مقادیر P بین‌گروهی
سن (سال)	۲۱/۳۸ ±۲/۱۳	۲۲/۶۳ ±۱/۹۲	۲۱/۶۳±۱/۸۴	۰/۴۴
قد (سانتی‌متر)	۱۶۳/۱۲±۵/۲۴	۱۶۵/۰۰± ۶/۵۴	۱۶۲/۵۰±۷/۵۰	۰/۷۲
وزن (کیلوگرم)	۸۶/۱۳±۳۸/۲۸	۷۸/۸±۱۷/۷۵	۷۳/۶±۱۳/۱۰	۰/۳۰
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۳۱/۶۸±۲/۸۷	۲۸/۶۳±۱/۸۱	۲۹/۹۶±۲/۲۲	۰/۱۰

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

جدول ۴: سطوح استراحتی هورمون های اشتها و ترکیب بدنی بعد از مداخله‌های تمرینی و رژیم کتوژنیک

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اثر متقابل	مقادیر P	اندازه‌ی اثر
گرلین آسیلدار (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)	رژیم کتوژنیک به‌تنهایی	۲۲۸/۰۵ ± ۸/۷۳	۲۵۷/۳۹ ± ۲۲/۲۶ *	زمان	۰/۰۰۱	۰/۸۰
	HIIT طی رژیم کتوژنیک	۲۱۹/۷۵ ± ۲۴/۴۷	۲۴۹/۴۹ ± ۲۹/۲۱ *	زمان×گروه	۰/۸۲	۰/۰۰۹
	MICT طی رژیم کتوژنیک	۲۲۰/۹۵ ± ۱۷/۱۱	۲۴۸/۲۴ ± ۱۷/۷۴ *			
لپتین (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)	رژیم کتوژنیک به‌تنهایی	۱۲۰/۰۴ ± ۸/۶۶	۱۱۲/۱۵ ± ۱۲/۰۷ *	زمان	۰/۰۰۱	۰/۶۲
	HIIT طی رژیم کتوژنیک	۱۳۶/۶۳ ± ۲۸/۷۴	۱۲۴/۰۶ ±۲۴/۷۰ *	زمان×گروه	۰/۵۲	۰/۰۶
	MICT طی رژیم کتوژنیک	۱۱۷/۲۶ ± ۱۸/۵۰	۱۰۷/۳۸ ± ۱۳/۶۴*			
لپتین / گرلین	رژیم کتوژنیک به‌تنهایی	۰/۵۲ ± ۰/۰۱	۰/۴۹ ± ۰/۱۳	زمان	۰/۰۰۵	۰/۳۲
	HIIT طی رژیم کتوژنیک	۰/۶۳ ± ۰/۲۰	۰/۵۳ ± ۰/۱۶*	زمان×گروه	۰/۳۰	۰/۱۷
	MICT طی رژیم کتوژنیک	۰/۵۱ ± ۰/۰۸	۰/۴۵ ± ۰/۱۳*			
وزن بدن (کیلوگرم)	رژیم کتوژنیک به‌تنهایی	۸۶/۳۸ ± ۱۳/۲۸	۸۲/۱۳±۱۳/۶۴ *	زمان	۰/۰۰۱	۰/۹۱
	HIIT طی رژیم کتوژنیک	۷۸/۷۵ ± ۸/۱۷	۷۳/۳۸ ± ۸/۷۹ *	زمان×گروه	۰/۱۸	۰/۱۰
	MICT طی رژیم کتوژنیک	۷۳/۱۳ ± ۶/۱۰	۶۸/۵۰ ± ۴/۸۹ *			
درصد چربی(٪)	رژیم کتوژنیک به‌تنهایی	۳۹/۳۸ ± ۴/۴۰	۳۵/۵۰ ± ۵/۰۹ *	زمان	۰/۰۰۱	۰/۶۴
	HIIT طی رژیم کتوژنیک	۳۷/۵۰ ± ۳/۳۳	۳۴/۸۸ ± ۳/۲۷ *	زمان×گروه	۰/۵۵	۰/۰۷
	MICT طی رژیم کتوژنیک	۳۵/۲۵ ± ۳/۹۱	۳۱/۶۳ ± ۳/۹۶*			
توده‌ی بدون چربی (کیلوگرم)	رژیم کتوژنیک به‌تنهایی	۴۸/۶۲ ± ۵/۰۶	۴۹/۱۳ ± ۵/۹۶	زمان	۰/۲۵	۰/۰۶
	HIIT طی رژیم کتوژنیک	۴۵/۰۰ ± ۶/۵۴	۴۵/۱۳ ± ۶/۳۷	زمان×گروه	۰/۶۲	۰/۰۵
	MICT طی رژیم کتوژنیک	۴۲/۳۸ ± ۵/۹۲	۴۳/۸۸ ± ۳/۷۵			
آب بدن (لیتر)	رژیم کتوژنیک به‌تنهایی	۳۵/۷۵ ± ۳/۶۹	۳۶/۳۸ ± ۴/۴۷	زمان	۰/۳۰	۰/۰۹
	HIIT طی رژیم کتوژنیک	۳۳/۱۳ ± ۴/۸۵	۳۳/۳۸ ± ۴/۸۰	زمان×گروه	۰/۷۱	۰/۰۲
	MICT طی رژیم کتوژنیک	۳۲/۳۸ ± ۱/۶۸	۳۲/۷۵ ± ۱/۸۳			

*** نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی دار نسبت به پیش‌آزمون. داده ها به‌صورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش شده است.**

لپتین به گرلین تنها در دو گروه تمرین طی رژیم کتوژنیک نسبت به میزان پایه کاهش معنی‌داری داشت (P≤۰/۰۵).

طبق یافته های شکل ۲، نتایج تعاملی زمان در گروه در میزان احساس گرسنگی تفاوتی را نشان نداد؛ بنابراین، بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نبود (P= ۰/۱۶۷). نتایج تعاملی زمان در گروه در میزان احساس سیری تفاوتی را نشان نداد؛ بنابراین، بین گروه ها تفاوت معنی داری نبود (P= ۰/۱۸۸). نتایج تعاملی زمان در گروه در میزان تمایل به غذا خوردن تفاوت معنی‌داری را نشان داد؛ بنابراین، بین گروه ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P= ۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که گروه MICT طی رژیم کتوژنیک، کاهش معنی‌داری نسبت به دو گروه دیگر بعد از مصرف غذا داشت (P= ۰/۰۰۳). نتایج تعاملی زمان در گروه در میزان سیری تفاوتی را نشان نداد؛ بنابراین، بین گروه ها تفاوت معنی‌داری نبود (P= ۰/۵۰۶).

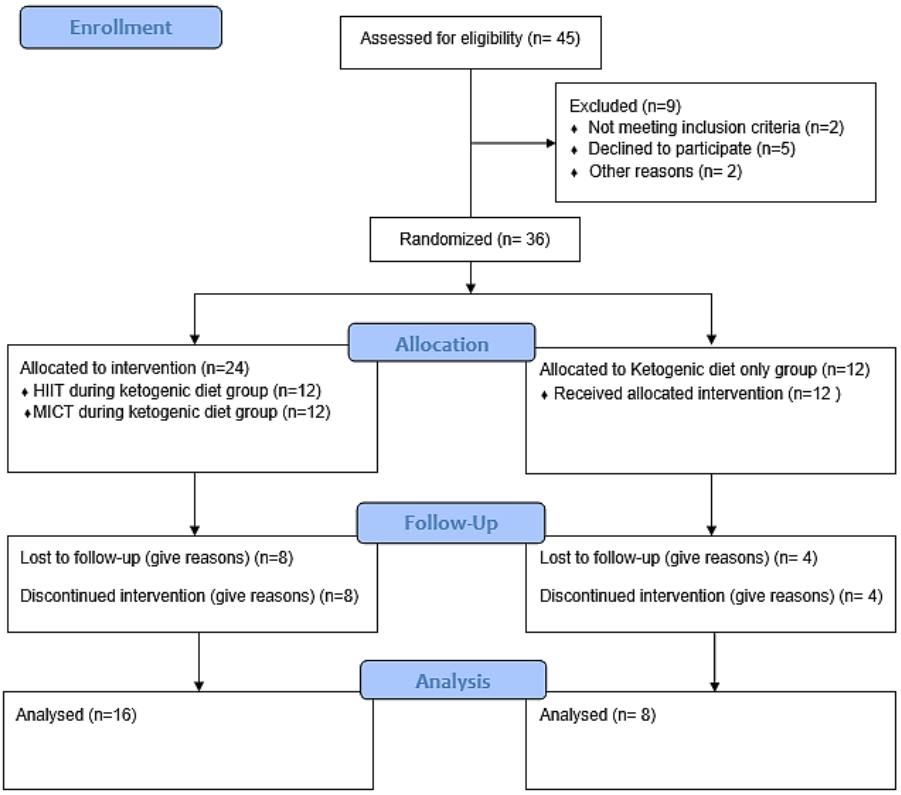
نتایج ترکیب بدنی در جدول ۲ نشان داد که بین سه گروه در وزن بدن و درصد چربی بدن تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (مقادیر P به‌ترتیب ۰/۳۵ و ۰/۶۱). همچنین، حجم عضلات و آب کل بدن بین سه گروه تفاوت معنی‌داری نداشت (مقادیر P به‌ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۷۰). بااین‌حال، نتایج درون گروهی کاهش وزن بدن و درصد چربی بدن را در هر سه گروه نسبت به مقادیر پایه نشان داد (P≤۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مقایسه‌ی اثربخشی دو نوع تمرین

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]



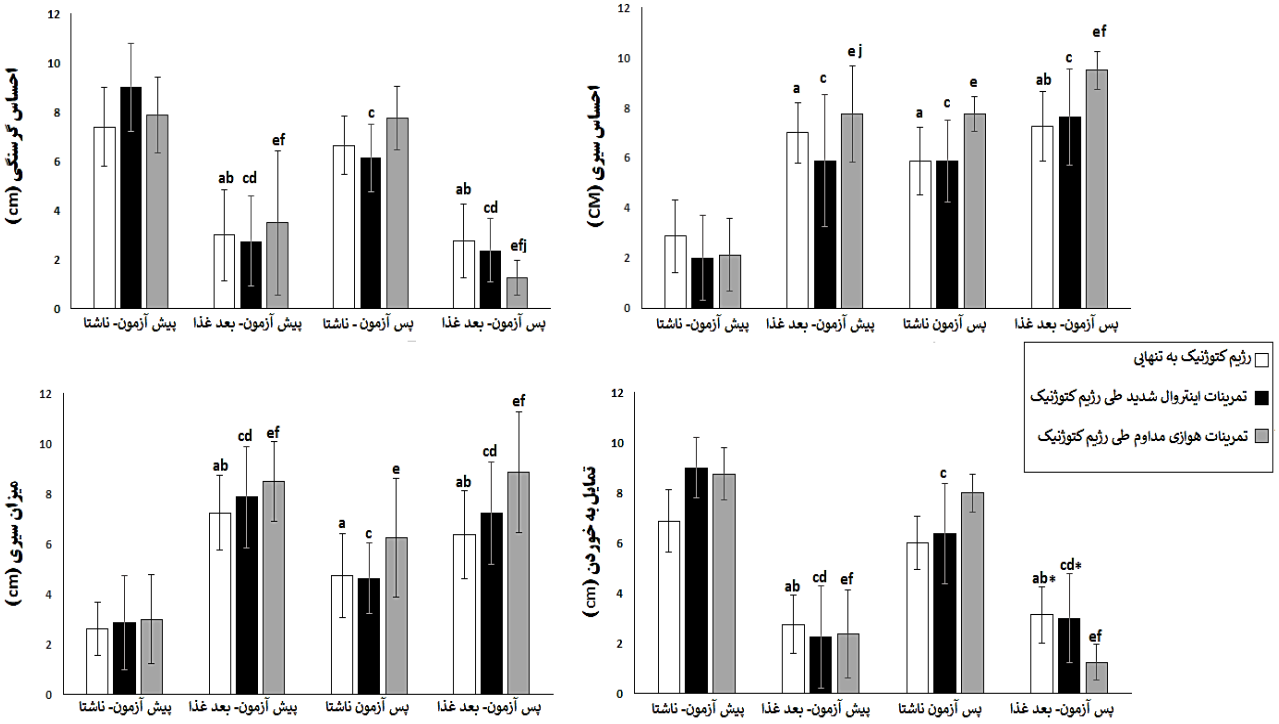
شکل ۱: نمودار کانسورت

MICT و HIIT طی یک دوره رژیم غذایی کتوژنیک بر میزان سرمی لپتین، گرلین آسیل‌دار، اشتها و ترکیب بدنی دختران دارای اضافه‌وزن و چاق انجام شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام شش هفته تمرین MICT و HIIT طی یک دوره پیروی از رژیم غذایی کتوژنیک در سطوح سرمی لپتین، گرلین آسیل‌دار و نسبت لپتین به گرلین تفاوت معنی داری نسبت به پیروی از رژیم غذایی کتوژنیک به‌تنهایی ایجاد نکرد. مطالعاتی که تأثیر هم‌زمان انواع ورزش‌ها را طی یک دوره رژیم کتوژنیک بررسی کرده باشند، بسیار محدودند و مقایسه‌ی تمرینات MICT و HIIT طی رژیم کتوژنیک بررسی نشده است. ولی‌نژاد و همکاران (۲۰۲۲) تأثیر تمرینات مقاومتی و هوازی طی یک دوره رژیم کتوژنیک را در پسران دارای اضافه‌وزن یا چاق بررسی کردند که نتایج آن‌ها همسو با نتایج مطالعه‌ی حاضر، نشان داد که دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی طی رژیم کتوژنیک تفاوت معناداری با گروه رژیم کتوژنیک به‌تنهایی ایجاد نکرد [۲۷]. اغلب مطالعات به‌طور مجزا، تأثیر تمرین ورزشی و رژیم کتوژنیک را بر هورمون‌های اشتها بررسی کرده اند. مطالعه‌ی قدیری بهرام‌آبادی و همکاران (۲۰۱۲) درباره‌ی زنان چاق یا دارای اضافه‌وزن نشان داد که ۱۰ هفته (۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه) تمرین ایروبیک با شدت بالا (۷۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) تأثیر به‌مراتب مطلوب‌تری بر چاقی و اضافه‌وزن نسبت به تمرین ایروبیک با شدت کمتر (۴۵ تا ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه) داشت و در کاهش درصد چربی و سطوح لپتین مؤثرتر بود [۲۸] . همچنین، رمضان خانی و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی، تأثیر ۱۶ هفته تمرین هوازی و رژیم کم کالری

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

بر سطوح لپتین زنان چاق را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که کاهش میزان لپتین سرم نقش مهمی در تنظیم وزن بدن در زنان چاق ایفا می‌کند [۲۹]. فوستر و شوبرت و همکاران (۲۰۰۵) نیز در تحقیقی که انجام دادند، بیان کردند که تمرین به مدت یک سال باعث شد در افرادی که وزن بدنشان بر اثر تمرین کاهش می‌یابد، سطح گرلین افزایش یابد [۳۰]. نوری و همکاران (۲۰۱۳) اثر هشت هفته تمرین هوازی را با شدتی معادل ۵۰ تا ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، در ۳۰ مرد بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که غلظت گرلین به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، درصورتی‌که تغییر معنی‌داری در سطح لپتین و شاخص مقاومت به انسولین دیده نشد [۳۱]. مطالعات قبلی نشان داده اند که سن، وضعیت جسمانی، شدت تمرین و حجم تمرین عوامل اثرگذار در تغییرات هورمون های لپتین و گرلین هستند [۳۴-۳۲، ۸]. بنابراین، از دلایل احتمالی تناقض نتایج این تحقیقات با تحقیق حاضر می‌توان به دامنه‌ی سنی



شکل ۲: تغییرات حس اشتها بعد از مداخله‌های تمرینی طی یک دوره رژیم کتوژنیک. a: نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه رژیم کتوژنیک به‌تنهایی در پیش‌آزمون- ناشتا، b: نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه رژیم کتوژنیک به‌تنهایی در پس‌آزمون- ناشتا، c: نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرینات اینتروال شدید رژیم کتوژنیک در پیش‌آزمون- ناشتا، d: نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرینات اینتروال شدید رژیم کتوژنیک در پس‌آزمون- ناشتا، e: نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرینات هوازی مداوم طی رژیم کتوژنیک در پیش‌آزمون- ناشتا، f: نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرینات هوازی مداوم طی کتوژنیک در پس‌آزمون- ناشتا، j: نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرینات هوازی مداوم طی کتوژنیک در پیش‌آزمون- بعد از غذا. * نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرینات هوازی مداوم طی رژیم کتوژنیک. داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش شده است.

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

آزمودنی‌ها (۲۵ تا ۴۰ساله در مطالعه‌ی قدیری و حدود ۳۰ سال در مطالعه‌ی رمضان خانی)، وضعیت سلامت آزمودنی‌ها (BMI نرمال در مطالعه‌ی نوری و همکاران در حدود ۲۲)، شدت و مدت اجرای تمرینات ورزشی (۶ هفته در مقابل ۱۶ هفته در مطالعه‌ی رمضان خانی، یک سال در مطالعه‌ی فوستر و شوبرت)، تعداد کم نمونه در مطالعه‌ی حاضر (۱۶۸ نفر در مطالعه‌ی فوستر و شوبرت و همکاران) و همچنین، زمان اندازه‌گیری هورمون لپتین (اندازه‌گیری ناشتا و استراحتی در مقابل اندازه‌گیری بلافاصله بعد از تمرین) اشاره کرد. در بررسی اثر رژیم کتوژنیک بر میزان هورمون‌های اشتها، سامیتران و همکاران (۲۰۱۳) کاهش معناداری در سطح لپتین و افزایش جزئی غیرمعناداری در سطوح گرلین پس از هشت هفته پیروی از رژیم کتوژنیک مشاهده کردند [۱۳]. بر اساس یافته‌های مطالعات قبلی، دلایل کاهش سطح لپتین و افزایش سطح گرلین پس از رژیم غذایی کتوژنیک ممکن است به رفتار جبرانی به تغییرات در هموستاز انرژی، کاهش چربی و توده‌ی بدنی مربوط باشد [۱۴, ۱۳]. از طرفی، مهم‌ترین عامل تأثیر MICT بر کاهش لپتین، افزایش مصرف انرژی و تأثیر تمرین بر درصد چربی بدن است [۱۴]. تمرین هوازی با ایجاد تغییرات متابولیک از طریق بر هم زدن شارژ انرژی سلولی، تقاضای سوخت سلول را به‌منظور تأمین انرژی لازم برای ادامه‌ی حیات سلول افزایش می‌دهد. استرس فیزیولوژیکی فعالیت ورزشی تنظیم‌کننده‌ی بالقوه‌ی ترشح لپتین است. تغییرات همراه با جریان مواد سوختی، غلظت‌های هورمونی گردش خون و هزینه‌ی انرژی می‌تواند غلظت لپتین را تحت‌تأثیر قرار دهد. می‌توان گفت که کاهش غلظت لپتین از طریق ورزش هوازی با تغییرهای تعادل انرژی، بهبود حساسیت انسولینی، تغییرهای هورمون های مرتبط با متابولیسم کربوهیدرات و چربی همراه است [۲۰, ۱۴]. کاهش احتمالی سطح انسولین و افزایش کتون بادی‌ها می‌تواند از دیگر دلایل احتمالی ورزش و رژیم غذایی کتوژنیک در افزایش هورمون گرلین باشد [۳۵]. با اینکه هر سه گروه تغییر معنی داری نسبت به مقادیر پایه داشتند، از دلایل احتمالی نبود تفاوت بین گروه های رژیم کتوژنیک به‌تنهایی و دو نوع تمرین ورزشی طی یک دوره رژیم کتوژنیک می‌تواند مشترک بودن مسیرهای دخیل در تغییرات هورمون اشتها با ورزش و رژیم غذایی کتوژنیک باشد. بنابراین، ممکن است رژیم کتوژنیک به‌تنهایی سقف تأثیرات را بر هورمون های مرتبط با اشتها اعمال کرده باشد. بنابراین، انجام تمرینات ورزشی طی رژیم کتوژنیک هیچ‌گونه برتری خاصی نسبت به رژیم کتوژنیک به‌تنهایی نداشته است.

در مطالعه‌ی حاضر، در حس اشتها شامل مؤلفه های احساس گرسنگی، احساس سیری و میزان سیری بین سه گروه مورد مطالعه تفاوتی مشاهده نشد. تنها در حس تمایل به خوردن در گروه تمرین MICT طی رژیم کتوژنیک نسبت به دو گروه دیگر کاهش معنی داری وجود داشت. طبق دانش ما، مطالعات اندکی تأثیر انواع تمرینات ورزشی را بررسی کرده اند؛ بااین‌حال، ولی نژاد و همکارانش (۲۰۲۲) تأثیر تمرین قدرتی و MICT را طی یک دوره رژیم کتوژنیک بر اشتها در مردان چاق و دارای اضافه‌وزن بررسی کرده اند. نتایج آن‌ها همسو با مطالعه‌ی حاضر، کاهش میزان اشتها را با تمرین هوازی نشان داد [۲۷]. دیگر مطالعات به‌طور مجزا، تأثیر ورزش و رژیم کتوژنیک را بر اشتها بررسی کرده اند. اغلب مطالعات سرکوب اشتها را پس از ۴ و ۱۲ هفته رژیم کتوژنیک در افراد چاق مشاهده کرده‌اند [۳۷, ۳۶]. در مقابل، استوریک و همکاران (۲۰۲۰) افزایش میل به خوردن غذا را پس از ۴ هفته پیروی از رژیم کتوژنیک در افراد دارای اضافه‌وزن یا چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ مشاهده کردند [۳۸]. مکانیسم‌های احتمالی مختلفی از جمله اثرهای مستقیم اجسام کتون بر کاهش سیگنال‌دهی مرکزی اورکسیژنیک، تغییرات در هورمون‌های تنظیم‌کننده‌ی اشتها، تغییرات در میکروبیوتای روده، افزایش اسیدهای چرب و افزایش غلظت گلوکز خون پس از غذا، ممکن است به اثرهای سرکوب‌کننده‌ی اشتها طی یک دوره رژیم کتوژنیک کمک کنند [۳۹, ۱۳]. بااین‌حال، نتایج ضدونقیضی برای تغییرات اشتها پس از

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

ورزش طولانی‌مدت گزارش شده است. مطالعه‌ای مروری نشان داده است که تمرین ورزشی به افزایش گرسنگی و محدودیت غذایی در حالت ناشتا، کاهش بازداری و عدم تغییر درخور توجه در احساس سیری و میزان سیری منجر می‌شود. شواهد نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی معمولاً به جبران جزئی مصرف انرژی منجر می‌شود که با تغییرات مفید در هورمون‌های تنظیم‌کننده‌ی اشتها پس از ورزش مرتبط است [۴۰, ۱۹]. یافته‌های ما نشان داد که میل به خوردن غذا با تمرین MICT طی رژیم کتوژنیک نسبت به HIIT طی رژیم کتوژنیک و رژیم کتوژنیک به‌تنهایی کاهش معناداری یافت. دیگر متغیرهای اشتها بین سه گروه تفاوتی نداشت. کاهش تمایل به خوردن در گروه MICT ممکن است به‌دلیل تجمع بیشتر متابولیت‌ها، خستگی، دمای بیشتر بدن و در نتیجه، بار حجمی بیشتر تمرین MICT نسبت به HIIT در هر جلسه باشد [۴۱, ۱۸].

در مطالعه‌ی حاضر، وزن بدن، درصد چربی بدن، حجم عضلات و آب بدن در بین سه گروه تفاوت معناداری نشان نداد. بااین‌حال، درصد چربی بدن و وزن بدن کاهش معنی‌داری نسبت به مقادیر پایه در هر سه گروه مداخله نشان داده است. همسو با مطالعه‌ی حاضر، در مطالعه‌ی ولی نژاد و همکاران (۲۰۲۲) که تأثیر تمرین هوازی و مقاومتی طی رژیم کتوژنیک را بررسی کرده بودند، تفاوتی بین گروه‌های تمرین با رژیم کتوژنیک نسبت به گروه رژیم کتوژنیک در درصد چربی، وزن بدن و آب بدن وجود نداشت [۲۷]. در مطالعه‌ای فراتحلیلی، کلارک (۲۰۱۵) نشان داده است که رژیم کتوژنیک و تمرینات ورزشی به‌تنهایی یا در ترکیب با هم می توانند ترکیب بدنی را در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق بهبود بخشند [۴۲]. دلایل احتمالی کاهش وزن می تواند تغییرات در سطح هورمون های اشتها و میزان حس اشتها باشد که نتایج مطالعه‌ی حاضر مؤید این فرضیه است. نتایج غیرهمسو هم ممکن است به‌دلیل تفاوت در روش های اندازه‌گیری ترکیب بدن، ترکیب رژیم غذایی، طراحی تمرین ورزشی و ویژگی های آزمودنی ها باشد. نبود تفاوت معنی دار در وزن بدن و درصد چربی بین دو نوع تمرین MICT و HIIT طی رژیم کتوژنیک و رژیم کتوژنیک به‌تنهایی ممکن است این فرضیه را منعکس کند که مداخله‌ی رژیم کتوژنیک به‌تنهایی سقف تأثیرات را داشته است و تمرین ورزشی سود اضافی معنی داری نداشته است. این یافته می تواند به مکانیسم‌های مشابه با تغییرات در احساس اشتها و هورمونهای تنظیم‌کننده‌ی اشتها از طریق برنامه‌ی ورزشی و رژیم کتوژنیک مرتبط باشد. در این تحقیق، آب بدن و توده‌ی بدون چربی تغییرات معناداری نداشت که شاید به این دلیل باشد که آزمودنی‌ها محدودیتی برای نوشیدن آب نداشتند و می‌توانستند به مقدار نیاز آب مصرف کنند و همچنین، ازآنجایی‌که توده‌ی بدون چربی در کوتاه‌مدت، زیاد دستخوش تغییرات نمی‌شود، کوتاه بودن مدت تحقیق و مصرف مناسب پروتئین ها ممکن است دلیلی برای مشاهده نشدن تغییرات معنادار باشد.

نقطه‌ی قوت این مطالعه مقایسه‌ی اثربخشی دو نوع تمرین هوازی مداوم و اینتروال حین پیروی از رژیم غذایی کتوژنیک بر هورمون‌های تنظیم‌کننده‌ی اشتها در چاقی و ترکیب بدنی بود. محدودیت‌های این تحقیق شامل اندازه‌گیری هورمون‌های تنظیم‌کننده‌ی اشتها فقط در حالت ناشتا، حجم کم نمونه، مدت کوتاه تمرین و مداخله‌ی غذایی و عدم همسان‌سازی بار حجمی دو نوع تمرین بود. بنابراین، توصیه می‌شود که در هر دو حالت ناشتا و بعد از غذا، هورمون‌ها اندازه‌گیری شوند. استفاده از حجم نمونه‌ی بالا، افزایش مدت تمرین، مداخله‌ی رژیم غذایی تا ۱۲ هفته و برنامه های تمرینی همسان‌سازی‌شده با بارحجمی نیز توصیه می‌شود.

با توجه به یافته های مطالعه‌ی حاضر، به نظر می رسد که بین دو نوع تمرین طی رژیم کتوژنیک تفاوتی در هورمون های اشتها و ترکیب بدنی در زنان دارای اضافه‌وزن و چاق وجود نداشت. همچنین، هیچ‌یک از تمرین‌ها طی رژیم کتوژنیک هیچ‌گونه برتری نسبت به رژیم کتوژنیک به‌تنهایی نداشتند. تمایل به خوردن غذا در گروه MICT طی رژیم کتوژنیک نسبت به دو گروه دیگر

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

کاهش یافته بود. به نظر می رسد که برای فهم دقیق تأثیر انواع ورزش‌ها طی یک دوره رژیم کتوژنیک بر میزان اشتها و ترکیب بدنی، اندازه گیری هورمون های اشتها در وهله های زمانی بیشتر لازم باشد.

قدردانی

از تمامی شرکت‌کنندگان و افرادی که در انجام این مطالعه ما را یاری کردند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم. کد IR.URMIA.REC.1399.007 از کمیته‌ی اخلاق دانشگاه اخذ شد.

تضاد در منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارد.

References

1. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. Scand J Med Sci Sports 2015; 25 Suppl 3: 1-72.
2. Asztalos BF, Horan MS, Horvath KV, McDermott AY, Chalasani NP, Schaefer EJ. Obesity associated molecular forms of C-reactive protein in human. PLoS One 2014; 9: e109238.
3. Asakawa A, Inui A, Fujimiya M, Sakamaki R, Shinfuku N, Ueta Y, Meguid MM, et al. Stomach regulates energy balance via acylated ghrelin and desacyl ghrelin. Gut 2005; 54(1): 18-24.
4. Falorni A, Bini V, Molinari D, Papi F, Celi F, Di Stefano G, et al. Leptin serum levels in normal weight and obese children and adolescents: relationship with age, sex, pubertal development, body mass index and insulin. Int J Obes Relat Metab Disord 1997; 21: 881-90.
5. Bouassida A, Zalleg D, Bouassida S, Zaouali M, Feki Y, Zbidi A, et al. Leptin, its implication in physical exercise and training: a short review. J Sports Sci Med 2006; 5: 172-81.
6. Fedewa MV, Hathaway ED, Ward-Ritacco CL, Williams TD, Dobbs WC. The Effect of Chronic Exercise Training on Leptin: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Sports Med 2018; 48: 1437-50.
7. Ouerghi N, Feki M, Bragazzi NL, Knechtle B, Hill L, Nikolaidis PT, Bouassida A. Ghrelin Response to Acute and Chronic Exercise: Insights and Implications from a Systematic Review of the Literature. Sports Med 2021; 51: 2389-410.
8. Rostás I, Pótó L, Mátrai P, Hegyi P, Tenk J, Garami A, et al. In middle-aged and old obese patients, training intervention reduces leptin level: A meta-analysis. PLoS One 2017; 12: e0182801.
9. 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 Metab 2010; 95: 1609-16.
10. Ting R, Dugré N, Allan GM, Lindblad AJ. Ketogenic diet for weight loss. Can Fam Physician 2018; 64: 906.
11. Cao J, Lei S, Wang X, Cheng S. The Effect of a Ketogenic Low-Carbohydrate, High-Fat Diet on Aerobic Capacity and Exercise Performance in Endurance Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients 2021; 13(8): 2896.
12. LaFountain RA, Miller VJ, Barnhart EC, Hyde PN, Crabtree CD, McSwiney FT, et al. Extended Ketogenic Diet and Physical Training Intervention in Military Personnel. Mil Med 2019; 184(9-10): e538-e547.
13. Sumithran P, Prendergast LA, Delbridge E, Purcell K, Shulkes A, Kriketos A, et al. Ketosis and appetite-mediating nutrients and hormones after weight loss. Eur J Clin Nutr 2013; 67(7): 759-64.
14. Cipryan L, Dostal T, Plews DJ, Hofmann P, Laursen PB. Adiponectin/leptin ratio increases after a 12-week very low-carbohydrate, high-fat diet, and exercise

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

training in healthy individuals: A non-randomized, parallel design study. Nutr Res 2021; 87: 22-30.
15. Wewege M, van den Berg R, Ward RE, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. Obes Rev 2017; 18(6): 635-46.
16. Hu M, Nie J, Lei OK, Shi Q, Kong Z. Acute effect of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on appetite perception: A systematic review and meta-analysis. Appetite 2023; 182: 106427.
17. Poon ET, Sun FH, Chung AP, Wong SH. Post-Exercise Appetite and Ad Libitum Energy Intake in Response to High-Intensity Interval Training versus Moderate- or Vigorous-Intensity Continuous Training among Physically Inactive Middle-Aged Adults. Nutrients 2018; 10(10): 1408.
18. Hu M, Kong Z, Shi Q, Nie J. Acute effect of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on appetite-regulating gut hormones in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. Heliyon 2023; e13129.
19. Dorling J, Broom DR, Burns SF, Clayton DJ, Deighton K, James LJ, et al. Acute and Chronic Effects of Exercise on Appetite, Energy Intake, and Appetite-Related Hormones: The Modulating Effect of Adiposity, Sex, and Habitual Physical Activity. Nutrients 2018; 10(9): 1140.
20. Hulver MW, Houmard JA. Plasma leptin and exercise: recent findings. Sports Med 2003; 33(7): 473-82.
21. Ballarin G, Scalfi L, Monfrecola F, Alicante P, Bianco A, Marra M, et al. Body Composition and Bioelectrical-Impedance-Analysis-Derived Raw Variables in Pole Dancers. Int J Environ Res Public Health 2021; 18(23): 12638.
22. 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.
23. Greene DA, Varley BJ, Hartwig TB, Chapman P, Rigney M. A Low-Carbohydrate Ketogenic Diet Reduces Body Mass Without Compromising Performance in Powerlifting and Olympic Weightlifting Athletes. J Strength Cond Res 2018; 32(12): 3373-82.
24. Vargas S, Romance R, Petro JL, Bonilla DA, Galancho I, Espinar S, et al. Efficacy of ketogenic diet on body composition during resistance training in trained men: a randomized controlled trial. J Int Soc Sports Nutr 2018; 15(1): 31.
25. Ahmadizad S, Avansar AS, Ebrahim K, Avandi M, Ghasemikaram M. The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-1 and inflammatory markers. Horm Mol Biol Clin Investig 2015; 21(3): 165-73.
26. Schjerve IE, Tyldum GA, Tjønna AE, Stølen T, Loennechen JP, Hansen HE, Haram PM, Heinrich G, Bye A, Najjar SM, Smith GL, Slørdahl SA, Kemi OJ, Wisløff U. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. Clin Sci (Lond) 2008; 115(9): 283-93.
27. Valinejad A, Khodaei K. Does exercise during a ketogenic diet effectively alter appetite sensation, appetite-regulating hormones, and body composition? Experimental Biology and Medicine 2022; 247(21): 1898-1906.
28. Ghadiri bahram abadi N, Marandi SM, Mojtahedi H, Esfarjani F. Effects of Aerobic Exercise Intensity on Serum Leptin Levels in Obese/Overweight Women. Journal Of Isfahan Medical School 2012; 30: 392-400 (Persian).
29. Ramezankhany A, Nazarali P, Hanachi P. Serum Leptin concentration and some cardiovascular risk factors in response to aerobic exercise and weight loss diet in sedentary women. Hormozgan medical journal 2011; 15: 169-175 (Persian).
30. Foster-Schubert KE, McTiernan A, Frayo RS, Schwartz RS, Rajan KB, Yasui Y, et al. Human Plasma Ghrelin Levels Increase during a One-Year Exercise Program. J Clin Endocrinol Metab 2005; 90(2): 820-25.
31. Nouri Y, Rahmani Nia F, Mirzaie B, Arazi H. The Effect of Resistance and Endurance Training on Resting Metabolic Rate and Body Composition in Sedentary Males. Journal of Advances in Medical and Biomedical Research 2013; 21(89): 51-63 (Persian).
32. Tremblay A, Dutheil F, Drapeau V, Metz L, Lesour B, Chapier R, Pereira B, Verney J, Baker JS, Vinet A, Walther G, Obert P, Courteix D, Thivel D. Long-term effects of high-intensity resistance and endurance exercise on plasma leptin and ghrelin in overweight individuals: the RESOLVE Study. Appl Physiol Nutr Metab 2019; 44(11): 1172-1179.
33. Pasman WJ, Westerterp-Plantenga MS, Saris WH. The effect of exercise training on leptin levels in obese males. Am J Physiol 1998; 274(2): E280-6.

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]
[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]

34. Rigamonti AE, Pincelli AI, Corrà B, Viarengo R, Bonomo SM, Galimberti D, Scacchi M, Scarpini E, Cavagnini F, Müller EE. Plasma ghrelin concentrations in elderly subjects: comparison with anorexic and obese patients. J Endocrinol 2002; 175(1): R1-5.
35. Paoli A, Rubini A, Volek JS, Grimaldi KA. Beyond weight loss: a review of the therapeutic uses of very-low-carbohydrate (ketogenic) diets. Eur J Clin Nutr 2013; 67(8): 789-96.
36. Gibson AA, Seimon RV, Lee CM, Ayre J, Franklin J, Markovic TP, et al. Do ketogenic diets really suppress appetite? A systematic review and meta-analysis. Obes Rev 2015; 16(1): 64-76.
37. Johnstone AM, Horgan GW, Murison SD, Bremner DM, Lobley GE. Effects of a high-protein ketogenic diet on hunger, appetite, and weight loss in obese men feeding ad libitum. Am J Clin Nutr 2008; 87(1): 44-55.
38. Struik NA, Brinkworth GD, Thompson CH, Buckley JD, Wittert G, Luscombe-Marsh ND. Very Low and Higher Carbohydrate Diets Promote Differential Appetite Responses in Adults with Type 2 Diabetes: A Randomized Trial. J Nutr 2020; 150(4): 800-805.
39. Roekenes J, Martins C. Ketogenic diets and appetite regulation. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2021; 24(4): 359-363.
40. Hamedinia MR, Hesar Koshki M, Amir HH, Mollanovrosi A. Effect of 8 weeks of circuit training on lymphocyte AGRP gene expression in well trained wrestlers. Daneshvar Medicine 2020;18:71-80.
41. Larsen PS, Donges CE, Guelfi KJ, Smith GC, Adams DR, Duffield R. Effects of Aerobic, Strength or Combined Exercise on Perceived Appetite and Appetite-Related Hormones in Inactive Middle-Aged Men. Int J Sport Nutr Exerc Metab 2017; 27(5): 389-98.
42. Clark JE. Diet, exercise or diet with exercise: comparing the effectiveness of treatment options for weight-loss and changes in fitness for adults (18-65 years old) who are overfat, or obese; systematic review and meta-analysis. J Diabetes Metab Disord 2015; 14: 73.

[Downloaded from jhc.mazums.ac.ir on 2026-02-24]

[DOR: 20.1001.1.24236772.1402.9.4.8.4]