



Research article

The effect of caloric restriction along with functional training and acidic and alkaline diet on body composition, lipid concentration and C-reactive protein in overweight adults

Fahimeh Noori¹

Zohreh Eskandari²

Mohammad Reza Shiri Shahsavari³

Elahe Yousefi⁴

Master's Student, Department of Sports Sciences, Raja University, Qazvin, Iran
(Corresponding author). fahimehnoori916@yahoo.com

Associate Professor, Department of Sports Sciences, Raja University, Qazvin, Iran.
z.eskandari@raja.ac.ir

Assistant Professor, Department of Nutrition, Faculty of Health, University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. Mr. shiri@qums.ac.ir

Assistant Professor, Department of Nutrition, Faculty of Health, University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. Yousefielahe70@yahoo.com

Abstract

Purpose: Obesity increases inflammatory indices and creates insulin resistance, and proper diet along with regular physical exercises are effective in improving these indices. Therefore, the aim of this study was to investigate 10 weeks of calorie restriction along with alkaline, acidic diet and functional exercises on lipid profile, body composition and C-reactive protein levels in obese and overweight adults.

Materials and Methods: In this semi-experimental research, 53 obese and overweight adults (18 men, 35 women) with an average age of 35.4 ± 8.3 years voluntarily participated. Calorie restriction along with alkaline and acidic diet and functional exercises were applied in three experimental groups and one control group for 10 weeks. Body composition (weight, waist-hip ratio, body mass index, muscle and fat mass, visceral fat), lipid indices (fasting cholesterol, high-density lipoprotein, low-density lipoprotein, triglyceride) and C-reactive protein levels were measured. Anukova and Bonferroni tests were used to compare groups in the post-test and the significance level was 0.05.

Findings: body composition (weight, body mass index, waist-to-hip ratio, fat mass

Cite this article: Noori F, Eskandari Z, Shiri Shahsavari MR & Yousefi E. The effect of caloric restriction along with functional training and acidic and alkaline diet on body composition, lipid concentration and C-reactive protein in overweight adults. *Applied Biology*. 2022; 12(48): 81-102.

Received: 2022/10/03 ; **Revised:** 2022/10/28 ; **Accepted:** 2022/11/12 ; **Published online:** 2022/11/20

© the authors

Publisher: Qom Islamic Azad University



and visceral fat) and cholesterol decreased in the alkaline diet group along with calorie restriction and functional exercises in overweight and obese people ($P \geq 0.05$).

Conclusion: Calorie restriction and alkaline diet by reducing acid load along with 10 weeks of functional training lead to improvement of body composition and cholesterol in overweight and obese adults.

Keywords: Lipids, Calorie restriction, Functional training, Acid and alkaline diet, Body composition, Fats, protein, Adults, Overweight.



مقاله پژوهشی

تأثیر محدودیت کالری به همراه تمرینات عملکردی و رژیم غذایی اسیدی و قلیایی بر ترکیب بدن، غلظت چربی‌ها و پروتئین واکنشگر C در بزرگسالان دارای اضافه وزن

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران (نویسنده مسئول).
fahimehnoori916@yahoo.com

فهمیه نوری¹⁵

استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران. z.eskandari@raja.ac.ir

زهره اسکندری¹⁶

استادیار، گروه تغذیه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، قزوین، ایران. Mr.shiri@qums.ac.ir

محمدرضا شیرینی شاهسوار¹⁷

استادیار، گروه تغذیه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران. Yousefelahe70@yahoo.com

الهه یوسفی¹⁸

چکیده

هدف: چاقی باعث افزایش شاخص‌های التهابی و ایجاد مقاومت به انسولین می‌شود و رژیم غذایی مناسب به همراه تمرینات بدنی منظم در بهبود این شاخص‌ها مؤثر است. از این‌رو، هدف پژوهش حاضر بررسی ۱۰ هفته محدودیت کالری به همراه رژیم غذایی قلیایی، اسیدی و تمرینات عملکردی بر نیمرخ لیپیدی، ترکیب بدن و سطوح پروتئین واکنشگر C در بزرگسالان چاق و دارای اضافه‌وزن بود.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق نیمه تجربی ۵۳ بزرگسال (۱۸ مرد، ۳۵ زن) چاق و دارای اضافه‌وزن با میانگین سنی $35/4 \pm 8/3$ سال به صورت داوطلبانه شرکت کردند. محدودیت کالری به همراه رژیم غذایی قلیایی و اسیدی و تمرینات عملکردی در قالب سه گروه تجربی و یک گروه کنترل به مدت ۱۰ هفته اعمال

پژوهش حاضر برگرفته از: پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش - تغذیه ورزشی، دانشگاه غیرانتفاعی رجا بوده که با کد اخلاق مصوب IR.SSRI.REC.1400.1342، با کد پیگیری ۱۰۱۴۶۴ از پژوهشگاه تربیت بدنی در تاریخ ۲۰۲۲/۳/۶ به تصویب رسید. دانشجوی: فهمیه نوری، استاد راهنما: زهره اسکندری و استاد مشاور: محمدرضا شیرینی شاهسوار، ارائه شده در تاریخ ۱۴۰۱/۱۱/۲۵ است.

استاد به این مقاله: نوری ف، اسکندری ز، شیرینی شاهسوار م ر، یوسفی ا. تأثیر محدودیت کالری به همراه تمرینات عملکردی و رژیم غذایی اسیدی و قلیایی بر ترکیب بدن، غلظت چربی‌ها و پروتئین واکنشگر C در بزرگسالان دارای اضافه وزن. *بیولوژی کاربردی*. ۱۴۰۱؛ ۱۲(۴۸): ۸۱-۱۰۲.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۱؛ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۱؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۸/۲۹

© نویسندگان
ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم



شد. ترکیب بدن (وزن، نسبت دور کمر به باسن، نمایه توده بدنی، توده عضلانی و چربی، چربی احشایی)، شاخص‌های لیپیدی (کلسترول ناشتا، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی کم، تری گلیسیرید) و سطوح پروتئین واکنشگر C اندازه‌گیری شد. از آزمون آنوکووا و بونفرونی برای مقایسه گروه‌ها در پس‌آزمون استفاده گردید و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ بود.

یافته‌ها: ترکیب بدنی (وزن، نمایه توده بدنی، نسبت دور کمر به باسن، توده چربی و چربی احشایی) و کلسترول در گروه رژیم غذایی قلیایی به همراه محدودیت کالری و تمرینات عملکردی در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق کاهش یافت ($P \leq 0/05$).

نتیجه‌گیری: محدودیت کالری و رژیم غذایی قلیایی با کاهش بار اسیدی همراه با تمرینات عملکردی ۱۰ هفته‌ای، منجر به بهبود ترکیب بدن و کلسترول بزرگسالان دارای اضافه‌وزن و چاق می‌شود.

کلیدواژه‌ها: لیپیدها، محدودیت کالری، تمرینات عملکردی، رژیم غذایی اسیدی و قلیایی، ترکیب بدن، چربی‌ها، پروتئین، بزرگسالان، اضافه‌وزن.

۱. مقدمه

چاقی عامل خطر بسیاری از بیماری‌های مزمن از جمله بیماری‌های قلبی عروقی و متابولیک است. چاقی و عوامل خطر قلبی متابولیک در سال‌های اخیر به طور چشمگیری در سطح جهان افزایش یافته است. با این حال، تعداد افرادی که از چاقی یا اضافه وزن رنج می‌برند، در کشورهای مختلف متفاوت است (۱). کویت و بنگلادش به ترتیب بیشترین و کمترین درصد افراد چاق در جهان را دارند. ایران از نظر چاقی در رتبه ۷۷ مجله فوربز^۱ قرار دارد. براساس این گزارش، تقریباً ۵۳ درصد ایرانیان از اضافه‌وزن رنج می‌برند که ۴۳ درصد آن‌ها مرد و ۵۷ درصد زن هستند (۲). علاوه بر این، تعداد افراد مبتلا به چاقی یا اضافه‌وزن از شهری به شهر دیگر متفاوت است، استان‌های تهران و مازندران بیشترین میزان چاقی و استان‌های کرمان و سیستان کمترین چاقی را در ایران دارند (۱، ۲). این آمارها نشان‌دهنده یک مشکل بهداشت عمومی مداوم است. تا به امروز، هیچ کشوری با موفقیت این روند را معکوس نکرده است. اقدامات پیشگیرانه مبتنی بر جمعیت عمدتاً ناموفق بوده است. از این‌رو، برنامه‌های درمانی مؤثر برای کسانی که از قبل اضافه‌وزن دارند یا از نظر بالینی چاق هستند، برای کاهش وزن، بهبود ترکیب بدن و شاخص‌های چربی و التهابی جهت پیشگیری از بیماری‌های قلبی و متابولیک ضرورت دارد (۳).

دو الگوی اصلی توزیع چربی عبارتند از: چاقی مرکزی به شکل سیب (آندروئید) که تراکم و تجمع بیشتر چربی در ناحیه شکم به صورت چاقی احشایی یا زیر جلدی است و چاقی محیطی به شکل گلابی (ژینوئید) که در آن تراکم چربی در قسمت تحتانی در اندام‌ها (ران، ران و ساق پا) دیده می‌شود (۴). تفاوت‌های اساسی بین این دو نوع چاقی وجود دارد؛ زیرا بیشتر بیماری‌های قلبی و متابولیک با ذخایر چربی احشایی مرتبط است (۳). محققان گزارش کرده‌اند که چاقی و کاهش سطوح لیپوپروتئین با چگالی بالا^۲ و افزایش سطح لیپوپروتئین با چگالی کم^۳ و تری‌گلیسیرید^۴ از عوامل مرتبط با بیماری قلبی هستند (۴، ۵). مطالعات بالینی دیگر نشان می‌دهد که التهاب مزمن، نقش مهمی در بروز عوارض ناشی از چاقی و بیماری‌های قلبی عروقی بازی

-
1. Forbes
 2. HDL
 3. LDL
 4. TG

می‌کند. پروتئین واکنشگر C (CRP)^۱ یکی از زیست‌نشانه‌های غیرتخصصی التهابی است که به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده مشکلات قلبی عروقی معرفی شده است. شواهد نشان می‌دهد که سطوح خونی CRP در افراد چاق، بالاتر از افراد معمولی است (۵، ۶).

برای مدیریت چاقی، راهبردهای زیادی از جمله مداخله در سبک زندگی (ورزش و تغذیه)، درمان دارویی و جراحی چاقی پیشنهاد شده است. در این میان، ورزش و تغذیه از کم‌هزینه‌ترین روش‌های موجود است که آثار پایدارتری نیز بر افراد دارد (۳). اکثر مطالعات نشان می‌دهد که تمرین ورزشی، ظرفیت بالقوه‌ای در تغییر ترکیب بدن دارد. نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که کاهش وزن از طریق رژیم غذایی، به‌تهایی باعث کاهش توده بدون چربی در طول دوره مداخله می‌شود و اکسیداسیون چربی را پس از دوره مداخله، ضعیف می‌کند که ممکن است باعث وزن‌گیری مجدد شود (۶).

با این حال علی‌رغم اینکه تحقیقات زیادی در رابطه با اثرات روش‌های تمرینات سنتی بر شاخص‌های التهابی، ترکیب بدنی و نیمرخ لیپیدی وجود دارد (۷)، یکی از روش‌های تمرینی که به‌تازگی موردتوجه پژوهشگران قرار گرفته است، تمرینات عملکردی است. تمرینات عملکردی شامل تمرینات مقاومتی است که از حمایت توده بدن فرد یا وسایلی که حمل آن‌ها آسان است، استفاده می‌کند و شامل تمرینات متنوعی است که می‌توان در مکان‌های مختلف آموزش و انجام داد. این ویژگی‌ها به دلیل حرکات چند مفصلی و چندجهته، به فعالیت‌های روزمره، شغلی و تفریحی افراد نزدیک‌تر است و به‌عنوان جایگزین خوبی برای تمرینات بدنی برای افراد چاق شناخته می‌شود (۸). در طول کاهش وزن، تمرینات عملکردی مقاومتی می‌تواند بافت بدون چربی را حفظ و/یا افزایش دهد و عملکرد فیزیکی را بهبود بخشد (۹). تحقیقات جدید به این موضوع مهم نیز اشاره دارند که محدودیت کالری به همراه تمرینات بدنی که ترکیبی از ورزش‌های هوازی و مقاومتی باشند، تأثیرپذیری بیشتری دارند؛ چراکه تمرین هوازی به‌تهایی احتمال فعال کردن سیستم دفاعی بدن به دلیل کاهش سطح عضله را موجب می‌شود و تمریناتی مانند عملکردی که ماهیت هوازی و مقاومتی دارند، در کاهش وزن، کارایی بهتری را نشان می‌دهند (۹، ۱۰).

در حالی که انواع رژیم‌ها و تمرینات بر تعادل اسید و باز بدن تأثیر مثبت می‌گذارد، این تعامل

همچنین باعث افزایش کارایی ورزش می‌شود. رژیم‌های غذایی مدرن غربی امروزه دارای ویژگی رژیم اسیدی هستند و بیشتر شامل غذاهای حیوانی با پروتئین بالا، چربی بالا، مقدار کلسترول بالا بوده و در این نوع رژیم‌های غذایی، سبزیجات و میوه‌ها کمتر استفاده می‌شوند (۱۱). برهم خوردن تعادل اسید و باز بدن، ارتباط مستقیمی با بیماری‌های جهانی مانند اسیدوز متابولیک، چاقی، دیابت و بیماری‌های قلبی عروقی دارد (۱۱، ۱۲). تحقیقات بیان کرده‌اند که برای داشتن یک تغذیه سالم قلیایی، باید در هر وعده غذایی میزان مواد غذایی اسیدی یک‌چهارم مواد غذایی قلیایی باشد. به‌ویژه افرادی که قصد کاهش وزن دارند، باید این نسبت را رعایت کنند و پس از کاهش وزن و کاهش بار اسیدی بدن، می‌توانند این نسبت را به یک‌سوم برسانند (۳). اما در افرادی که درگیر چاقی، سختی عروق، استرس و یا سایر بیماری‌ها هستند، نسبت مواد غذایی قلیایی به اسیدی باید ۴ برابر باشد؛ زیرا وجود بیماری یکی از اصلی‌ترین علل اسیدی شدن بدن است و غذاهای اسیدی می‌توانند باعث بروز چاقی شوند، اما استفاده بیشتر از غذاهای قلیایی به کاهش وزن کمک می‌کند (۱۳). مواد مغذی اساسی به دو دسته اسیدی و قلیایی تقسیم می‌شوند. غذاهای قلیایی حاوی پتاسیم، منیزیم، آهن و منگنز بوده، در حالی که غذاهای اسیدی عمدتاً حاوی گوگرد، فسفر و مس هستند. به‌طور کلی، رژیم قلیایی که در آن مصرف غلات کامل، میوه‌ها و سبزیجات به‌عنوان غذاهای اساسی پذیرفته شده‌اند و کاهش مصرف غذاهای سرخ‌شده و فرآوری شده (حیوانات و لبنیات، تخم‌مرغ) که به‌عنوان غذاهای اسیدی پذیرفته شده‌اند، مورد اشاره قرار گرفته‌اند (۱۳، ۱۴). در مطالعه‌ای حاد لیمر^۱ و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که رژیم غذایی قلیایی ۴ روزه باعث کاهش زمان در دوی ۴۰۰ متر در افرادی می‌شود که ورزش‌های فعال را برای اهداف تفریحی متوسط انجام می‌دهند (۱۴).

بنابراین، با توجه به مسئله چاقی که به یک معضل برای جوامع تبدیل شده است و نبود تحقیقات کافی در زمینه تمرینات نوین عملکردی که علاوه بر ارتقاء عملکردی و جسمانی، به دلیل اینکه ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی است، احتمالاً می‌تواند بر بهبود ترکیب بدن افراد دارای اضافه‌وزن و چاق تأثیرگذار باشد؛ و از سوی دیگر رژیم غذایی به همراه محدودیت کالری که کمتر مطالعه‌ای تأثیر قلیایی و اسیدی بودن آن بر کاهش وزن، نیم‌رخ لیپیدی و کاهش سطح التهابی را در

افراد چاق در نظر گرفته باشد، در تحقیق حاضر به آن پرداخته شده است. از این رو، تحقیق حاضر به بررسی رژیم غذایی قلیایی و اسیدی همراه با تمرینات عملکردی در بزرگسالان چاق و دارای اضافه وزن پرداخته است.

۲. مواد و روش‌ها

روش تحقیق حاضر نیمه تجربی از نوع طرح تحقیق پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری تحقیق شامل زنان و مردان چاق و دارای اضافه وزن در دامنه سنی ۵۰-۲۰ سال، ساکن شهر قزوین که نمایه توده بدنی بالای ۲۵ داشتند، می‌باشد. در مطالعه حاضر، برای تعیین حجم نمونه از نرم‌افزار G Power 3.1.9.2 با توان آماری ۸۰ درصد، فاصله اطمینان ۹۵ درصد و اندازه اثر ۰/۷ استفاده شد. با در نظر گرفتن احتمال وجود ریزش داده‌ها به دلیل شرایط کرونا، و دارا نبودن معیارهای ورود و خروج، ۶۰ آزمودنی به روش نمونه‌گیری در دسترس به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. با توجه به گزینش هدفمند آزمودنی‌ها، ۵۳ نفر (گروه تجربی ۱: محدودیت کالری و رژیم غذایی قلیایی به همراه تمرینات عملکردی؛ گروه تجربی ۲: محدودیت کالری و رژیم غذایی اسیدی به همراه تمرینات عملکردی؛ گروه تجربی ۳: تمرینات عملکردی؛ گروه تجربی ۴: کنترل بدون تمرین و محدودیت غذایی)، با میانگین سنی $35/40 \pm 8/28$ سال، از میان افراد داوطلب، روند تحقیق را به اتمام رساندند. نمودار روند تحقیق در شکل شماره (۱) آمده است. معیارهای ورود شامل نمایه توده بدنی بیشتر از ۲۵، دامنه سنی ۵۰-۲۰ سال، دور کمر بیشتر از ۸۸ سانتیمتر، و عدم تمرین منظم ورزشی در ۳ ماه اخیر بود. معیارهای خروج نیز شامل غیبت بیش از ۳ جلسه در تمرینات، فشارخون بالا (فشار خون بالای ۱۴۰ و پایین ۹۰ میلی‌متر جیوه) و بروز مشکلات جسمی و روانی، ابراز درد شدید و هرگونه نارضایتی از ادامه روند تحقیق بود. جهت رعایت اخلاق تحقیق، فرم رضایت‌نامه از تمامی آزمودنی‌ها گرفته شد و کار با رعایت کامل پروتکل‌های بهداشتی پیشگیری از بیماری کرونا انجام گرفت و آزمودنی‌ها در هر مرحله می‌توانستند انصراف خود را از ادامه تحقیق اعلام کنند. تمرینات توسط مربی متخصص ورزشی انجام می‌شد.

یک هفته قبل از انجام پروتکل تمرینی، ویژگی‌های تن‌سنجی آزمودنی‌ها از قبیل سن، قد، وزن، نمایه توده بدنی و درصد چربی بدست آمد. قد آزمودنی‌ها به‌وسیله دستگاه مدل BSR-85 (با خطای ۵ میلی‌متر) و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه وضعیت ترکیب بدنی مدل بوکا

X1، دور کمر و باسن با متر نواری اندازه‌گیری و ثبت شد. اندازه‌گیری فشارخون توسط پزشک با استفاده از دستگاه فشارسنج جیوه‌ای با مارک ریشتر^۱ و گوشی پزشکی لیتمن^۲ پس از ده دقیقه استراحت در حالت نشسته و دو بار اندازه‌گیری و ثبت میانگین آن انجام شد. اندازه‌گیری‌ها بین ساعت ۸:۰۰ صبح تا ۱۲:۰۰ ظهر توسط ارزیاب یکسان انجام گرفت.

دو هفته قبل از ارزیابی، شرکت‌کنندگان در هر تمرین یک ست ۱۵-۱۲ تکراری، ۳ بار در هفته (شنبه، دوشنبه و چهارشنبه) برای آشنایی با تجهیزات و روال تمرینی انجام دادند. برنامه تمرینی (گروه‌های تجربی ۱، ۲ و ۳) به مدت ۱۰ هفته و هر هفته سه جلسه (روزهای زوج ساعت ۹:۰۰ صبح) به مدت ۶۰ دقیقه اجرا گردید. این برنامه شامل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کردن، تمرینات اصلی و ۵ تا ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. تمرینات براساس اصول تمرین و افزایشی تدریجی (در میزان وزنه و تکرار) توسط مربی ورزشی صورت گرفت: اسکوات به همراه پرس سرشانه همراه با دمبل (۳×۱۵)، حرکت برپی (۳×۱۵)، حرکت جلو بازو جفت دمبل همزمان لانچ (۳×۱۵)، پلانک (۳۰ ثانیه)، حرکت پشت بازو تک دمبل پشت سر همزمان سومو اسکوات (۳×۱۰)، حرکت ددلیفت مرده با دو دمبل (۳×۱۵)، حرکت پرس روی باکس (۳×۵)، حرکت اسکی‌باز با زانوی خم نشسته تا ۹۰ درجه نسبت به زمین به همراه دمبل جفت دست (۳×۱۰)، نشر از جلو با دمبل جفت دست همزمان با نشستن روی جعبه (۳×۱۲) (۱۵). شایان ذکر است شدت براساس میزان درک فشار بورگ (۶-۳ نمره) از ۱۰ نمره در نظر گرفته شد، استراحت بین ست‌ها و حرکات ۱ دقیقه انجام گرفت (۱۳)، (۱۵). همچنین به‌جای دمبل می‌توانستند از وزنه‌های مچ‌بندی یا بطری‌های آب آشامیدنی استفاده کنند. از آنجاکه شرکت‌کنندگان افراد کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن و چاق بودند، مربی براساس شرایط آمادگی و توانایی آن‌ها، تمرینات را تعدیل کرد، به‌عنوان نمونه غیرپرسی کردن حرکات، کاهش وزنه، کاهش ارتفاع جعبه، قرار دادن پاها به‌صورت متناوب به‌جای پرس روی جعبه و غیره. در طی ۱۰ هفته، از گروه کنترل خواسته شد که فعالیت‌های روزانه خود را ادامه دهند. پس از اجرای تمرینات از گروه‌ها پس‌آزمون به عمل آمد.

نمونه خون در ابتدا و بعد از مداخله، گرفته شد. پس از یک شبانه‌روز ناشتا (۱۲ ساعت)،

نمونه‌های خون وریدی برای اندازه‌گیری کلسترول ناشتا^۱، HDL، LDL، TG و CRP با استفاده از روش رنگ‌سنجی و مواد شیمیایی خشک جمع‌آوری شدند. از دستگاه برند جانسون و جانسون، مدل Vitro 250 و فرمول فریدوالد^۲ برای محاسبه غلظت LDL استفاده شد (۱۶).

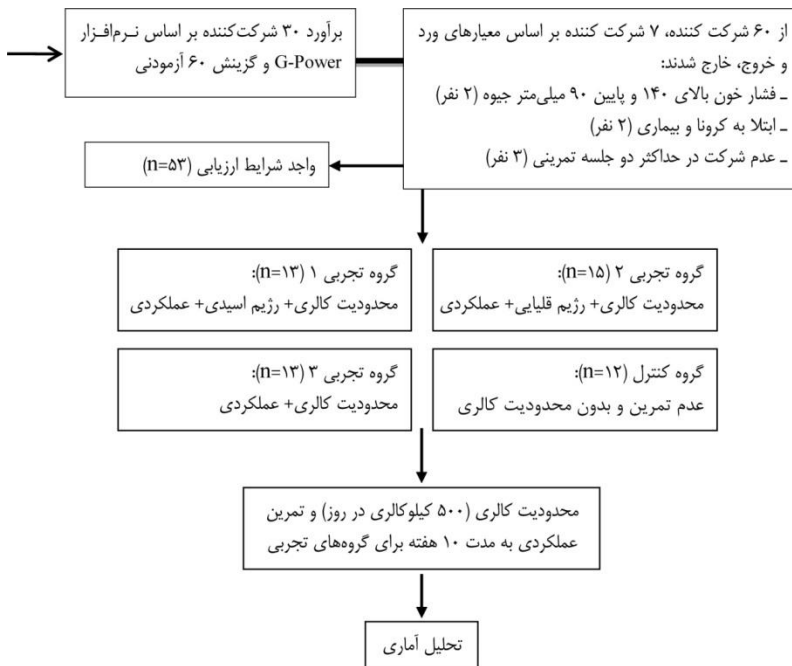
رژیم غذایی کم‌کالری آزمودنی‌ها توسط متخصص تغذیه طراحی گردید (گروه‌های تجربی ۱، ۲ و ۳). در واقع هزینه انرژی روزانه از طریق مجموع هزینه انرژی پایه (۱۷)، فعالیت بدنی و اثر حرارتی غذا برای هر فرد اندازه‌گیری شد (فرمول ۱). سپس از میزان کالری موردنیاز روزانه آزمودنی‌ها، ۵۰۰ کیلوکالری در روز (۳۵۰۰ کیلوکالری در هفته) کاسته شد (۱۸، ۱۹). شایان ذکر است با توجه به معیارهای ورود افراد که در سه ماه گذشته فعالیت تمرینی نداشتند، بنابراین، در گروه غیرفعال قرار می‌گرفتند، و ضریب فعالیت ۱/۳ برای آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد (۱۷).

فرمول (۱) هزینه کلی انرژی = اثر حرارتی غذا + (ضریب فعالیت × انرژی پایه)

رژیم غذایی قلبیایی و اسیدی توسط پزشک متخصص تغذیه و مطالعه یالچینکایا^۳ و همکاران (۲۰۲۰) برای هر فرد تجویز شد. شرکت‌کنندگان در گروه رژیم‌های قلبیایی فقط سه روز در هفته (روزهای تمرین: زوج) مجاز بودند پروتئین‌های حیوانی مانند ماهی، مرغ و گوشت بوقلمون را در منوی اصلی خود مصرف کنند و به مدت ۱۰ هفته، پروتئین‌های حیوانی کاهش یافته و بیشتر پروتئین‌های گیاهی مانند سویا، عدس، لوبیا، نخود و غیره مورد استفاده قرار گرفت. همچنین در گروه رژیم قلبیایی، به مدت ۱۰ هفته مجاز به مصرف نوشیدنی‌های اسیدی مانند قهوه، کولا، شیر، آب‌میوه‌های فوری و چای سیاه نبودند، اما چای‌های گیاهی مانند چای سبز، چای سفید، رازیانه، چای نعناع-لیمو و گلاب مجاز بود. در نتیجه، افراد این گروه پروتئین‌های حیوانی را به مدت ۱۰ هفته محدود نگاه داشته، بیشتر از گیاهان میوه‌ای، سبزیجات نشاسته‌دار (سیب‌زمینی شیرین)، روغن‌های گیاهی (آجیل)، میوه‌های خشک (کشمش سیاه، زردآلو و غیره) استفاده کردند. شرکت‌کنندگان در گروه رژیم اسیدی مجاز به مصرف پروتئین‌های حیوانی، غلات و نوشیدنی‌های اسیدی بودند. میوه‌های پر قند و میوه‌های خشک را نیز می‌توانستند مصرف نمایند. در واقع رژیم غذایی اکثر افراد جامعه بر پایه رژیم غذایی اسیدی است که به شرکت‌کنندگان این گروه نیز رژیم

1. CHO
2. Friedewald
3. Yalcinkaya

غذایی اسیدی داده شد و از لحاظ میزان کالری با گروه رژیم غذایی قلیایی مشابه بودند (۱۳). از آمار توصیفی برای به دست آوردن میانگین و انحراف استاندارد در متغیرهای تحقیق و رسم جداول و نمودارها استفاده شد و در بخش آمار استنباطی با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SPSS نسخه ۱۹، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک^۱ مورد بررسی قرار گرفت و از آزمون آنکووا و آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه گروه‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.



شکل ۱- نمودار روند تحقیق

۳. یافته‌ها

مشخصات فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، نمایه توده بدنی و درصد چربی در جدول (۱) آمده است. با توجه به این نتایج، ۵۳ آزمودنی با میانگین (سن: $35/40 \pm 8/28$ سال، قد: $164/05 \pm 6/99$ سانتی‌متر، وزن: $16/16 \pm 10/17$ کیلوگرم، نمایه توده بدنی: $32/03 \pm 3/02$

کیلوگرم بر متر مربع و چربی: $40/37 \pm 5/59$ درصد) در تحقیق شرکت کردند. با توجه به نرمال بودن داده‌ها که با آزمون شاپیرو-ویلک مشخص شد، از آزمون کوواریانس و بونفرونی برای مقایسه گروه‌های مداخله و کنترل استفاده شد. پیش شرط‌های تحلیل کوواریانس، یعنی بالا نبودن بیش‌ازحد همبستگی ($r < 0/8$)، توزیع نرمال باقیمانده‌ها و همگنی واریانس‌ها در گروه‌ها برقرار بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (انحراف معیار \pm میانگین) در چهار گروه آزمودنی

گروه‌ها	تعداد (فراوانی)	سن (سال)	قد ایستاده (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	نمایه توده بدنی (کیلوگرم/متر مربع)	چربی بدن (درصد)
تجربی ۱	۱۳ (۴ مرد، ۹ زن)	$27/62 \pm 6/23$	$165/42 \pm 4/38$	$91/11 \pm 8/36$	$33/35 \pm 2/74$	$42/55 \pm 5/07$
تجربی ۲	۱۵ (۵ مرد، ۱۰ زن)	$25/67 \pm 9/90$	$161/19 \pm 8/59$	$82/87 \pm 11/33$	$31/84 \pm 2/94$	$41/41 \pm 4/73$
تجربی ۳	۱۳ (۵ مرد، ۸ زن)	$25/38 \pm 9/07$	$165/66 \pm 7/13$	$86/18 \pm 9/67$	$31/39 \pm 3/05$	$39/81 \pm 7/17$
کنترل	۱۲ (۴ مرد، ۸ زن)	$27/01 \pm 7/78$	$164/42 \pm 6/67$	$84/92 \pm 10/09$	$31/54 \pm 3/31$	$37/71 \pm 6/45$

جدول (۲)، متغیرهای مورد آزمون در سه گروه تجربی و کنترل را در قبل و پس از مداخله ۱۰ هفته‌ای نشان می‌دهد. با توجه به این نتایج، بهبود جزئی در ترکیب بدنی آزمودنی‌ها در سه گروه تجربی مشاهده می‌شود. درصد چربی احشایی در سطح خیلی بالا (بیشتر از ۱۵) قرار گرفته است که مداخلات تمرینی و غذایی ویژه‌ای را می‌طلبد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، برخی شاخص‌های لیپیدی در وضعیت طبیعی قرار ندارند ($TG < 150$; $CHO < 200$; $LDL < 100$; $HDL > 40$ مردان و $HDL > 50$ زنان). در نهایت، پروتئین واکنشگر C برای آزمودنی‌ها در سطح خطر بالا ($CRP > 2$) قرار گرفته است.

جدول ۲- متغیرهای تحقیق در پیش‌آزمون و پس‌آزمون (انحراف معیار ± میانگین)

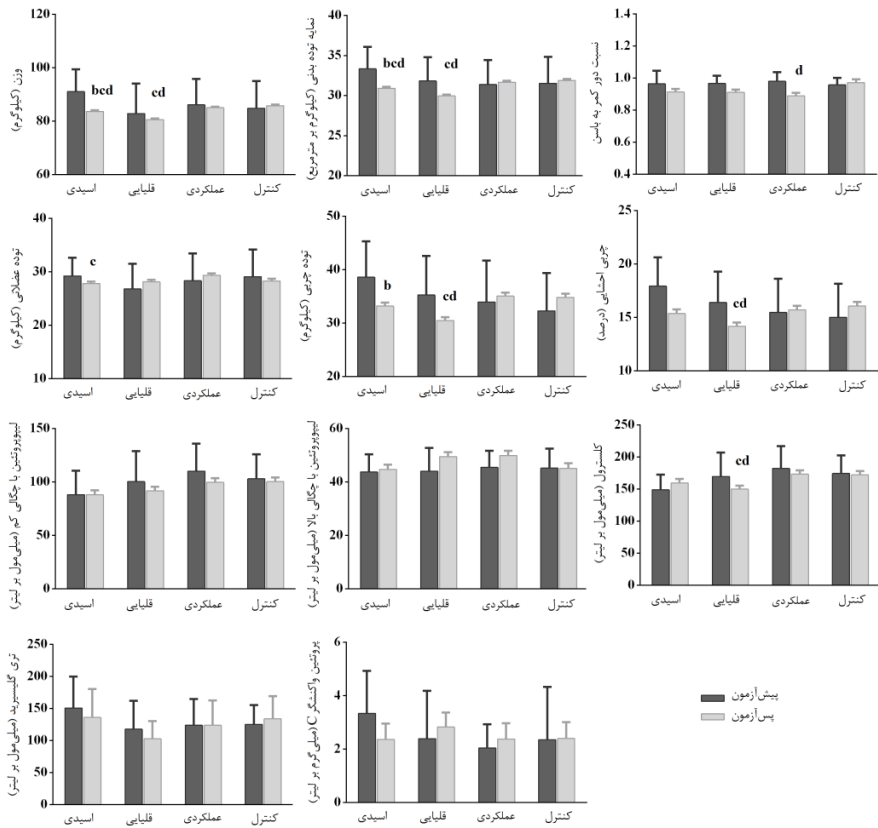
گروه‌ها متغیرها	تجربین ۱		تجربین ۲		تجربین ۳		کنترل پس‌آزمون
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	
W	۹۱/۱۱±۸/۲۶	۸۸/۴۵±۸/۶۳	۸۲/۸۷±۱۱/۳۳	۷۷/۵±۱۰/۹۰	۸۶/۱۸±۹/۶۷	۸۵/۸۰±۸/۲۵	۸۴/۶±۱۰/۲۲
BMI	۲۳/۳۵±۲/۲۴	۲۲/۲۲±۲/۰۵	۲۱/۸۴±۲/۹۴	۲۹/۸۸±۲/۸۸	۲۱/۳۹±۲/۰۵	۲۱/۰۴±۲/۸۳	۲۱/۵۴±۲/۳۴
WHR	۰/۹۶±۰/۰۸	۰/۹۱±۰/۰۹	۰/۹۶±۰/۰۵	۰/۹۱±۰/۰۸	۰/۹۸±۰/۰۶	۰/۹۰±۰/۰۵	۰/۹۶±۰/۰۵
SMM	۲۹/۲۴±۲/۴۱	۲۸/۸۱±۴/۰۹	۲۶/۸۳±۴/۲۰	۲۶/۶۳±۵/۰۱	۲۸/۳۶±۵/۰۷	۲۹/۴۲±۵/۴۱	۲۹/۱۰±۵/۰۸
BFM	۲۸/۵۳±۶/۲۳	۲۶/۶۴±۶/۴۱	۲۵/۲۵±۶/۳۴	۳۰/۶۷±۶/۳۴	۳۲/۹۵±۷/۷۸	۳۲/۹۲±۸/۰۳	۳۲/۳۹±۷/۲۲
VF	۱۷/۹۲±۷/۶۹	۱۶/۹۲±۶/۷۸	۱۶/۴۰±۶/۸۷	۱۴/۳۳±۶/۱۳	۱۵/۴۶±۶/۱۵	۱۵/۰۱±۶/۰۱	۱۴/۹۲±۶/۲۹
LDL	۸۸/۱۵±۲۲/۱۴	۷۹/۵۴±۲۱/۵۹	۱۰۰/۳۷±۲۷/۵۱	۹۱/۸۰±۲۶/۹۲	۱۱۰/۰۸±۲۵/۶۷	۱۰۶/۳۱±۱۶/۷۸	۱۰۲/۹۲±۲۲/۵۵
HDL	۴۳/۶۹±۶/۶۰	۴۴/۰۸±۷/۱۹	۴۴/۰۱±۸/۶۸	۴۹/۱۳±۸/۴۹	۴۵/۴۶±۶/۱۶	۵۰/۵۴±۹/۲۸	۴۵/۱۷±۷/۲۸
CHO	۱۴۸/۷۷±۳۳/۹۸	۱۵۰/۳۱±۱۷/۰۶	۱۶۹/۶۰±۳۷/۳۴	۱۵۰/۴۰±۳۲/۵۲	۱۸۲/۱۵±۳۳/۸۹	۱۷۹/۳۸±۲۰/۹۹	۱۷۳/۴۲±۲۸/۰۶
TG	۱۵۰/۶۹±۲۸/۸۲	۱۳۶/۰۱±۳۴/۴۳	۱۱۷/۶۰±۳۴/۵۲	۱۰۲/۶۰±۳۷/۹۹	۱۳۲/۷۷±۴۱/۸۵	۱۳۳/۶۲±۳۸/۹۵	۱۲۵/۲۵±۲۹/۸۷
CRP	۲/۳۳±۲/۵۹	۲/۸۵±۲/۸۱	۲/۳۹±۱/۷۹	۲/۷۴±۲/۶۸	۲/۰۴±۰/۸۹	۲/۰۸±۱/۶۰	۲/۲۹±۲/۱۷

۱W: وزن (کیلوگرم)، BMI: نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)، WHR: نسبت دور کمر به باسن، SMM: توده عضلانی (کیلوگرم)، BFM: توده چربی (کیلوگرم)، VF: چربی احشایی (درصد)، LDL: لیپوپروتئین با چگالی کم (میلی مول بر لیتر)، HDL: لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی مول بر لیتر)، CHO: کلسترول (میلی مول بر لیتر)، TG: تری گلیسیرید (میلی مول بر لیتر) و CRP: پروتئین C واکنشگر (میلی گرم بر لیتر).

با توجه به نتایج تحلیل کوواریانس در متغیرهای ترکیب بدن، اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمون مشاهده می‌شود: برای وزن ($\eta^2 = 0/69$ ، $p < 0/001$)، نسبت دور کمر به باسن ($F(3,48) = 27/45$ ، $p < 0/001$)، توده چربی ($F(3,48) = 3/10$ ، $\eta^2 = 0/17$)، توده عضلانی ($F(3,48) = 3/30$ ، $p = 0/028$)، توده چربی احشایی ($F(3,48) = 11/51$ ، $p < 0/001$)، و چربی لیپیدی اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمون در لیپوپروتئین با چگالی کم ($F(3,48) = 2/08$ ، $p = 0/115$)، لیپوپروتئین با چگالی بالا ($F(3,48) = 2/43$ ، $p = 0/077$) و تری گلیسیرید

$p=0/021$ ، $\eta^2=0/18$) ولی در کلسترول $(F(3 و 48)=1/78$ ، $p=0/164$ ، $\eta^2=0/10$)، اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمون مشاهده شد. در نهایت در پروتئین واکنسر C اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمون مشاهده نشد $(p=0/922$ ، $\eta^2=0/01$)، $(F(3 و 48)=0/72$.

نتایج آزمون بونفرونی برای مقایسه بین گروه‌های آزمون برای هر متغیر در شکل (۲) آمده است. با توجه به نتایج، گروه رژیم غذایی اسیدی و قلیایی به همراه تمرینات عملکردی، بهبود وزن و نمایه توده بدنی بیشتری نسبت به گروه کنترل نشان می‌دهد و معنی‌دار است ($p<0/01$). همچنین گروه رژیم غذایی اسیدی و قلیایی به همراه تمرینات عملکردی، بهبود وزن و نمایه توده بدنی بیشتری نسبت به گروه عملکردی (تنها تمرین) نشان می‌دهد ($p<0/05$). گروه رژیم غذایی قلیایی به همراه تمرینات عملکردی، بهبود وزن و نمایه توده بدنی بیشتری نسبت به گروه رژیم غذایی اسیدی به همراه تمرینات عملکردی داشت. نسبت دور کمر به باسن در گروه عملکردی، کاهش معنی‌داری پس از ۱۰ هفته تمرینی داشت و کاهش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل نشان داد ($p=0/032$). توده عضلانی در گروه تمرینات عملکردی به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه رژیم غذایی اسیدی به همراه تمرینات عملکردی بود ($p=0/030$). توده چربی و چربی احشایی بدن در گروه رژیم غذایی قلیایی به همراه تمرینات عملکردی، کاهش بیشتری نسبت به گروه عملکردی ($p<0/001$) و گروه کنترل داشت ($p<0/01$). توده چربی بدن در گروه رژیم غذایی قلیایی به همراه تمرینات عملکردی، کاهش بیشتری نسبت به رژیم غذایی اسیدی به همراه تمرینات عملکردی نشان داد ($p=0/024$). کلسترول گروه رژیم غذایی قلیایی به همراه تمرینات عملکردی، کاهش بیشتری نسبت به گروه تمرینات عملکردی و کنترل داشت ($p<0/01$).



شکل ۲- نتایج آزمون بونفرونی جهت مقایسه گروه‌های آزمون در پس‌آزمون برای متغیرهای تحقیق

- a اختلاف معنی‌دار با گروه تجربی ۱: محدودیت کالری و رژیم غذایی قلیایی به همراه تمرینات عملکردی
- b اختلاف معنی‌دار با گروه تجربی ۲: محدودیت کالری و رژیم غذایی اسیدی به همراه تمرینات عملکردی
- c اختلاف معنی‌دار با گروه تجربی ۳: تمرینات عملکردی
- d اختلاف معنی‌دار با گروه ۴: کنترل (بدون تمرین و محدودیت غذایی)

۴. نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که محدودیت کالری و رژیم غذایی قلیایی و اسیدی به همراه تمرینات عملکردی در بهبود وزن و نمایه توده بدنی در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق تأثیر دارد و

تأثیرگذاری رژیم غذایی قلیایی بیشتر است. تغییر معنی‌داری در تمرینات عملکردی به‌تنهایی مشاهده نشد و به نظر می‌رسد تأثیرپذیری رژیم قلیایی و اسیدی به همراه محدودیت کالری، در بهبود وزن و نمایه توده بدنی برای افراد چاق و دارای اضافه‌وزن بیشتر است. یالچینکایا و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی نشان دادند که هشت هفته رژیم قلیایی به همراه تمرین هوازی، منجر به بهبود ترکیب بدن (وزن، توده چربی و چربی احشایی) و عملکرد ورزشی هوازی در زنان کم‌تحرک می‌شود (۱۳). مطالعه فراتحلیل دیگری که در سال ۲۰۱۹ انجام شد، نشان داد که بار اسیدی بیشتر در رژیم غذایی به‌طور بالقوه‌تری گلیسیرید و شیوع چاقی را در بزرگسالان افزایش می‌دهد و ارتباطی بین رژیم غذایی اسیدی با ترکیب بدن یافت نشد. نتایج دیگر این مطالعه نشان داد که بار اسیدی بیشتر در رژیم غذایی، باعث کاهش توده بدون چربی بدن تنها در بین زنان شده است و در نهایت منجر به سنتز چربی بدن بیشتر می‌شود. رژیم غذایی قلیایی، بیشتر با بهبود توده عضلانی در زنان همراه بود (۱۲). در تحقیق دیگری هولوکو^۱ و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که محدودیت کالری در رژیم غذایی منجر به بهبود ترکیب بدن ورزشکاران زن چاق و دارای اضافه‌وزن شد (۵). کاهش وزن بدن به دلیل محدودیت کالری به‌طور قابل‌توجهی بر ترشح لپتین و آدیپونکتین در بافت چربی تأثیر می‌گذارد. در واقع، شواهد قوی نشان می‌دهد که کاهش وزن بدن، به کاهش غلظت لپتین خون کمک کرده و میزان آدیپونکتین در خون متناسب با کاهش توده بدن افزایش می‌یابد (۲۰). این پدیده می‌تواند از طریق تحریک آزادسازی اسیدهای چرب آزاد و گلوکز از بافت‌های محیطی بر کاهش وزن و نمایه توده بدنی تأثیر مثبت بگذارد (۵، ۱۳).

همچنین نتایج مطالعه نشان داد که تمرینات عملکردی بر نسبت دور کمر به باسن تأثیر مثبتی دارد. در واقع این تمرینات به دلیل هوازی و مقاومتی بودن توانسته منجر به کاهش محیط کمری و باسن و در نتیجه کاهش نسبت دور کمر به باسن شود. در مطالعات مشابهی که در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن انجام شده است، تأثیر این تمرینات بر بهبود آمادگی هوازی، توده عضلانی و نسبت دور کمر به باسن نشان داده شده است که به‌خوبی ماهیت هوازی و مقاومتی این تمرینات را نشان می‌دهد (۸، ۹، ۱۶).

یافته‌های تحقیق نشان داد که توده عضلانی در گروه رژیم غذایی اسیدی و تمرینات عملکردی،

نسبت به گروه تمرینات عملکردی کاهش داشته است. پژوهش‌های متعددی، اثر رژیم‌های غذایی با بار اسیدی زیاد را بر ترکیب بدن و عملکرد نامطلوب نشان داده‌اند (۱۲). یک محیط اسیدی باعث کاهش ترشح تری گلیسیرید از سلول‌های چربی می‌شود و در نتیجه، اسیدوز ممکن است منجر به مهار کاهش وزن و بهبود ترکیب بدن شود. علاوه بر این، کاهش در ظرفیت بافری منجر به کاهش عملکرد و توده عضلانی در درازمدت می‌شود (۱۱، ۱۲). پس از ۵ دقیقه تمرین، اسیدوز موضعی در عضله رخ می‌دهد. این اسیدوز موضعی ممکن است متابولیسم انرژی و در نهایت عملکرد عضلانی را مختل کند. اما مکمل قلیایی می‌تواند اسیدوز موضعی ناشی از محدودیت کالری و تمرین را کاهش دهد و باعث بهبود بیشتر در عملکرد عضلات شود (۱۲).

از سوی دیگر، براساس نتایج بدست آمده، توده چربی و چربی احشایی آزمودنی‌های چاق و دارای وزن در گروه رژیم غذایی قلیایی و تمرینات عملکردی، نسبت به گروه تمرینات عملکردی و کنترل پس از ۱۰ هفته کاهش محسوسی را نشان داد و توده چربی در گروه رژیم غذایی قلیایی، کمتر از گروه رژیم غذایی اسید بود. هاتن روت^۱ و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تمرینات ورزشی، روزه‌داری متناوب و مکمل قلیایی به‌عنوان یک راهبرد مؤثر برای کاهش وزن بدن در افراد دارای اضافه‌وزن پرداختند و نتیجه پژوهش نشان داد، وزن، چربی بدن، چربی احشایی در گروه رژیم غذایی و مصرف مکمل‌های قلیایی، کاهش چشمگیری داشته است. آن‌ها بیان کردند که برنامه تمرینی به‌تنهایی منجر به تعادل بیشتر اسید و باز شده که با روزه‌داری و رژیم غذایی این تعادل بیشتر می‌شود، اما با مصرف مکمل‌های قلیایی بیشتر، اثر مهار افزایش اسیدوز تا حد زیادی خنثی می‌شود (۲۱). تحقیقات دیگر هم نشان می‌دهند که رژیم غذایی قلیایی بر پایه مصرف بیشتر میوه‌جات و سبزیجات بوده و مصرف غذاهای پرچرب در این رژیم پایین است و چربی‌های مورد استفاده بیشتر از نوع چربی‌های سالم (امگا ۳) می‌باشد. در این رژیم‌های قلیایی، التهاب کمتری تولید می‌شود و کاهش وزن و توده چربی بدن و چربی احشایی بهتر انجام می‌گیرد (۱۳، ۱۶). در مقابل، مصرف زیاد گوشت در رژیم اسیدی با تولید اسید آراشیدونیک، منجر به التهاب و تخریب بافت‌ها می‌شود و این اسید با توجه به نوع چربی محیط می‌تواند التهاب‌زا باشد. التهاب مانع از کاهش وزن می‌شود. در واقع اسیدی شدن بدن نیز مانع چربی سوزی می‌گردد (۲۱).

هرچند نتایج تحقیق نشان داد که لیپوپروتئین با چگالی کم و بالا و تری گلیسیرید در گروه رژیم غذایی قلبیایی و محدودیت کالری همراه با تمرینات عملکردی بهبود یافته است، ولی از نظر آماری معنی دار نبود. در حالی که کلسترول گروه رژیم غذایی قلبیایی و محدودیت کالری همراه با تمرینات عملکردی، نسبت به گروه عملکردی و کنترل بهبود یافت. مطالعات بیان می کنند که کاهش توده بدن به میزان ۳ کیلوگرم یا بیشتر، باعث بهبود قابل توجه پروفایل لیپیدی شده که منجر به تغییرات مطلوب در غدد درون ریز می شود. کاهش مصرف کالری روزانه تا ۳۰ درصد انرژی دریافتی کل، به ویژه برای افراد دارای محتوای چربی بدن بالا، منجر به کاهش کلسترول می شود (۵). رژیم غذایی سرشار از فیبر می تواند باعث کاهش لیپوپروتئین با چگالی کم شود. غذاهای حاوی فیبر مانند میوه، سبزیجات، غلات کامل و حبوبات با کمک به کاهش وزن، در کنترل میزان کلسترول مؤثرند. همچنین مصرف روغن های گیاهی، مغزها، ماهی و کاهش مصرف گوشت قرمز (رژیم غذایی اسیدی) منجر به بهبود کلسترول می شود (۷، ۱۳). به نظر می رسد رعایت رژیم غذایی کم چرب موجب بهبود مقدار برخی از لیپیدهای سرم از جمله لیپوپروتئین کم چگال می شود و جایگزینی چربی های غیر اشباع به جای چربی های اشباع و دریافت فیبر بالا، در کاهش لیپوپروتئین کم چگال و کلسترول مؤثر است. کیم^۱ و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه فراتحلیل به این نتیجه رسیدند که تمرین در افراد چاق باعث بهبود وزن، نمایه توده بدنی، دور کمر، تری گلیسیرید و کلسترول می شود و اگر همراه با رژیم غذایی باشد، این تأثیر بیشتر خواهد بود. همچنین زمانی اثر تمرین در افراد چاق مشخص تر خواهد شد که شدت و مدت جلسات تمرین مناسب، ترکیبی از فعالیت های هوازی و مقاومتی باشد و طول دوره تمرین بیش از ۱۶ هفته در نظر گرفته شود (۷).

فواید بالقوه نوع تغذیه و فعالیت بدنی بر التهاب، در افراد چاق و دارای اضافه وزن نشان داده شده است. براساس نتایج پژوهش ها، رابطه مستقیمی بین کاهش التهابات و رژیم قلبیایی وجود دارد و کاهش التهاب به کاهش وزن کمک کرده و شکل گیری چربی شکم را کاهش می دهد. در حالی که غذاهای اسیدی التهاب را افزایش می دهند (۲۲). اما در مطالعه حاضر با وجود اینکه در گروه رژیم غذایی اسیدی و محدودیت کالری همراه با تمرینات عملکردی، سطوح پروتئین واکنشگر C بیشتر و التهاب بیشتر را در افراد چاق و دارای اضافه وزن نشان می داد، ولی معنی دار

نمود و به نظر می‌رسد که گروه رژیم غذایی قلبیایی همراه با محدودیت کالری و تمرینات عملکردی، شاخص التهابی کمتری را در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن در برداشته است. همچنین رژیم‌های غذایی که گلوکز و انسولین پس از غذا را به حداقل می‌رساند، می‌توانند سطح پروتئین واکنشگر C را کاهش دهند. اثر رژیم غذایی پر کربوهیدرات بر سطح پروتئین واکنشگر C مشخص نیست و به‌طور کلی کاهش وزن باعث کاهش سطح پروتئین واکنشگر C می‌شود، اما نوع رژیم کاهش وزن، و به‌ویژه بار گلیسمی رژیم کاهش وزن، بر تغییر سطح پروتئین واکنشگر C تأثیری ندارد (۲۳).

یکی از محدودیت‌های اصلی تحقیق حاضر تعداد نسبتاً کم شرکت‌کنندگان بود که توصیه می‌شود در تحقیقات آتی تعداد بیشتری مورد بررسی قرار گیرند. عدم پیگیری طولی آزمودنی‌ها و عدم کنترل دقیق تغذیه در محیط کاملاً ایزوله، عدم کنترل دقیق‌تر و نزدیک‌تر آزمودنی‌ها از حیث مؤلفه‌های روانی و کیفیت خواب که ممکن است بر مؤلفه‌های این مطالعه به‌صورت غیرمستقیم تأثیر بگذارد، از دیگر محدودیت‌های این تحقیق بود که به نظر می‌رسد در صورت یافتن مکانیسم‌های کنترلی بهتر، نتایج مطلوب‌تری بدست آید. به نظر می‌رسد با بررسی سایتوکین‌هایی مانند فاکتور نکروز تومور آلفا و اینترلوکین-۶ ممکن بود نقش نوع رژیم غذایی قلبیایی و اسیدی بر پاسخ‌های التهابی بهتر مشخص شود.

با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود افراد چاق و دارای اضافه‌وزن از تمرینات عملکردی، به علت حفظ و افزایش توده عضلانی به‌عنوان یک روش تمرینی مناسب و از یک رژیم غذایی قلبیایی با محدودیت کالری، برای بهبود ترکیب بدن و کاهش سطح کلسترول استفاده کنند. در نتیجه به نظر می‌رسد برای افراد دارای اضافه‌وزن و چاق، یک رژیم غذایی محدودکننده کالری و قلبیایی مبتنی بر تمرینات هوازی و مقاومتی مانند تمرینات عملکردی به بهبود وزن، نمایه توده بدنی، نسبت دور کمر به باسن، نمایه چربی و کاهش کلسترول و بهبود سلامتی کمک می‌کند.

۵. ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر دارای کد اخلاق با شناسه IR.SSRI.REC.1400.1342 از پژوهشگاه علوم ورزشی می‌باشد.

۶. حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

۷. مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشته‌اند.

۸. تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

۹. تشکر و قدردانی

این تحقیق برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش- تغذیه ورزشی، دانشگاه غیرانتفاعی رجا است. از تمامی شرکت‌کنندگان در این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نماییم.

References

1. Yusefzadeh H, Rashidi A & Rahimi B. Economic burden of obesity: A systematic review. *Social Health and Behavior*. 2019; 2(1): 7.
2. Fallahzadeh H, Saadati H & Keyghobadi N. Estimating the prevalence and trends of obesity in Iran populations from 2000 to 2011: a meta-analysis study. *Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2017; 25(9): 681-9.
3. Perissiou M, Borkoles E, Kobayashi K & Polman R. The effect of an 8 week prescribed exercise and low-carbohydrate diet on cardiorespiratory fitness, body composition and cardiometabolic risk factors in obese individuals: a randomised controlled trial. *Nutrients*. 2020; 12(2): 482.
4. Marandi SM, Abadi NGB, Esfarjani F, Mojtahedi H & Ghasemi G. Effects of intensity of aerobics on body composition and blood lipid profile in obese/overweight females. *International journal of preventive medicine*. 2013; 4(Suppl 1): S118.
5. Hołowko J, Michalczyk MM, Zajac A, Czerwińska-Rogowska M, Ryterska K, Banaszczak M & et al. Six weeks of calorie restriction improves body composition and lipid profile in obese and overweight former athletes. *Nutrients*. 2019; 11(7): 1461.
6. Mohammadkhani PG, Irandoust K, Taheri M, Mirmoezzi M & Baić M. Effects of eight weeks of aerobic exercise and taking caraway supplement on C-reactive protein and sleep quality in obese women. *Biological Rhythm Research*. 2021; 52(2): 218-26.
7. Kim K-B, Kim K, Kim C, Kang S-J, Kim HJ, Yoon S & et al. Effects of exercise on the body composition and lipid profile of individuals with obesity: a systematic review and meta-analysis. *Journal of obesity & metabolic syndrome*. 2019; 28(4): 278.
8. Westphal G, Baruki SBS, de Mori TA, de Lima Montebelo MI & Pazzianotto-Forti EM. Effects of Individualized Functional Training on the Physical Fitness of Women with Obesity. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2020; 25(268).
9. La Scala Teixeira CV, Caranti DA, Oyama LM, Padovani RdC, Cuesta MGS, Moraes AdS & et al. Effects of functional training and 2 interdisciplinary interventions on maximal oxygen uptake and weight loss of women with obesity: a randomized clinical trial. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2020; 45(7): 777-83.
10. Taheri M, Irandost K, Mirmoezzi M & Ramshini M. Effect of aerobic exercise and omega-3 supplementation on psychological aspects and sleep quality in prediabetes elderly women. *Sleep and Hypnosis*. 2019; 21(2): 170-4.
11. Applegate C, Mueller M & Zuniga KE. Influence of Dietary Acid Load on Exercise Performance. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*. 2017; 27(3).
12. Abbasalizad Farhangi M, Nikniaz L & Nikniaz Z. Higher dietary acid load potentially increases serum triglyceride and obesity prevalence in adults: An updated systematic review and meta-analysis. *PloS one*. 2019; 14(5): e0216547.
13. Yalcinkaya N, Cetin O, Beyleroglu M, Isik O, Eker S & Bilge M. Effect of alkaline diet with 8-week step aerobic exercise on body composition and aerobic exercise performance of sedentary women. *Progress in nutrition*. 2020; 22: 11-8.

14. Limmer M, Eibl AD & Platen P. Enhanced 400-m sprint performance in moderately trained participants by a 4-day alkalizing diet: a counterbalanced, randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018; 15(1): 1-9.
15. King MB, Judge JO, Whipple R & Wolfson L. Reliability and responsiveness of two physical performance measures examined in the context of a functional training intervention. *Physical therapy*. 2000; 80(1): 8-16.
16. Rossi FE, Fortaleza ACS, Neves LM, Diniz TA, De Castro MR, Buonani C & et al. Combined training (strength plus aerobic) potentiates a reduction in body fat but only functional training reduced low-density lipoprotein cholesterol in postmenopausal women with a similar training load. *Journal of exercise rehabilitation*. 2017; 13(3): 322.
17. Douglas CC, Lawrence JC, Bush NC, Oster RA, Gower BA & Darnell BE. Ability of the Harris-Benedict formula to predict energy requirements differs with weight history and ethnicity. *Nutr Res*. 2007; 27(4): 194-9.
18. Moholdt T, Silva CP, Lydersen S & Hawley JA. Protocol: Isolated and combined effects of high-intensity interval training and time-restricted eating on glycaemic control in reproductive-aged women with overweight or obesity: study protocol for a four-armed randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2021; 11(2).
19. Sari-Sarraf V, Parnian-Khajejdizaj N & Ramin A. High-Intensity Interval Training and Continuous Training with Intermittent Calorie Restriction in Overweight Women: Effect on the Inflammation and Lipid Profile. *J Sports Sci*. 2020; 5(2): 230-46.
20. Rasouli A, Mohiti S, Javadi M, Panjeshahin A, Kazemi M & Shiri-Shahsavari MR. The effect of daily fast food consumption, family size, weight-caused stress, and sleep quality on eating disorder risk in teenagers. *Sleep and Breathing*. 2021; 25(3): 1527-33.
21. Hottenrott K, Werner T, Hottenrott L, Meyer TP & Vormann J. Exercise training, intermittent fasting and alkaline supplementation as an effective strategy for body weight loss: a 12-week placebo-controlled double-blind intervention with overweight subjects. *Life*. 2020; 10(5): 74.
22. Juraschek SP, Miller ER, Selvin E, Carey VJ, Appel LJ, Christenson RH & et al. Effect of type and amount of dietary carbohydrate on biomarkers of glucose homeostasis and C reactive protein in overweight or obese adults: results from the OmniCarb trial. *BMJ open diabetes research and care*. 2016; 4(1): e000276.
23. Clifton PM. Diet and C-reactive protein. *Current atherosclerosis reports*. 2003; 5(6): 431-6.