

تأثیر رژیم غذای با محدودیت کالری همراه با ورزش فوردی پرو بر نیم رخ لیپیدی، گلوکز خون و ترکیب بدنی زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید

زهره قاسمی^۱، محمدرضا زعیم زاده^۱، مصطفی سلطانی^۲، زهره اسکندری^۲، ریحانه زرباف^۳

۱- کارشناس ارشد تغذیه ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران

۲- استادیار، گروه تغذیه ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران

۳- استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، قزوین، ایران

E mail: z.eskandari@raja.ac.ir

چکیده

اهداف: کاهش میزان متابولیسم در بیماران مبتلا به کم کاری تیروئید با مقداری افزایش وزن، گلوکز خون و تغییرات در نیم رخ لیپیدی همراه است. از این رو هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر رژیم غذایی با محدودیت کالری همراه با ورزش فوردی پرو بر ترکیب بدن، گلوکز خون و نیم رخ لیپیدی در زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید می باشد.

روش ها: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی می باشد. در این مطالعه، تعداد ۳۴ زن ۱۸ تا ۵۰ ساله مبتلا به کم کاری تیروئید و ساکن شهر قزوین با نمایه توده بدنی بالای ۲۵ با رعایت ملاک های ورود به مطالعه انتخاب، و به صورت تصادفی در ۳ گروه رژیم غذایی با محدودیت کالری، گروه ورزش فوردی پرو به همراه رژیم غذایی با محدودیت کالری و گروه کنترل تقسیم شدند. تمرینات فوردی پرو به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته صورت گرفت. سپس متخصص تغذیه در گروه های محدودیت کالری، ۷۰۰ کیلوکالری از میزان کالری روزانه آزمودنی ها کاست. ترکیب بدن از طریق دستگاه InBody، گلوکز خون و نیم رخ لیپیدی از طریق نمونه های خونی اندازه گیری شد. برای تحلیل داده ها از آزمون ANCOVA و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی داری $\alpha \leq 0.05$ استفاده شد. **نتایج:** نتایج تحقیق نشان داد که یک دوره رژیم غذایی با محدودیت کالری همراه با تمرین فوردی پرو منجر به بهبود ترکیب بدن (وزن، دور کمر و توده چربی)، سطوح گلوکز خون و نیم رخ لیپیدی (کلسترول و تری گلیسیرید) زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید می شود ($P < 0.05$). تأثیر محدودیت کالری به همراه تمرینات فوردی پرو در کاهش چربی بدن زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید مؤثرتر از محدودیت کالری به تنهایی بود ($P < 0.05$). محدودیت کالری به تنهایی در بهبود ترکیب بدن مؤثر بود ($P < 0.05$). اما تأثیری در گلوکز خون و نیم رخ لیپیدی در زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید نداشت. **نتیجه گیری:** هشت هفته رژیم غذایی با محدودیت کالری به همراه تمرین فوردی پرو منجر به بهبود ترکیب بدن (وزن، دور کمر و توده چربی)، گلوکز خون و نیم رخ لیپیدی (کلسترول و تری گلیسیرید) زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید می شود.

واژه های کلیدی: محدودیت کالری، کم کاری تیروئید، ورزش فوردی پرو، ترکیب بدن، گلوکز خون، نیم رخ لیپیدی

مقدمه

چاقی را می‌توان به‌عنوان سندرم دنیای جدید معرفی کرد، که بزرگ‌ترین معضل سلامتی در دنیای صنعتی و مدرن امروزی محسوب می‌گردد (۱). عدم تعادل بین دریافت و مصرف انرژی منجر به افزایش ذخایر چربی می‌شود (۲). طبق مطالعات انجام شده، به نظر می‌رسد اختلال در غده تیروئید بر متابولیسم چربی اثر می‌گذارد و کم‌کاری تیروئید با اختلالات چربی همراه است، که مهم‌ترین این اختلالات شامل تغییر در ترکیب بدن و گلوکز خون است (۳). هورمون‌های تیروئید شامل تیروکسین (T4)* و تری‌یدوتیرونین (T3)† در تنظیم متابولیسم بدن نقش دارند و تقریباً بر تمام سلول‌های بدن اثر گذاشته و موجب افزایش میزان متابولیسم پایه می‌شوند، بطوریکه حدود ۳۰ درصد از مصرف انرژی در حالت استراحت، به‌وسیله این هورمون‌ها تنظیم می‌شود. این هورمون‌ها در سنتز و تنظیم متابولیسم پروتئین‌ها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها نقش داشته، و کاهش یا افزایش آنها منجر به ایجاد اختلالات تیروئیدی می‌شود. کم‌کاری تیروئید یکی از اختلالات تیروئیدی و دارای طیفی از بیماری به‌صورت تحت بالینی است که با علائم و نشانه‌های غیرقابل تشخیص همراه است (۴). در بیمارانی که به کم‌کاری تیروئید مبتلا هستند، سطوح هورمون‌های تیروئید و میزان متابولیسم پایین است (۵). کم‌کاری تیروئید و به دنبال آن کاهش هورمون‌های تیروئیدی سبب بروز علائمی مانند خستگی، افزایش وزن، احساس سرما، یبوست، صورت پف‌کرده، پوست خشک، نازک شدن مو و مشکلات قاعدگی و باروری می‌شود (۶). همچنین این بیماری با مقاومت به انسولین در ارتباط است، گلوکز به عضله انتقال پیدا نمی‌کند و حالت مقاومت به انسولین بعنوان نقص اولیه در گسترش دیابت نوع ۲ ایجاد می‌شود (۳). از طرفی از آنجاکه هورمون‌های تیروئید باعث افزایش گلوکونئوژنز، لیپولیز و تجزیه کلسترول می‌شوند؛ بنابراین، کاهش زیاد هورمون‌های تیروئیدی که در کم‌کاری تیروئید اتفاق می‌افتد، تقریباً همیشه سبب ازدیاد وزن و در نهایت افزایش مقاومت به انسولین می‌شود (۴).

هورمون‌های تیروئید بر متابولیسم چربی‌ها نیز اثرگذار هستند، و اختلالات نیم‌رخ چربی در بیماران مبتلا به کم‌کاری تیروئید تحت بالینی در بسیاری از مطالعات دیده شده است. مهم‌ترین این اختلالات شامل افزایش کلسترول، LDL و TG بوده و به نظر می‌رسد HDL نیز تحت تأثیر کم‌کاری تیروئید قرار می‌گیرد (۵). لذا با توجه به مطالعات موجود، فعالیت ورزشی و رژیم غذایی مناسب، از جمله راهکارهایی هستند که جهت رفع عوارض بیماری کم‌کاری تیروئید توصیه می‌گردند (۴).

رژیم غذایی یکی دیگر از روش‌های مورد استفاده برای کاهش وزن در افراد چاق و دارای اضافه وزن است. رژیم غذایی با محدودیت کالری متعادل، یکی از بهترین رژیم‌های غذایی و موثر بر ارتقاء تندرستی است، متخصصان تغذیه پیشنهاد می‌کنند روزانه بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کالری از انرژی دریافتی آزمودنی‌ها کسر شود که منجر به کاهش وزن به اندازه‌ی ۱-۵/۰ کیلوگرم در هفته می‌شود. توزیع درشت مغذی‌ها در این رژیم، با تامین کمتر از ۳۰ درصد کالری از چربی، ۶۰-۵۵ درصد از کربوهیدرات و ۱۵-۱۰ درصد از پروتئین صورت می‌گیرد (۷). پژوهشگران ترکیب رژیم غذایی و فعالیت بدنی را بهترین روش کاهش وزن می‌دانند، زیرا استفاده از محدودیت کالری در رژیم غذایی به‌تنهایی، بدون تغییر در فاکتورهای لیپیدی، فقط می‌تواند باعث کاهش توده عضلانی، متغیرهای وزن بدن و BMI شود؛ درحالی‌که ترکیب فعالیت ورزشی و رژیم

* Thyroxine

† Triiodothyronine

غذایی به حفظ توده عضلانی، کاهش قند خون، وزن بدن، BMI، دور کمر، نسبت دور کمر به قد، چربی احشایی، کل چربی بدن، تری گلیسیرید و کلسترول منجر می شود (۸، ۹).

فعالیت بدنی از جمله عوامل اثرگذار بر نیمرخ چربی است؛ به طوری که کاهش سطح فعالیت بدنی و افزایش شاخص توده بدنی، باعث افزایش کلسترول تام، TG و LDL می شود، در مقابل فعالیت بدنی منظم، عموماً با سطح مطلوب شاخص های قلبی - عروقی در ارتباط است (۱، ۴). لذا فعالیت های بدنی با مصرف کالری، چربی سوزی و کمک به حفظ توده عضلانی، در بهبود ترکیب بدنی و کاهش قند خون در افراد چاق و دارای اضافه وزن مؤثر می باشند (۹، ۱۰). ورزش فوردی پرو (4Dpro) نوعی ورزش معلق در هوا می باشد که در کشور آلمان و توسط یک پزشک ایرانی، ابداع شده است. این ورزش از قلاب های مستحکم، چهاربند چتربازی، حلقه های فولادی و کمر بند ترکیبی تشکیل شده است. ورزش فوردی پرو دارای ویژگی های متعددی است. این ورزش شامل حرکاتی است که فرد را در هوا معلق می کند و با درگیر کردن همزمان عضلات مختلف و بیشتر، تمرینات متنوعی را ارائه می دهد. حرکات معلق و استفاده از طناب های کشی باعث افزایش تعادل، هماهنگی، انعطاف پذیری، استقامت عضلانی و تقویت عضلات بدن می شود. به دلیل ماهیت الاستیک طناب های فوردی پرو، فشار کمتری به مفاصل وارد می شود و این امر به ویژه برای افرادی که در دوران نقاهت پس از آسیب دیدگی هستند، مفید است. به دلیل درگیری عضلات و ماهیت دینامیک ورزش، مصرف کالری و چربی سوزی در این ورزش بالاست و می تواند به کاهش وزن کمک کند. با ترشح آدرنالین در حین ورزش، می تواند به کاهش استرس و اضطراب کمک کند. ورزشکار زمانی که این تمرینات را انجام می دهد حس خوبی گرفته و بی وزنی ای که در تمرینات وجود دارد باعث رهایی از تمامی استرس ها خواهد شد. (۱۱).

شیوع بیماری کم کاری تیروئید تحت بالینی در زنان دو برابر بیشتر از مردان می باشد. زنان مبتلا به کم کاری تیروئید تحت بالینی بیشتر از زنان سالم، در معرض ابتلا به مقاومت به انسولین، اضافه وزن، چاقی و بیماری های قلبی عروقی هستند (۱۲)، و به نظر می رسد که فعالیت بدنی و رژیم غذایی مناسب می توانند با کاهش این عوارض به بیماران کم کاری تیروئیدی کمک نمایند. لذا با توجه به اینکه کم کاری تیروئید و چاقی بیشتر در زنان دیده می شود، و ماهیت ورزش جدید فوردی پرو که علاوه بر بهبود فاکتورهای جسمانی و کمک به سلامت، باعث افزایش نشاط می شود، از طرفی تا به حال تاثیر این رشته جذاب و هیجان انگیز مورد مطالعه قرار نگرفته است، پژوهشگران بر آن شدند تا تأثیر این دو مداخله ورزشی و غذایی را بر ترکیب بدن، نیمرخ لیپیدی، گلوکز خون در زنان چاق مبتلا به کم کاری تیروئید بررسی نمایند.

مواد و روش کار

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و یک تحقیق کاربردی است که در آن از طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل استفاده شد. جامعه آماری تحقیق، زنان چاق و دارای اضافه ۱۸ تا ۵۰ ساله مبتلا به کم کاری تیروئید و ساکن شهر قزوین بودند. از طریق فراخوان در شبکه های اجتماعی، خانه های بهداشت محلات و بخش تراکت در چند آزمایشگاه، تعداد ۳۶ نفر به صورت هدفمند و با رعایت ملاک های ورود به مطالعه، انتخاب شدند و به صورت تصادفی در ۳ گروه، رژیم غذایی با محدودیت کالری، ورزش فوردی پرو به همراه رژیم غذایی با محدودیت کالری و گروه کنترل قرار گرفتند، یک نفر در گروه ورزش و یک نفر در گروه کنترل در اواسط مطالعه، کناره گیری کردند. شایان ذکر است که حجم نمونه با استفاده از نرم افزار (G Power 3.1.9.2)

آمار ۸۰ درصد و در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده، و حجم نمونه ۳۰ نفر تعیین شد. (Freeware. University of Dusseldorf, Dusseldorf, Germany) مبتنی بر آزمون تحلیل کوواریانس با توان

معیارهای ورود به مطالعه شامل: زنانی با محدوده سنی ۵۰-۱۸ سال، عدم شرکت در فعالیتهای ورزشی در ۶ ماه اخیر، عدم تغییر مصرف داروهای کاهنده قند خون، فشارخون و چربی خون و داروی تیروئید در دوماه اخیر، عدم مصرف سایر داروهای گیاهی دیگر تاثیر گذار بر وزن بدن و هورمون های تیروئیدی، زنان دارای اضافه وزن و چاق ($BMI > 25$)، و نداشتن سایر بیماری های قلبی و هورمونی. همچنین ابتلا به بیماری های کلیوی، بیماری روانی، بیماری ریوی مزمن، گوارشی، استفاده از انسولین و همچنین غیبت کردن بیشتر از دو جلسه در هر ماه در تمرین جز مشخصه های خروج از تحقیق بود. به منظور رعایت مسائل اخلاقی و انسانی، به کلیه آزمودنی ها این اطمینان داده شد که تمامی این اطلاعات نزد محققین محفوظ مانده و فقط از نتایج کلی بهره برداری شد. همچنین در تدوین مشخصات فردی و رضایت نامه همکاری، از طرح سؤالات و مواردی که جنبه خصوصی برای افراد دارد، پرهیز شد. این مطالعه به تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی قزوین با کد QUMS.REC.1401.086 رسیده است.

پس از انتخاب آزمودنی ها، آنها توسط متخصص تغذیه تحت کنترل و مشاوره تغذیه قرار گرفتند تا الگوی تغذیه ای نسبتاً مشابه و متناسب را رعایت کنند. مقدار و نوع داروهای مصرفی نیز قبل و در طی دوره ۸ هفته ای زیر نظر پزشک متخصص تحت کنترل و توصیه های لازم به آنها ارائه شد. هیچ گونه ممانعتی و دخالتی در داروهای مصرفی توسط محققین صورت نگرفت. همچنین متغیرهای تحقیق اندازه گیری شد. قد، وزن و BMI در زمان معیارهای ورود به مطالعه با دستگاه قد و وزن سنج دیجیتال آنیا (Anea Scale) ساخت کشور ایران که به صورت یکجا قد، وزن و BMI را اندازه گرفت، تعیین شد. برای اندازه گیری میزان چربی و عضله بدن از دستگاه body composition analysis مدل ۲۷۰ InBody ساخت کمپانی InBody، استفاده شد. دقت این دستگاه بر اساس بیان شرکت سازنده و در مقایسه با dxa ۹۸/۴٪ بیان شده است و درصد چربی بدن را نیز با دقت (± 2 درصد) محاسبه می کند. از طریق دستگاه ترکیب بدنی میزان توده عضله، توده چربی، درصد توده چربی، متابولیسم پایه، مواد معدنی، آب، پروتئین، چربی احشایی، وزن و BMI به دست آمد. نسبت دور کمر به دور باسن (WHR) نیز به کمک متر نواری برحسب سانتی متر اندازه گیری شد. در اندازه گیری با متر نواری فرد در حالت صاف می ایستاد و نفس راحتی می کشد و آزمونگر متر نواری را نه خیلی سفت و نه خیلی شل دور اندام ها قرار می داد. دور کمر در باریک ترین قسمت بین سینه و ران، و دور باسن یا محیط لگن نیز در سطحی که عضلات سرینی بیشترین برآمدگی را دارند، مورد محاسبه قرار گرفت و سپس اندازه دور کمر به دور باسن تقسیم و نسبت این دو محاسبه شد. برای اندازه گیری دور شکم در برجسته ترین قسمت شکم اندازه گرفته شد که معمولاً نزدیک ناف و یک سانتی متر بالای آن می باشد. در پایان مطالعه تمام این اندازه گیری ها تکرار شد.

نمونه گیری خونی و آنالیز آزمایشگاهی: قبل از شروع دوره تمرین و ۴۸ ساعت بعد از اتمام مداخله، بین ساعت

۹-۱۰ صبح و پس از ۱۲-۱۰ ساعت ناشتایی و تغذیه نرمال در شب قبل، ۵ میلی لیتر خون از ورید بازویی آزمودنی ها جهت تجزیه بیوشیمیایی گرفته شد. روش اندازه گیری به این ترتیب بود که پس از ورود آزمودنی ها به محل آزمایشگاه، هر یک به مدت ۵ دقیقه بر روی صندلی نشسته سپس توسط تکنسین آزمایشگاه مقدار ۵ میلی لیتر خون از محل ورید بازویی آزمودنی ها با استفاده از سرنگ های شرکت سها گرفته شد. سپس نمونه خونی به شکل سرم با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ ساخت شرکت Hettich آلمان (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در هر دقیقه) جدا شد و در ادامه نیم رخ لیپیدی و گلوکز خون سنجیده شدند. برای اندازه گیری گلوکز خون ناشتا از روش گلوکز اکسیداز و از کیت شرکت پارس آزمون استفاده شد. در این روش

میزان کینونیمین تشکیل شده به صورت فوتومتري قابل اندازه گیری است و شدت رنگ ایجاد شده با مقدار گلوکز رابطه مستقیم دارد. برای سنجش پروفايل لیپیدی شامل تری گلیسیرید (TG)، کلسترول تام (TC)، لیپوپروتئین کم چگال (LDL) و پرچگال (HDL) از روش آنزیماتیک کالری متریک با استفاده از کیت های تجاری شرکت پارس آزمون استفاده شد. در این روش تک محلولی عمل هیدرولیز تری گلیسیریدها در سرم خون به صورت اختصاصی به وسیله آنزیم لیپاز، کاتالیز و تولید گلیسرول می نماید. سپس گلیسرول تولید شده در واکنشی که به وسیله آنزیم های گلیسرول کیناز و گلیسرول فسفات اکسیداز کاتالیز می شود، منجر به تولید محصول پراکسید هیدروژن می گردد. پراکسید هیدروژن در حضور آنزیم پراکسیداز و ۴-آمینو فنازون به عنوان سیستم کروموزنی مونیتور شده و نسبت نمونه به معرف یک به ۱۵۰ و جذب این سیستم کروموزنی در طول موج ۵۱۰ نانومتر نتایج مفید و مثبتی را موجب می شود. تمام اندازه گیری ها در آزمایشگاه پاکروان قزوین انجام شد. بعد از اندازه گیری های اولیه اعمال متغیرهای مداخله رژیم غذایی و تمرینات فوردی پرو به مدت ۸ هفته اعمال شد.

نحوه اعمال رژیم غذایی با محدودیت کالری: یک رژیم کم کالری متعادل برای هر فرد توسط متخصص تغذیه

طراحی شد. برای تخمین میزان کالری مورد نیاز روزانه، ابتدا هزینه انرژی پایه بر اساس معادله ی هریس بندیکت با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۱۳).

$$665 + (9.63 \times \text{Wght(kg)}) + (1.83 \times \text{Hight(m)}) - 4.73 \times \text{age}$$

برای محاسبه هزینه انرژی فعالیت بدنی، مقدار انرژی پایه در ضریب فعالیت، ضرب شد. از آنجا که با توجه به معیارهای ورود افراد در سه ماه گذشته فعالیتی نداشتند، بنابراین در گروه غیرفعال قرار می گرفتند پس ضریب فعالیت ۱/۳ برای آزمودنی ها در نظر گرفته شد. جزء سوم تشکیل دهنده هزینه انرژی روزانه، مربوط به اثر حرارتی غذا است و به عنوان ۱۰٪ از میزان انرژی پایه و فعالیت بدنی در نظر گرفته شد و در نهایت با جمع این سه مقدار، میزان کل کالری مورد نیاز آزمودنی ها تخمین زده شد (۱۴). در نهایت به منظور تخمین مقدار کالری محدود شده، از میزان کالری مورد نیاز روزانه آزمودنی ها، ۷۰۰ کیلوکالری در روز کاسته شد. شایان ذکر است که رژیم غذایی طراحی شده شامل: ۱۵ درصد پروتئین، ۵۵ درصد کربوهیدرات و ۳۰ درصد چربی بود و غذاها طبق عادات غذایی آزمودنی ها انتخاب شدند (۱۵).

پروتکل فعالیت ورزشی فوردی پرو: آزمودنی ها به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه و هر جلسه بین ۴۵ (ابتدای

دوره) الی ۶۰ (انتهای دوره) دقیقه به تمرین پرداختند که از تمرینات ساده به مشکل و از شدت کم به زیاد، همراه با در نظر گرفتن اصل اضافه بار و افزایش شدت تمرین انجام شد. آزمودنی ها در ابتدای هر جلسه ی تمرینی و به صورت عمومی، ۱۰ دقیقه گرم کردند و در پایان هر جلسه نیز ۵ دقیقه سرد کردند. بعد از سه جلسه آشناسازی آزمودنی ها با شیوه صحیح اجرای حرکات فوردی پرو توسط مربی، آزمون یک تکرار بیشینه و درک فشار بورگ در مورد تمامی حرکات برنامه مقاومتی جهت تعیین شدت تمرینی مناسب و همچنین آموزش نحوه صحیح و ایمن از آزمودنی ها گرفته شد. با توجه به دستورالعمل ACSM در خصوص تمرینات ورزشی برای افراد کم کاری تیروئید، اجرای تمرینات هوازی با شدت سبک تا متوسط (۸۵-۵۰ درصدی ضربان بیشینه) می تواند مزایای قلبی- تنفسی و متابولیکی را برای بیماران همراه داشته باشد (۹). برنامه ی تمرینی مقاومتی به صورت ایستگاهی و شامل نوسان یک طرفه، فلاتر، قدم روی هوا، جهش دولا، ابوالهول، کرال پشت، لیفت لگن، مشت زدن، شیرجه به پشت، فال این، فال بک، لوژ سواری و حرکت عقاب بود که تمامی ماهیت مقاومتی و هوازی داشته و در برگیرنده ی عضلات بزرگ بالاتنه و پایین تنه می باشند. برنامه ی تمرین این گروه از دو دور با ۱۸-۱۶ تکرار و ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه و در ابتدای دوره به مدت ۳۰ دقیقه، به سه دور با ۱۰-۸ تکرار و ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه در پایان دوره ی تمرینی به مدت ۴۵ دقیقه رسید (۹). زمان استراحت بین دورها، دو دقیقه بود و به منظور رعایت اصل اضافه بار

هر دو هفته یکبار بین ۵-۲ درصد بار تمرینی افزایش یافت. برای محاسبه حداکثر ضربان قلب بیشینه، از فرمول سن (سال) - ۲۲۰ استفاده شد.

روش آماری

در این تحقیق از آمار توصیفی و آمار استنباطی استفاده شد. در بخش آمار استنباطی با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۱ ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک* (S-W) مورد تایید قرار گرفته و سپس از آزمون کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و شاپیرو-ویلک به ترتیب نشان دادند که توزیع داده‌ها همگن و نرمال بود. جدول ۱ ویژگی‌های توصیفی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین سنی آزمودنی‌ها $42/73 \pm 9/11$ سال و نمایه توده بدنی $32/18 \pm 2/62$ کیلوگرم بر مترمربع و میانگین درصد چربی $42/59 \pm 6/09$ درصد می‌باشد لذا آزمودنی‌ها در محدوده چاقی و اضافه‌وزن قرار می‌گیرد.

جدول ۱: ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (انحراف معیار $\pm$ میانگین) در ۳ گروه زنان چاق و دارای اضافه‌وزن

گروه‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم/مترمربع)	BF (درصد)
فورد پرو+ محدودیت کالری (۱۱ نفر)	$45/58 \pm 6/49$	$157/17 \pm 4/11$	$81/46 \pm 6/89$	$33/08 \pm 2/80$	$43/19 \pm 6/82$
محدودیت کالری (۱۲ نفر)	$40/18 \pm 11/54$	$159/82 \pm 9/51$	$80/50 \pm 8/42$	$31/31 \pm 1/95$	$40/98 \pm 3/68$
گروه کنترل (۱۱ نفر)	$42/18 \pm 8/77$	$159/72 \pm 6/63$	$83/40 \pm 8/21$	$32/08 \pm 2/91$	$41/74 \pm 6/76$

جدول ۲ نیز متغیرهای پژوهش در سه گروه را به تفکیک مشخص می‌نماید. به نظر می‌رسد تمرینات فورد پرو و محدودیت کالری باعث کاهش وزن، دور کمر، توده چربی، دور شکم و دور باسن شده است. همچنین متغیرهای تری گلیسرید، کلسترول و LDL کاهش داشته است و HDL افزایش یافته است.

* Shapiro-Wilk test

جدول ۲: متغیرهای وابسته تحقیق در ۳ گروه زنان چاق و دارای اضافه وزن (انحراف معیار $\pm$ میانگین) قبل و پس از مداخله

متغیرها/ زمان مداخله	پیش آزمون	پس آزمون	محدودیت کالری + فورد پرو	محدودیت کالری	پیش آزمون	پس آزمون	گروه کنترل
W (kg)	۸۰/۸ $\pm$ ۵۰/۴۲	۷۵/۸ $\pm$ ۲۲/۲۰	۸۱/۶ $\pm$ ۴۶/۸۹	۷۷/۶ $\pm$ ۸۳/۸۲	۸۳/۸ $\pm$ ۴۰/۲۱	۸۴/۹ $\pm$ ۳۰/۱۶	
BMI (kg/m ²)	۳۱/۱ $\pm$ ۳۱/۹۵	۲۹/۱ $\pm$ ۲۲/۷۳	۳۳/۲ $\pm$ ۰۸/۸۰	۳۱/۲ $\pm$ ۴۷/۹۹	۳۲/۲ $\pm$ ۰۸/۹۱	۳۳/۲ $\pm$ ۰۱/۸۱	
AC (cm)	۱۰۱/۷ $\pm$ ۷۲/۷۹	۹۶/۸ $\pm$ ۹۰/۰۹	۱۱۶/۶ $\pm$ ۷۵/۵۷	۱۱۳/۷ $\pm$ ۹۲/۴۲	۱۱۳/۹ $\pm$ ۳۶/۶۲	۱۱۳/۹ $\pm$ ۱۸/۱۰	
WC (cm)	۹۰/۴ $\pm$ ۰۱/۶۶	۸۵/۶ $\pm$ ۰۱/۰۱	۱۰۹/۷ $\pm$ ۰۱/۳۴	۷۷/۱۰۳/۶۳	۱۱۱/۰۲/۱۴	۱۱۱/۰۳/۰۹	
HC (cm)	۳۱۱۳/۸۲	۴۱۱۱/۱۴	۱۱۵/۳ $\pm$ ۵۰/۵۴	۱۱۳/۴ $\pm$ ۵۰/۶۹	۳۱۱۶/۰۳	۳۱۱۴/۰۳	
WHR	۰/۰ $\pm$ ۸۰/۰۴	۰/۰ $\pm$ ۷۸/۰۵	۰/۰ $\pm$ ۹۴/۰۴	۰/۰ $\pm$ ۹۳/۰۵	۰/۰ $\pm$ ۸۹/۰۸	۰/۰ $\pm$ ۸۹/۰۸	
SMM (kg)	۲۶/۳ $\pm$ ۱۸/۶۳	۲۵/۳ $\pm$ ۸۰/۲۱	۲۶/۳ $\pm$ ۶۹/۰۹	۲۵/۲ $\pm$ ۵۵/۸۲	۲۵/۴ $\pm$ ۹۴/۱۵	۲۵/۴ $\pm$ ۷۶/۰۳	
BFM (kg)	۳۲/۴ $\pm$ ۹۲/۲۷	۲۸/۴ $\pm$ ۷۰/۰۱	۳۴/۴ $\pm$ ۹۲/۴۸	۳۲/۴ $\pm$ ۹۰/۱۱	۳۳/۴ $\pm$ ۵۱/۷۴	۳۳/۴ $\pm$ ۲۰/۷۹	
FBS(mg/dL)	۹۶/۶ $\pm$ ۰۹/۱۱	۸۷/۷ $\pm$ ۶۴/۵۵	۱۰۲/۱۳ $\pm$ ۳۳/۷۰	۹۷/۸ $\pm$ ۵۰/۴۰	۹۸/۱۱ $\pm$ ۳۶/۶۹	۹۷/۱۱ $\pm$ ۴۵/۲۹	
TC(mg/dL)	۱۶۸/۳۶ $\pm$ ۰۹/۹۸	۱۴۸/۲۹ $\pm$ ۵۴/۳۱	۱۸۸/۱۶ $\pm$ ۵۰/۳۵	۱۷۴/۲۰ $\pm$ ۵۸/۴۳	۱۷۹/۳۲ $\pm$ ۰۱/۷۹	۱۷۷/۳۳ $\pm$ ۰۹/۳۷	
TG (mg/dL)	۱۳۵/۳۹ $\pm$ ۱۸/۶۴	۹۲/۳۰ $\pm$ ۰۹/۶۳	۱۶۱/۲۲ $\pm$ ۷۵/۶۸	۱۴۶/۲۰ $\pm$ ۷۵/۹۳	۱۴۳/۳۸ $\pm$ ۳۶/۴۱	۱۴۰/۳۳ $\pm$ ۱۸/۹۳	
HDL(mg/dL)	۳۹/۱۷ $\pm$ ۸۲/۸۲	۴۸/۱۰ $\pm$ ۲۷/۹۹	۴۶/۱۳ $\pm$ ۱۷/۴۴	۴۷/۱۴ $\pm$ ۸۳/۱۴	۴۹/۱۶ $\pm$ ۵۴/۵۹	۴۹/۱۷ $\pm$ ۵۵/۱۸	
LDL (mg/dL)	۸۹/۱۹ $\pm$ ۲۷/۵۱	۸۲/۲۳ $\pm$ ۷۳/۴۸	۸۸/۲۵ $\pm$ ۳۳/۳۶	۸۵/۲۳ $\pm$ ۵۰/۶۰	۸۹/۲۶ $\pm$ ۷۳/۸۷	۸۸/۲۵ $\pm$ ۰۹/۵۶	

W: وزن بدن (کیلوگرم)، BMI: نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)، AC: دور شکم (سانتی متر)، WC: دور کمر (سانتی متر)، HC: دور باسن (سانتی متر)، WHR: نسبت دور کمر به باسن SMM: توده عضله بدن (کیلوگرم)، BFM: توده چربی بدن (کیلوگرم)، FBS: قند خون (میلی گرم بر دسی لیتر)، TC: کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)، TG: تری گلیسرید (میلی گرم بر دسی لیتر)، HDL: لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی گرم بر دسی لیتر)، LDL: لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی گرم بر دسی لیتر).

در محاسبه تغییرات بین سه گروه در مرحله پیش آزمون و پس آزمون از آزمون کوواریانس استفاده شد. نتایج تحلیل کوواریانس در جدول ۳ مشاهده می شود. اختلاف معنی داری بین نسبت دور کمر به باسن ($P=0/120$)، توده عضلانی ($P=0/066$)، لیپوپروتئین با چگالی بالا ($P=0/091$)، و لیپوپروتئین با چگالی پایین ($P=0/435$) در بین سه گروه آزمون مشاهده نشد، یعنی متغیرهای مداخله گر نتوانستند تغییری در آنها ایجاد نمایند. اما متغیرهای وزن، دور کمر، توده چربی بدن، گلوکز خون، کلسترول، تری گلیسرید در بین سه گروه تفاوت معنی داری دارد. برای تعیین اینکه تفاوت در بین کدام گروه های وجود دارد از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد.

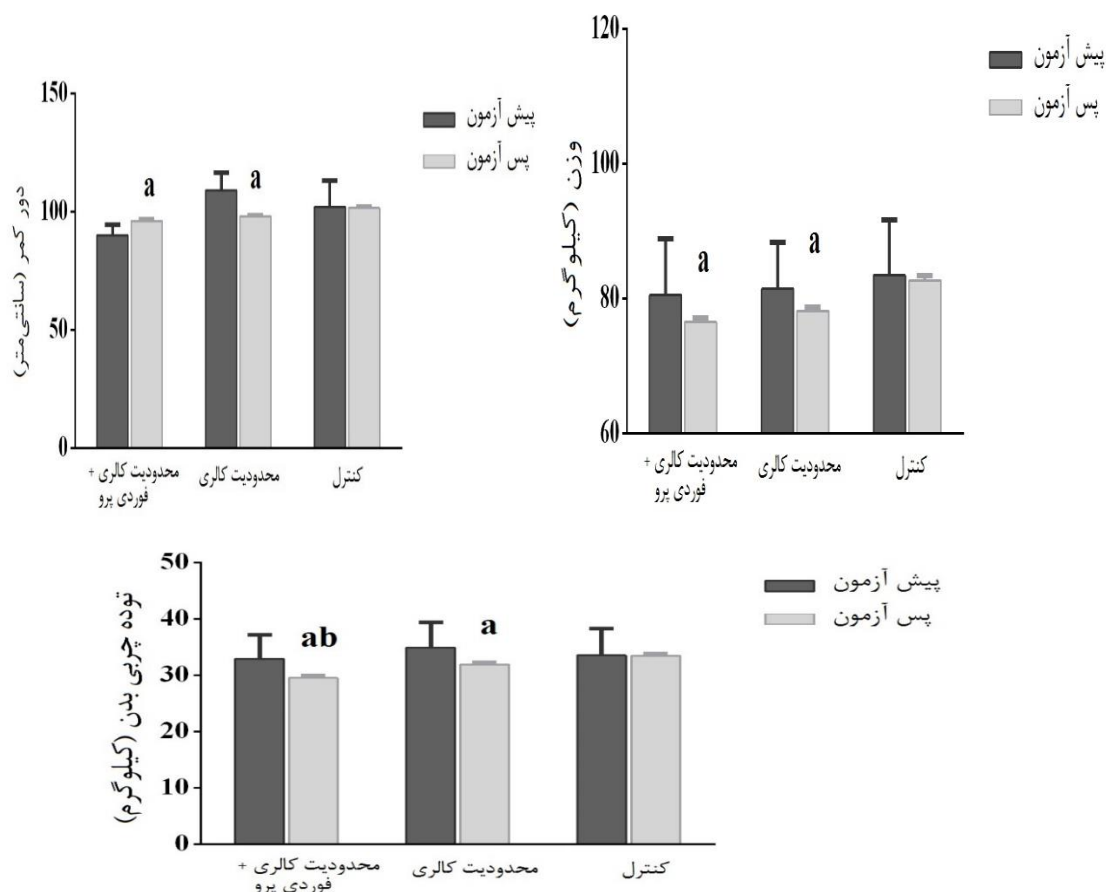
جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس ۳ گروه آزمون برای متغیرهای ترکیب بدنی، فاکتورهای لیپیدی و قند خون

متغیرها	جمع مجزورات	df	میانگین مجزورات	F	معناداری	ضریب اتا
وزن (کیلوگرم)	۲۲۲/۰۷	۲	۱۱۱/۰۴	۲۲/۸۹	۰/۰۰۱	۰/۶۱
دور کمر (سانتی متر)	۱۵۶/۲۷	۲	۷۸/۱۳	۲۵/۰۵	۰/۰۰۱	۰/۶۳
نسبت دور کمر به دور باسن	۰/۰۰۲	۲	۰/۰۰۱	۲/۲۸	۰/۱۲۰	۰/۱۴
توده عضله بدن (کیلوگرم)	۵/۲۵	۲	۲/۶۳	۵/۲۸	۰/۰۶۶	۰/۳۳
توده چربی بدن (کیلوگرم)	۸۶/۷۵	۲	۴۳/۳۷	۳۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۷
گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	۳۸۱/۸۱	۲	۱۹۰/۹۱	۷/۳۸	۰/۰۰۲	۰/۳۳
کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)	۲۰۳۶/۶۷	۲	۱۰۱۸/۳۳	۵/۹۸	۰/۰۰۷	۰/۲۹
تری گلیسرید (میلی گرم بر دسی لیتر)	۱۱۱۸۱/۹۶	۲	۵۵۹۰/۹۸	۳۲/۹۰	۰/۰۰۱	۰/۶۹
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی گرم بر دسی لیتر)	۲۴۸/۶۲	۲	۱۲۴/۳۱	۲/۶۰	۰/۰۹۱	۰/۱۴
لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی گرم بر دسی لیتر)	۱۴۵/۰۱	۲	۷۲/۵۰	۰/۸۶	۰/۴۳۵	۰/۰۵

نتایج آزمون تعقیبی (شکل ۱) نشان داد که محدودیت کالری به تنهایی ($P < 0.001$)، و محدودیت کالری به همراه تمرینات فوردی پرو ($P < 0.001$)، می‌توانند بطور معنی‌داری منجر به کاهش وزن زنان چاق و دارای اضافه‌وزن مبتلا به کم‌کاری تیروئید شود.

دور کمر در زنان چاق و دارای اضافه‌وزن مبتلا به کم‌کاری تیروئید در گروه رژیم غذایی با محدودیت کالری به همراه تمرین فوردی پرو ($P < 0.001$) و محدودیت کالری به تنهایی ($P = 0.001$) در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی‌داری یافت.

از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر کاهش معنی‌دار توده چربی بدن زنان چاق و دارای اضافه‌وزن مبتلا به کم‌کاری تیروئید در گروه محدودیت کالری به همراه تمرینات فوردی پرو ($P < 0.001$)، و گروه محدودیت کالری به تنهایی ($P = 0.011$)، نسبت به گروه کنترل و پیش‌آزمون بود. البته توده چربی در گروه محدودیت کالری + فوردی پرو کمتر از گروه محدودیت کالری بود ($P < 0.001$) (شکل ۱).



a اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل ($p < 0.05$).

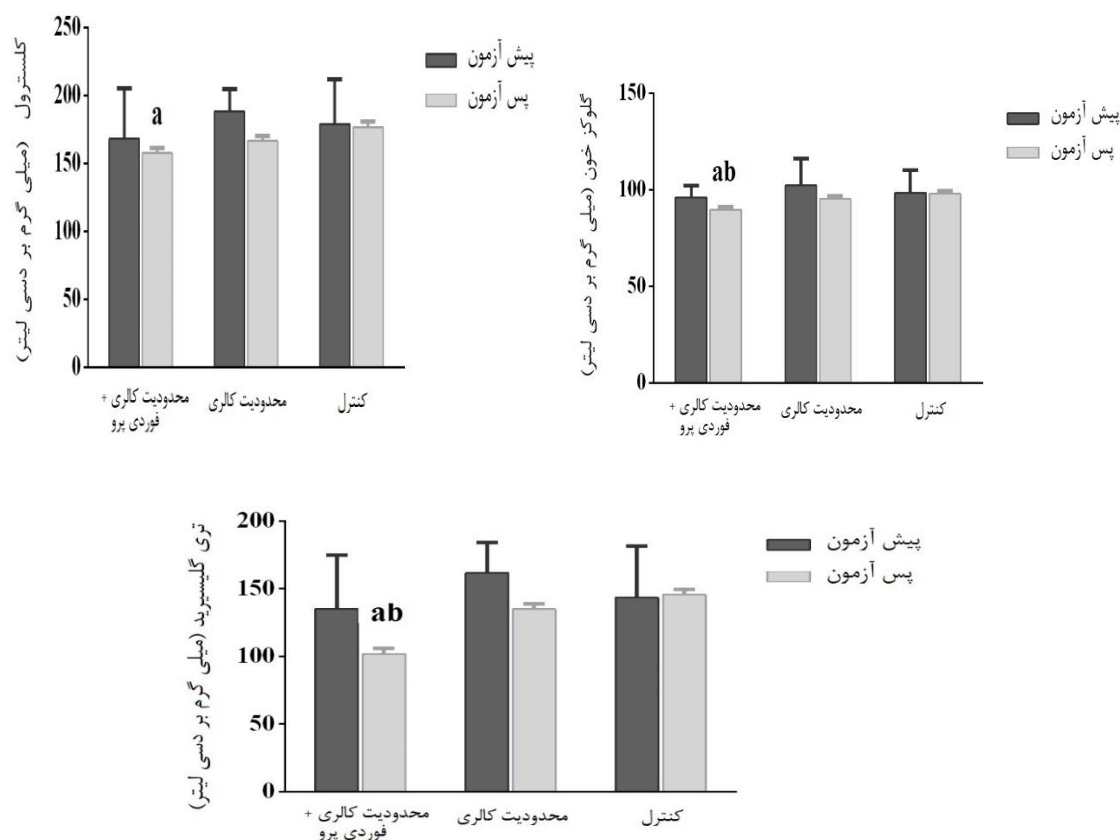
b اختلاف معنی‌دار با گروه محدودیت کالری ($p < 0.05$).

شکل ۱: نتایج آزمون بونفرونی جهت مقایسه ترکیب بدنی در گروه‌ها در پس‌آزمون

گلوکز خون فقط در گروه محدودیت کالری به همراه تمرینات فوردی پرو کاهش یافت. در واقع محدودیت کالری به همراه تمرینات فوردی پرو منجر به کاهش میزان گلوکز خون زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید نسبت به گروه کنترل ($P < 0.001$) و گروه محدودیت کالری ($P = 0.041$) شد. محدودیت کالری به تنهایی در کاهش میزان گلوکز خون زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید مؤثر نبود (شکل ۲).

کلسترول خون زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید فقط در گروه محدودیت کالری به همراه تمرینات فوردی پرو کاهش یافت ($P = 0.005$) (شکل ۲).

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که محدودیت کالری به همراه تمرینات فوردی پرو می تواند منجر به کاهش تری گلیسیرید زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید نسبت به گروه کنترل و محدودیت کالری شود ($P < 0.001$)، ولی محدودیت کالری به تنهایی تأثیری در کاهش تری گلیسیرید زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به کم کاری تیروئید ندارد.



a اختلاف معنی دار با گروه کنترل ($p < 0.05$).

b اختلاف معنی دار با گروه محدودیت کالری ($p < 0.05$).

شکل ۲: نتایج آزمون بونفرونی جهت مقایسه گروه ها در پس آزمون

نتایج

کم کاری تیروئید به عنوان یک اختلال شایع هورمونی، اغلب با چاقی، اختلال در پروفایل لیپیدی و هایپرگلیسمی همراه است. این عوامل، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهند. از این رو، یافتن راهکارهای غیردارویی مؤثر برای مدیریت این عوارض از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته محدودیت کالری به تنهایی و در ترکیب با تمرینات فوردی پرو بر ترکیب بدن، گلوکز خون و نیمرخ لیپیدی در زنان چاق و دارای اضافه‌وزن مبتلا به کم کاری تیروئید بود.

یافته‌های این مطالعه نشان داد که هر دو مداخله «محدودیت کالری» و «محدودیت کالری به همراه تمرینات فوردی پرو» به طور معنی داری منجر به کاهش وزن، دور کمر و توده چربی بدن (BFM) شدند. این نتایج با نتایج برخی مطالعات پیشین همسو می باشد. سویملی و سانری* (۲۰۱۷) تأثیر ۴ هفته تمرینات کاردیو-مقاومتی را بر خصوصیات بدنی ۴۰ زن ۲۵ تا ۴۱ ساله انجام دادند. یافته‌ها نشان داد که وزن، درصد چربی، BMI، دور کمر کاهش معنی داری یافت که همسو با مطالعه حاضر می باشد همچنین دور باسن و WHR نیز در زنان بطور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت که در مغایرت با مطالعه حاضر می باشد. نتیجه‌گیری شد که میزان تأثیر تمرین بستگی به مدت و شدت برنامه تمرین دارد (۱۶). کاکماکی† (۲۰۱۲) به بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی بر کاهش وزن و پارامترهای ترکیب بدن در زنان کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن پرداخت. نتایج نشان داد که برنامه تمرینات مقاومتی بر کاهش وزن، درصد چربی، BMI و پارامترهای ترکیب بدن نقش دارد (۱۷). رژیم غذایی یکی از مهمترین روش های کاهش وزن می باشد که بیشتر در ترکیب با ورزش برای بهبود ترکیب بدنی استفاده می شود. در مطالعه ردمان و همکاران (۲۰۰۷) هر دو گروه محدودیت کالری (۲۵٪ کسر کالری) و گروه محدودیت کالری به همراه ورزش (۱۲/۵ درصد کسر کالری با رژیم غذایی و ۱۲/۵ کاهش کالری با تمرین) بعد از ۶ ماه باعث کاهش وزن بدن، توده چربی، چربی احشایی در افراد با اضافه وزن شدند که همسو با مطالعه حاضر است. اما بین دو گروه تفاوتی در ترکیب بدنی مشاهده نشد (۱۸). در مطالعه بهزادی مقدم و همکاران (۱۳۹۶) در هر دو گروه تمرین مقاومتی از نوع کار با کش ورزشی و گروه رژیم غذایی کم کالری (کسر ۵۰۰ کیلوکالری از انرژی دریافتی روزانه) وزن بدن کاهش یافت اما میزان کاهش وزن در گروه رژیم کم کالری بیشتر از گروه تمرین بود. درصد چربی در هر دو گروه به میزان مشابهی کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها دیده نشد (۱۹). نتایج مطالعات متناقض می باشد. تمرین بدنی و رژیم محدودیت کالری دو روش رایج کاهش وزن هستند. در رژیم غذایی محدودیت کالری، کسر کالری باعث می شود انرژی مصرفی از دریافتی بیشتر شود و کاهش وزن و چربی صورت گیرد. مقدار کسر کالری در تأثیرگذاری بر ترکیب بدنی مهم می باشد. همچنین تأثیر ورزش بر میزان بهبود ترکیب بدنی به شدت، مدت تمرین، نوع تمرینات بستگی دارد. ماهیت تمرینات فوردی پرو ترکیبی (هوازی-مقاومتی) می باشد سیستم هوازی و بی‌هوازی، مصرف انرژی را هم در حین فعالیت و هم پس از آن از طریق اثر EPOC به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند (Gharavi, 2019). در طول دوره EPOC، متابولیسم بدن برای بازگرداندن ذخایر انرژی، ترمیم بافت عضلانی و بازگشت به هموستاز اولیه، همچنان بالا می‌ماند که به سوختن چربی بیشتر منجر می‌شود (LaForgia et al., 2006). از سوی دیگر، تمرینات مقاومتی موجود در این پروتکل، با القای هیپرتروفی

* Sevimli and Sanri

† Cakmakci

فیبرهای عضلانی اسکلتی، باعث حفظ یا افزایش توده بدون چربی (عضله) می‌شوند. از آنجا که بافت عضلانی متابولیسم بالاتری نسبت به بافت چربی دارد، این امر منجر به افزایش متابولیسم پایه و تسهیل بیشتر کاهش چربی در طول زمان می‌شود (Zamanpour et al., 2016). این نکته به ویژه در بیماران کم‌کاری تیروئید که BMR پایینی دارند، حیاتی است. علاوه بر این، فعالیت بدنی منظم می‌تواند با بهبود خلق و خو و کاهش سطح استرس، پایداری به رژیم غذایی را افزایش دهد که این خود یک عامل غیرمستقیم در موفقیت برنامه کاهش وزن است (Aladro-Gonzalvo et al., 2012). همچنین در این مطالعه کاهش توده چربی در گروه ترکیبی (رژیم + ورزش) در مقایسه با گروه محدودیت کالری بیشتر بود که علت آن تأثیر دو روش کاهش وزن در مقابل یک روش می‌باشد. عدم تغییر بقیه متغیرهای تحقیق شامل توده عضلانی و نسبت دور کمر به دور باسن مربوط به مدت مطالعه و تعداد جلسات تمرین می‌باشد. از نکات مثبت مطالعه توده عضلانی در گروه‌های مداخله کاهش معنی داری نیافت.

یکی از یافته‌های کلیدی این پژوهش، کاهش معنی دار قند خون ناشتا تنها در گروهی بود که تمرینات فوردی پرو را همراه محدودیت کالری انجام داده بودند. محدودیت کالری تأثیری در کاهش قند خون نداشت. این نتیجه نشان می‌دهد که برای بهبود کنترل گلیسمی در این جمعیت خاص، فعالیت بدنی یک جزء ضروری و غیرقابل حذف است. بهرامی و صارمی (۱۳۹۰) اثر ۱۲ هفته محدودیت کالری (کسر ۵۰۰ کالری از انرژی روزانه) را به تنهایی و در ترکیب با تمرین هوازی بر ترکیب بدنی، نیمرخ چربی خون، مقاومت به انسولین در مردان میان‌سال چاق/اضافه‌وزن را بررسی کردند. در هر دو گروه محدودیت کالری، و محدودیت کالری+تمرین هوازی گلوکز خون و شاخص مقاومت به انسولین کاهش یافت (۱۳). کم‌کاری تیروئید حتی در فرم تحت بالینی، با اختلال در سیگنالینگ ریسپتور انسولین و افزایش مقاومت به انسولین همراه است (20). ورزش، به ویژه تمرینات ترکیبی، یکی از قوی‌ترین محرک‌ها برای بهبود حساسیت به انسولین است. انقباض عضلانی به خودی خود، از طریق مسیرهای مستقل از انسولین کیسه‌های حاوی پروتئین‌های ناقل گلوکز (GLUT4) به غشای سلول را تحریک می‌کند و به گلوکز اجازه می‌دهد حتی در شرایط مقاومت به انسولین وارد سلول شود (۲۱، ۲۲). این اثر تقریباً مستقل از کاهش وزن است، اگرچه کاهش وزن ناشی از مداخله، این اثر را تقویت می‌کند. بنابراین، ترکیب رژیم و ورزش یک استراتژی دو جانبه برای مبارزه با هایپرگلیسمی است. همانطور که اشاره شد کاهش وزن یکی دیگر از عوامل کاهش قند خون می‌باشد. ورزش با کاهش وزن، چربی و نشانگرهای التهابی موجب افزایش حساسیت انسولینی می‌شود (۲۳). کولبرگ* و همکاران (۲۰۱۰) بیان داشتند که ورزش سبب کاهش چربی سمت بالای بدن می‌شود که با هایپرانسولینی ارتباط داشته و سبب کاهش مقاومت به انسولین می‌شود. از دست دادن چربی احشایی یکی از مزایای دیگر ورزش کردن است، که در کاهش قند خون موثر است (۲۴). همچنین گلیکوژن عضله در زمان انجام فعالیت ورزشی، منبع سوخت مهمی محسوب می‌شود، تخلیه این منبع در حین فعالیت و دوباره ساخته شدن آن پس از فعالیت با بهبود تحمل گلوکز و افزایش حساسیت به انسولین همراه است (۲۵). عدم کاهش قند خون در گروه محدودیت کالری در مطالعه حاضر می‌تواند مربوط به کاهش نه چندان زیاد وزن و چربی بدن بیماران باشد.

در مورد شاخص‌های چربی خون، مداخله ترکیبی (رژیم + فوردی پرو) به طور معنی داری منجر به کاهش کلسترول تام (TC) و تری‌گلیسیرید (TG) شد اما LDL و HDL تغییری نکردند. محدودیت کالری هیچ تأثیر بر پارمترهای چربی خون نداشت. در مطالعه بهرامی و صارمی (۱۳۹۰) ۱۲ هفته محدودیت کالری (کسر ۵۰۰ کالری از انرژی روزانه) به همراه

* Colberg

تمرین هوازی علاوه بر بهبود ترکیب بدنی (کاهش وزن، BMI و چربی احشایی) باعث کاهش کلسترول کل، LDL، تری گلیسرید در مردان میانسال چاق و دارای اضافه وزن شد اما HDL تغییری نکرد. در گروه محدودیت کالری به تنهایی قاکتورهای لیپیدی هیچ تغییری نکردند (۱۳)، که مشابه با نتیجه تحقیق حاضر است. در مطالعه رضایی پور و همکاران (۱۳۹۶) در هر دو گروه محدودیت کالری و محدودیت کالری به همراه ورزش، وزن بدن، کلسترول کل، LDL کاهش معنی داری بعد از ۳ ماه مداخله در مردان مسن چاق و دارای اضافه وزن نشان داد. همچنین HDL افزایش یافت (۲۶). در مطالعه رضوانی و همکاران (۱۳۹۵) با موضوع بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی هم‌زمان با رژیم غذایی کم‌کالری بر ترکیب بدنی و نیمرخ لیپیدی زنان یائسه نیز کاهش معنی‌داری در وزن بدن و نیمرخ لیپیدی سرم مشاهده شد (۱۹).

عدم مشاهده تغییر معنادار در LDL-C و HDL-C اگرچه در نگاه اول ناامیدکننده به نظر می‌رسد، اما از منظر فیزیولوژی پدیده غیرمنتظره‌ای نیست. اولاً، نیمه‌عمر LDL در پلاسما نسبتاً طولانی (۳-۴ روز) است و تغییرات آن در پاسخ به مداخلات سبک زندگی اغلب کند و تدریجی است (۲۷). ثانیاً، و مهم‌تر، کم‌کاری تیروئید مستقیماً بر متابولیسم LDL تأثیر می‌گذارد. هورمون تیروئید بر بیان و فعالیت رسته‌های LDL در کبد نظارت دارد. در حالت کم‌کاری، تعداد و فعالیت این رسته‌ها کاهش یافته و در نتیجه پاکسازی LDL از جریان خون به کندی صورت می‌گیرد (۲۸). به نظر می‌رسد اثر کاهنده‌ی قوی مداخله ترکیبی بر تری‌گلیسیرید (که نیمه‌عمر کوتاه‌تری دارد و سریع‌تر به مداخلات ورزشی پاسخ می‌دهد) نشان‌دهنده تأثیر مثبت این مداخله است، اما برای غلبه بر اختلال فیزیولوژیک ریشه‌ای در پاکسازی LDL، ممکن است به مدت زمان طولانی‌تر مداخله و یا کنترل دارویی قوی‌تر سطوح TSH نیاز باشد. در مورد HDL، ورزش معمولاً باعث افزایش ملایم آن می‌شود، اما عوامل دیگری مانند ترکیب رژیم غذایی (مثلاً نوع چربی مصرفی) و زمینه ژنتیکی نیز در سطح آن بسیار تأثیرگذارند. عدم تغییر متغیرهای لیپیدی در گروه محدودیت کالری در مطالعه حاضر می‌تواند مربوط به مدت مطالعه و سطح پایه متغیرها باشد.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به حجم نمونه نسبتاً کم، کوتاه بودن دوره مداخله، عدم کنترل دقیق فاز سیکل قاعدگی در زمان اندازه‌گیری‌ها اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی با دوره‌های مداخله طولانی‌تر، حجم نمونه بزرگ‌تر و در نظر گرفتن معیارهای دقیق‌تر برای کنترل بیماری تیروئید، به بررسی این موضوع پرداخته شود. همچنین، بررسی تأثیر این مداخله بر شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو می‌تواند به درک بهتر مکانیسم‌های عمل کمک کند.

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، یافته‌های این تحقیق مؤید این امر است که یک برنامه ترکیبی شامل «محدودیت کالری ملایم» و «تمرینات فوردی پرو» به عنوان یک استراتژی غیردارویی، می‌تواند برای بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی، کنترل گلیسمی و تعدیل بخشی از نیمرخ لیپیدی در زنان چاق مبتلا به کم‌کاری تیروئید بسیار مؤثرتر از رژیم غذایی به تنهایی باشد.

تشکر و قدردانی

از شرکت کنندگان در این مطالعه کمال تشکر را داریم.

منابع

۱. Mohammadi G, Eskandari Z. Comparison of Chinese Acupressure with Traditional Iranian Medicine Along with Aerobic Exercise on Weight Loss and Serum Lipid Factors in Obese and Overweight Women. Asian Journal of Sports Medicine. 2022;13.(۴)
۲. Khairandish R, Ranjbar R, Habibi A. Effects of pilates training on body composition, lipid profile and some physical fitness parameters in sedentary obese women. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2018;17(1):49-61.
۳. Bansal SK, Suri A, Suryan V, Singh NK, Barman S. Level of non-conventional lipid parameters and its comparative analysis with TSH in subclinical hypothyroidism. Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation. 2022.
۴. Fathizadeh M, Valipour-Dehnou V, Fathi M. The effect of 5 month aerobic exercise training on serum lipid profile in women with subclinical hypothyroidism. KAUMS Journal (FEYZ). 2019;23(5):503-10.
۵. Fathi M, Mosaferi Ziaaldini M, Khairabadi S, Hejazi K. Effect of Aerobic Exercise on Thyroid Hormones and Quality of Life in Obese Postmenopausal Women. Medical Laboratory Journal. 2018;12(6):5-11.
۶. Park H-Y, Lim K. The effects of aerobic exercise at hypoxic condition during 6 weeks on body composition, blood pressure, arterial stiffness, and blood lipid level in obese women. Int J Sports Sci Med. 2017;1:1-5.
۷. Ghannadiasl F, Mahdavi R. The Effects of Balanced Low Calorie Diet on Weight Loss and Insulin Resistance among Obese Women in Ardabil City. Journal of Ardabil University of Medical Sciences. 2016;16(2):124-34.
۸. Berry R, Kassavou A, Sutton S. Does self-monitoring diet and physical activity behaviors using digital technology support adults with obesity or overweight to lose weight? A systematic literature review with meta-analysis. Obesity Reviews. 2021;22(10):e13306.
۹. Burke LM, Slater GJ, Matthews JJ, Langan-Evans C, Horswill CA. ACSM expert consensus statement on weight loss in weight-category sports. Current sports medicine reports. 2021;20(4):199-217.
۱۰. Rahmani Nia F, Mohebi H. The effect of local abdominal muscle training program on changes in body composition and serum lipids of male students. 2000;19(19):421.
۱۱. Germain AM, Blackmore AM, Gibson N, Newell B, Williams SA. Effects of adaptive Bungee fitness for children with cerebral palsy: a Single-Subject study. Pediatric Physical Therapy. 2019;31(2):165-74.
۱۲. Ashwini S, Bobby Z, Joseph M. Mild hypothyroidism improves glucose tolerance in experimental type 2 diabetes. Chemico-Biological Interactions. 2015;235:47-55.
۱۳. 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. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2011;14(3):11-9.

۱۴. Hansen D, Dendale P, Berger J, van Loon LJ, Meeusen R. The effects of exercise training on fat-mass loss in obese patients during energy intake restriction. *Sports Medicine*. 2007;37(1):31-46.
۱۵. Akasheh RT, Kroeger CM, Trepanowski JF, Gabel K, Hoddy KK, Kalam F, et al. Weight loss efficacy of alternate day fasting versus daily calorie restriction in subjects with subclinical hypothyroidism: a secondary analysis. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2020;45(3):340-3.
۱۶. Sevimli D, Sanri M. Effects of Cardio-Pilates Exercise Program on Physical Characteristics of Females. *Universal Journal of Educational Research*. 2017;5(4):677-80.
۱۷. Cakmakçi E. The effect of 10 week Pilates mat exercise on weight loss and body composition for overweight Turkish women. *World Appl Sci J*. 2012;19(3):431-8.
۱۸. Redman LM, Heilbronn LK, Martin CK, Alfonso A, Smith SR, Ravussin E, et al. Effect of calorie restriction with or without exercise on body composition and fat distribution. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. ۷۲-۸۶۵:(۳)۹۲;۲۰۰۷.
۱۹. Behzadimoghdam M, Galedari M, Motalebi L. The effect of eight weeks resistance training and low-calorie diet on plasma levels of liver enzymes and liver fat in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD). *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2018;12(4):25-32.
۲۰. Maratou E, Hadjidakis DJ, Kollias A, Tsegka K, Peppas M, Alevizaki M, et al. Studies of insulin resistance in patients with clinical and subclinical hypothyroidism. *European journal of endocrinology*. 2009.۹۰-۷۸۵:(۵)۱۶۰;
۲۱. Gallagher PM, Touchberry CD, Teson K, McCabe E, Tehel M, Wacker MJ. Effects of an acute bout of resistance exercise on fiber-type specific GLUT4 and IGF-1R expression. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2013;38(5):581-6.
۲۲. Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiological reviews*. 2013.
۲۳. Oberbach A, Lehmann S, Kirsch K, Krist J, Sonnabend M, Linke A, et al. Long-term exercise training decreases interleukin-6 (IL-6) serum levels in subjects with impaired glucose tolerance: effect of the- 174G/C variant in IL-6 gene. *European Journal of Endocrinology*. 2008;159(2):129-36.
۲۴. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes care*. 2010;33(12):e147-e67.
۲۵. Praet SF, Van Loon LJ. Optimizing the therapeutic benefits of exercise in type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*. 2007;103(4):1113-20.
۲۶. Rezaei-pour M, Apanasenko GL, Nychyporuk VI. Investigating the effects of negative-calorie diet compared with low-calorie diet under exercise conditions on weight loss and lipid profile in overweight/obese middle-aged and older men. *Turkish journal of medical sciences*. 2014;44(5):792-8.
۲۷. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports medicine*. 2014;44(2):211-21.
۲۸. Rizos CV, Elisaf MS, Liberopoulos EN. Effects of thyroid dysfunction on lipid profile. *Open Cardiovasc Med J*. 2011;5:76-84.

The Effect of a Calorie-Restricted Diet Combined with 4Dpro Exercise on Lipid Profile, Blood Glucose, and Body Composition in Obese and Overweight Women with Hypothyroidism

Zohreh Ghasemi¹, Mohammad Reza Zaeimzadeh¹, Mostafa Soltani², Zohreh Eskandari², Reyhaneh Zarbaf³

1. Master of Sports Nutrition, Department of Physical Education and sports sciences, Faculty of Social Sciences, Raja University, Qazvin, Iran
2. Assistant Professor, Department of Sports Nutrition, Faculty of Social Sciences, Raja University, Qazvin, Iran
3. Assistant Professor, Department of Physical Education, Farhangian University, Qazvin, Iran

Abstract

Objectives: A reduced metabolic rate in patients with hypothyroidism is associated with weight gain, elevated blood glucose, and alterations in the lipid profile. Therefore, this study aimed to investigate the effect of a calorie-restricted diet combined with 4Dpro exercise on body composition, blood glucose, and lipid profile in obese and overweight women with hypothyroidism. **Methods:** This quasi-experimental applied study selected 34 women aged 18 to 50 years with hypothyroidism and a body mass index above 25 from Qazvin, based on the inclusion criteria. Participants were randomly assigned to one of three groups: 1) calorie-restricted diet, 2) 4Dpro exercise combined with a calorie-restricted diet, and 3) a control group. The 4Dpro exercise protocol was conducted for 8 weeks, three sessions per week. A nutritionist reduced the daily caloric intake of the subjects in the calorie-restricted groups by 700 kcal. Body composition was measured using the InBody device, while blood glucose and lipid profile were assessed from blood samples. Data were analyzed using ANCOVA and Bonferroni post hoc tests at a significance level of $\alpha \leq 0.05$. **Results:** The results showed that a period of calorie-restricted diet combined with 4Dpro exercise led to significant improvements in body composition (weight, waist circumference, and fat mass), blood glucose levels, and lipid profile (cholesterol and triglycerides) in obese and overweight women with hypothyroidism ($P < 0.05$). The combined intervention (diet and exercise) was more effective than calorie restriction alone in reducing body fat ($P < 0.05$). Calorie restriction alone was effective in improving body composition ($P < 0.05$) but had no significant effect on blood glucose and lipid profile in these patients. **Conclusion:** An eight-week program of a calorie-restricted diet combined with 4Dpro exercise resulted in improvements in body composition, blood glucose levels, and lipid profile in obese and overweight women with hypothyroidism.

Keywords: Calorie restriction, Hypothyroidism, 4Dpro exercise, Body composition, Blood glucose, Lipid profile