اثر تمرینات هوازی همراه با مکمل یاری کلرلا بر مقاومت به انسولین و سطح سرمی گرلین زنان چاق

مریم اسماعیلی[۱]، دکتر بهرام عابدی[۲*]، دکتر فضل‌الله فتح‌الهی شورابه[۳]

۱. کارشناس ارشد گروه تربیت بدنی، واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی، محلات، ایران.
۲. دانشیار گروه تربیت بدنی، واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی، محلات، ایران.
۳. استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۷/۱۰/۰۹

خلاصه

مقدمه: چاقی و اضافه وزن با بسیاری از بیماری‌ها ارتباط دارند. اثرات تمرین منظم یا کلرلا نیز هر یک به‌طور مجزا بر کنترل بیماری‌ها تأیید شده است. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر تمرینات هوازی همراه با مکمل یاری کلرلا بر مقاومت به انسولین و سطح سرمی گرلین زنان چاق غیرفعال انجام شد.

روش‌کار: این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی دوسوکور در سال ۱۳۹۶ بر روی ۳۲ زن چاق در شهرستان محلات انجام شد. افراد به‌طور تصادفی و مساوی در چهار گروه تمرین، مکمل کلرلا، تمرین+ مکمل و کنترل قرار گرفتند. مداخلات به‌مدت هشت هفته انجام شد. مصرف کلرلا، روزانه چهار عدد به شکل قرص مکمل ۳۰۰ میلی‌گرمی بود. برنامه تمرینی شامل دویدن روی نوارگردان با ۶۵٪ ضربان قلب بیشینه به‌مدت ۱۶ دقیقه در هفته اول بود که در هفته هشتم به ۳۰ دقیقه با ۸۰٪ ضربان قلب بیشینه رسید. دو روز قبل و بعد از پایان مداخلات، به منظور اندازه‌گیری گرلین، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولین، از هر چهار گروه در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه خونی اخذ گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) و آزمون تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین تنها در دو گروه تمرین+کلرلا و تمرین در مقایسه با دو گروه دیگر به‌طور معناداری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$)، اما بین دو گروه تفاوت معنی‌دار نبود. میزان و الگوی تغییرات گرلین سرم در چهار گروه تفاوت معناداری نداشت ($p>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: تمرینات هوازی منجر به کاهش مقاومت به انسولین زنان چاق می‌شود، اما اثر معناداری بر سطح سرمی گرلین ندارد. از طرف دیگر مصرف مکمل کلرلا اثر معناداری را بر هیچ‌کدام از متغیرها نشان نداد و افزودن آن به تمرین هوازی نیز اثر تمرین را بیشتر نکرد.

کلمات کلیدی: تمرین هوازی، چاقی، کلرلا، گرلین، مقاومت به انسولین

* **نویسنده مسئول مکاتبات:** دکتر بهرام عابدی؛ واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی، محلات، ایران. **تلفن:** ۴۳۲۵۷۵۵۴-۰۸۶؛ **پست الکترونیک:** abedi@iaumahallat.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر، تغییرات در شیوه زندگی باعث شده تا جوامع مختلف با طیف جدیدی از اختلالات تغذیه‌ای و اضافه وزن و چاقی مواجه شوند؛ به‌طوری‌که امروزه چاقی و اضافه وزن، بزرگ‌ترین معضل سلامتی در دنیای صنعتی و مدرن محسوب می‌شود. گزارش‌ها نشان می‌دهد بیش از ۱/۵ میلیارد نفر در جهان دارای اضافه وزن و ۴۰۰ میلیون نفر به بیماری چاقی مبتلا هستند (۱). در واقع چاقی را می‌توان سندرم دنیای جدید معرفی کرد. چاقی با بسیاری از مشکلات سلامتی از جمله دیابت، فشارخون، بیماری‌های شریان کرونر قلبی و استئوآرتریت مرتبط می‌باشد (۲). علت اصلی چاقی، کاهش کالری مصرفی نسبت به کالری دریافتی است که این امر مربوط به غذاهای دریافتی می‌باشد. نشان داده شده است که رفتار دریافت غذا و تنظیم وزن توسط مولکول‌های میانجی و مسیرهای تنظیمی در مغز تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۳). در سال ۱۹۹۹، پپتیدی از عصاره مخاط معده موش صحرایی جدا شد که کوجی ما و همکاران (۲۰۰۱)، آن را گرلین نامیدند (۴). با کشف گرلین و اثبات اشتهاآوری آن، نقش دستگاه گوارش نیز در تعادل انرژی پررنگ، و معده به‌عنوان یک اندام مؤثر در تعادل انرژی شناخته شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که گرلین به شرایط انرژی منفی حساس است و نقش قابل توجهی در تعادل کوتاه‌مدت و بلندمدت انرژی و هموستاز گلوکز ایفا می‌کند. بیان ژن گرلین هنگام ناشتایی افزایش و هنگام سیری کاهش می‌یابد (۴). گرلین از راه گردش خون بر مرکز سیری و گرسنگی در هیپوتالاموس اثر گذاشته و دریافت غذا و اکتساب وزن را تحریک می‌کند. از عوامل مؤثر بر گرلین می‌توان به فعالیت بدنی و تمرین ورزشی اشاره کرد. فعالیت بدنی و تمرین ورزشی با ایجاد تغییرات متابولیک و از طریق برهم زدن شارژ انرژی سلول، تقاضای سلول را جهت تأمین انرژی مورد نیاز برای ادامه حیات افزایش می‌دهد. در واقع تمرین ورزشی ممکن است موجب تعادل منفی انرژی و در نتیجه منجر به تغییر در سطوح پلاسمایی گرلین شود (۵). در این میان، با توجه به گزارش‌های ناهمسو در مورد اثر ورزش بر مقادیر گرلین در پژوهش‌های پیشین، تصور دقیقی از تنظیم اشتها ارائه نشده است. با این حال با بررسی‌های هورمونی و متابولیکی، هنوز پرسش‌های فراوانی درباره ساختار تغییرات گرلین به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر تعادل انرژی و اثر انجام تمرین‌ها در آن سطوح وجود دارد (۶). درحالی‌که برخی پژوهش‌ها تغییر گرلین متعاقب تمرینات هوازی را گزارش نکرده‌اند (۷، ۸). از یک سو، فعالیت ورزشی، سلامت افراد چاق را بهبود می‌بخشد و با کاهش وزن همراه است. از سوی دیگر، هورمون گرلین با چاقی رابطه دارد (۹). هرچند بررسی‌ها نشان می‌دهد که تمرین‌های ورزشی و فعالیت بدنی با شدت متوسط و بالا و (همراه با ناشتایی) به تحلیل انرژی سلولی، بافتی و غلبه تعادل انرژی به سمت منفی منجر می‌شود (۱۰، ۱۱)، با این وجود به‌نظر می‌رسد که پاسخ گرلین به تمرین‌های مختلف بدنی (کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت) با روش‌های مختلف تمرینی متفاوت باشد.

از طرف دیگر نقش مداخلات تغذیه‌ای در کنار برنامه‌های تمرینی بسیار اهمیت دارد. اگر برنامه‌های ورزشی همراه با مداخلات تغذیه‌ای باشد، تأثیرات مطلوب‌تری را خواهند گذاشت. در همین راستا، اخیراً توجه زیادی به گیاهان دارویی به‌دلیل طبیعی بودن و نداشتن عوارض آنها شده است. در این میان، میکروجلبک‌ها منابع باارزشی از عوامل پری‌بیوتیک می‌باشند (۱۲). کلرلا[1] نوعی جلبک سبز تک سلولی، منبع خوبی از پروتئین، ویتامین‌های محلول در چربی، کولین، فیبر و مواد معدنی ضروری بوده و امروزه به‌عنوان یکی از غذاهای فراویژه در کل جهان شناخته می‌شود. کلرلا ولگاریس[2] که ارزش تغذیه‌ای آن در بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ شناسایی شده است (۱۳)، به‌عنوان منبع ارتقاء دهنده سلامت در انواع مختلفی از اختلالات نظیر زخم معده، یبوست، آنمی، اختلالات چربی خون، آترواسکلروز، کاهش قندخون و فشارخون می‌باشد. اثرات هیپولیپیدمی کلرلا را احتمالاً می‌توان به محتوای بالای فیبر (۱۳/۱۰۰ گرم) گلیکولیپید و

[1] Chlorella
[2] C.vulgaris

Archive of SID

www.SID.ir

فسفولیپید موجود در آن نسبت داد (۱۴). فیبر به چربی غذایی و اسیدهای صفراوی در روده متصل شده و سبب دفع آنها در مدفوع می‌شود. از سوی دیگر کلرلا با بهبود مقاومت انسولینی، کاهش لیپولیز و متعاقب آن با کاهش اسیدهای چرب آزاد، سبب کاهش تری‌گلیسیرید می‌شود (۱۵). با این حال، هنوز مطالعه‌ای تأثیر ترکیب تمرین هوازی همراه با مصرف مکمل کلرلا را مورد بررسی قرار نداده است و ابهامات زیادی در خصوص اثرات هم‌افزایی این دو متغیر وجود دارد. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین هوازی همراه با یک دوره مکمل‌گیری کلرلا بر مقاومت به انسولین و سطوح سرمی گرلین زنان چاق انجام شد.

روش‌کار

این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی دوسوکور در سال ۱۳۹۶ بر روی ۳۲ زن چاق در شهرستان محلات انجام شد. مطالعه حاضر به صورت دوسوکور انجام شد؛ بدین‌صورت که قرص حاوی مکمل عصاره کلرلا از نظر ظاهری کاملاً مشابه قرص‌های دارونما بود و شرکت‌کنندگان پژوهش در گروه‌های مورد بررسی، نمی‌دانستند که قرص مصرفی آنها حاوی ماده کلرلا و یا پلاسبو است. همچنین فرد مسئول انجام آزمایش‌ها، فردی واحد بود و از این‌که هر یک از شرکت‌کنندگان پژوهش در کدام گروه مورد بررسی طبقه‌بندی شده‌اند، اطلاعی نداشت. بعد از اعلان فراخوان عمومی و اطلاع‌رسانی در سطح شهر، تعداد ۳۵ نفر داوطلب شرکت در پژوهش شدند که در نهایت ۳۲ نفر از افراد در دسترس با دامنه سنی ۴۵-۳۰ سال و شاخص توده بدنی برابر با ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع و بالاتر که واجد شرایط ورود به مطالعه بودند، انتخاب و پس از کسب مجوز کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی محلات (با کد ۲۰۰۲۱۴۰۴۹۴۲۰۱۴)، در یک جلسه معارفه جهت آشنایی با اهداف و روش‌های تحقیق شرکت کردند، سپس به‌شیوه قانون تخصیص تصادفی ساده (به‌طوری‌که هر یک از شرکت‌کنندگان از شانس برابر جهت قرار گرفتن در هر یک از گروه‌ها برخوردار بودند) در ۴ گروه ۸ نفره تمرین هوازی، مصرف مکمل کلرلا، تمرین هوازی+ مکمل کلرلا و کنترل قرار گرفتند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: نداشتن دوره‌های قاعدگی نامنظم، عدم نیاز به مصرف داروی مسکن همراه با محدودیت فعالیت‌های روزانه، عدم شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم و فاقد هرگونه بیماری‌های مزمن بر اساس پرسشنامه سلامت زنان بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل: سابقه مصرف الکل، دیس‌لیپیدمی‌هایی که دارو مصرف می‌کنند، بارداری و شیردهی، سابقه ابتلاء به فشارخون بالا، بیماری ریوی، بیماری کلیوی، انجام پیوند کبد، ابتلاء به سایر بیماری‌ها و اختلالات مزمن که موجب ارتشاح چربی در کبد می‌شوند (نظیر دیابت، هپاتیت B و C)، مصرف برخی داروها مانند: تاموکسیفن، کنترل کننده‌های فشارخون، استاتین‌ها، افزاینده‌های حساسیت انسولینی، داروهای هپاتوتوکسیک، قرص‌های ضدبارداری و استروژن و شرکت در فعالیت منظم ورزشی طی ۶ ماه گذشته بود. لازم به ذکر است حجم نمونه در مطالعه حاضر با توجه به فرمول کوکران، ۳۲ نفر محاسبه شد. بعد از اخذ رضایت‌نامه و توجیه شرکت‌کنندگان از مراحل انجام پژوهش، گروه‌های آزمون در مدت پژوهش به اجرای تمرینات ورزشی و مصرف مکمل یا دارونما پرداخته، در حالی که از گروه کنترل خواسته شد بدون انجام فعالیت بدنی و مصرف مکمل، به انجام فعالیت‌های معمولی و روزانه خود بپردازند. ۳ روز قبل از شروع فعالیت ورزشی، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک و فیزیولوژیک انجام شد. پژوهشگر با همگن‌سازی آزمودنی‌ها (به جز موارد وراثتی) احتمال تأثیرپذیری متغیر وابسته از متغیرهای مخل را تا حد امکان کاهش داد.

یک هفته قبل از شروع تمرینات، ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها نظیر سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی اندازه‌گیری شد. سپس ۴۸ ساعت قبل از شروع تمرینات، افراد در جلسه نمونه‌گیری حاضر شده و از چهار گروه در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه خونی گرفته شد. بعد از آن، مداخلات به مدت ۸ هفته انجام شد. در این ۸ هفته، گروه تمرین هوازی به تمرینات هوازی پرداختند، گروه مکمل کلرلا روزانه مکمل کلرلا

Archive of SID

www.SID.ir

دریافت کردند، گروه تمرین هوازی+ مکمل هر دو مداخله (تمرین هوازی و مکمل کلرلا) را با هم دریافت کردند و گروه کنترل بدون شرکت در فعالیت ورزشی منظم و مصرف مکمل خاصی، به انجام کارهای روزمره و زندگی عادی پرداختند. ۲ روز بعد از پایان تمرینات، شرکت‌کنندگان در نمونه‌گیری دوم حاضر شدند و از هر چهار گروه در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه خونی اخذ گردید. برای هر نمونه، سطوح گرلین، گلوکز و انسولین اندازه‌گیری و مقاومت به انسولین محاسبه شد. قبل و بعد از تمرینات و در روز خون‌گیری، وزن و شاخص توده بدنی افراد نیز اندازه‌گیری شد. کنترل دقیق تغذیه امکان‌پذیر نبود و جهت کنترل تغذیه از پرسشنامه یادآمد تغذیه ۲۴ ساعته استفاده شد.

نمونه‌گیری خونی بدین‌صورت بود که آزمودنی در یک وضعیت ثابت و نشسته قرار گرفته و از ورید میانی (باسلیک) با سرنگ ۵ سی‌سی، خون‌گیری به‌عمل آمد. نمونه‌های جمع‌آوری شده داخل لوله‌های استریل حاوی K3EDTR ریخته می‌شد. لوله‌های هپارینه و EDTR درون یخ قرار گرفت و سپس تا چند دقیقه در دمای محیط باقی ماند. سپس توسط سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ RPM سرم از پلاسما جدا شد. تمام نمونه‌های خونی به‌صورت فریز شده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به آزمایشگاه نگهداری و در آنجا نیز با دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد فریز شدند. گرلین به شیوه الایزا و با کیت Biovendor اندازه‌گیری شد. گلوکز به روش رنگ‌سنجی توربیدومتری با استفاده از کیت شرکت elitech ساخت کشور ایتالیا به‌دست آمد. انسولین به‌روش الایزا و با استفاده از کیت میکروکالریمتریک شرکت Monoband ساخت کشور آمریکا به‌دست آمد. مقاومت به انسولین با استفاده از غلظت گلوکز و انسولین و فرمول H (HOMA-IR) به‌صورت زیر محاسبه گردید:

HOMA-IR= (غلظت گلوکز×غلظت انسولین) ÷ ۲۲/۵

قد شرکت‌کنندگان از طریق قدسنج سکا ساخت کشور آلمان مدرج که فرد بدون کفش بر روی آن می‌ایستاد، اندازه‌گیری شد. وزن با ترازوی دیجیتال ساخت کشور آلمان، بدون کفش و لباس معمولی اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی نیز از طریق تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه شد.

افراد گروه کلرلا و گروه تمرین هوازی+کلرلا، روزانه چهار عدد قرص مکمل ۳۰۰ میلی‌گرمی کلرلا ولگاریس (۱ عدد قبل از صبحانه، ۲ عدد قبل از ناهار و ۱ عدد قبل از شام) مصرف کردند. مکمل کلرلا ولگاریس با نام تجاری آلگومد (Algomed) از شرکت فردای سبز ایرانیان تهیه شد.

تمرین هوازی، ۳ جلسه در هفته و برای مدت ۸ هفته انجام شد که هر جلسه تمرین شامل سه مرحله گرم کردن (۱۰ دقیقه دویدن بر روی نوار گردان با شدت پایین و در حدود کمتر از ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه به‌منظور آمادگی تمرینی و حذف آثار آشنایی با دستگاه)، تمرینات اختصاصی (اصلی) و سرد کردن (بعد از هر جلسه تمرین ۴-۳ دقیقه دویدن نرم و راه رفتن و سپس ۵ دقیقه حرکات کششی) بود. برنامه تمرین هوازی شامل دویدن بر روی نوار گردان با ۶۵٪ ضربان قلب بیشینه به‌مدت ۱۶ دقیقه در هفته اول بود که در هفته هشتم به ۳۰ دقیقه با ۸۰٪ ضربان قلب بیشینه رسید (هر ۲ هفته، ۲ دقیقه به زمان و هر ۲ هفته، ۵٪ به شدت تمرین افزوده می‌شد).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) انجام شد. جهت بررسی نرمال یا غیرنرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد که با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها و تأیید فرض همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لوین، جهت مقایسه و بررسی تغییرات متغیرها در چهار گروه و در دو زمان قبل و بعد از مداخله، از آزمون آماری تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر در یک طرح ۲*۴ (۴ گروه و ۲ زمان) استفاده شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین وزن، شاخص توده بدن، انسولین و گلوکز آزمودنی‌های چهار گروه در جدول ۱ نشان داده شده است.

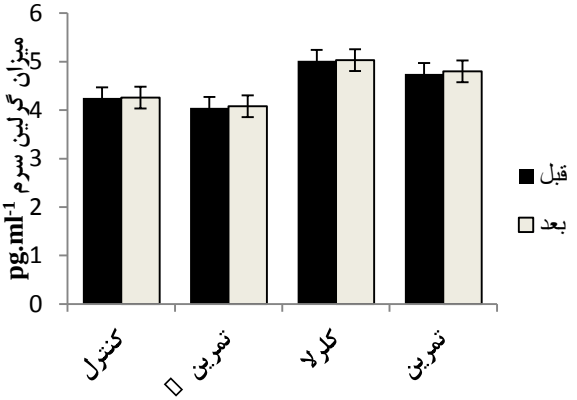
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین وزن، شاخص توده بدن، انسولین و گلوکز آزمودنی‌های چهار گروه

متغیرها	گروه‌ها	زمان اندازه‌گیری		P۱	P۲
		پیش آزمون میانگین± انحراف معیار	پس آزمون میانگین± انحراف معیار	درون‌گروهی	بین گروهی
وزن (کیلوگرم)	تمرین	۸۲/۱۵ ± ۴/۶۲	۷۹/۲۵ ± ۴/۲۶	۰/۳۱	۰/۰۲۰
	کلرلا	۷۸ ± ۷/۲۸	۷۷/۳۷ ± ۷/۱۱	۰/۴۶	
	تمرین و کلرلا	۷۴/۶۲ ± ۷/۶۸	۷۰/۲۵ ± ۷/۲۲	۰/۱۴	
	کنترل	۷۸/۶۲ ± ۸/۸۱	۷۸/۲۵ ± ۹/۰۹	۰/۵۴	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	تمرین	۳۰/۵۵ ± ۰/۴۵	۲۹/۲۶ ± ۰/۲۷	۰/۰۰۱*	۰/۰۳۵
	کلرلا	۳۰/۸۹ ± ۰/۳۴	۳۰/۶۴ ± ۰/۴۹	۰/۴۶	
	تمرین و کلرلا	۳۱/۰۸ ± ۰/۶۳	۲۹/۲۶ ± ۰/۸۲	۰/۰۰۱*	
	کنترل	۳۰/۴۸ ± ۰/۴۳	۳۰/۳۱ ± ۰/۲۷	۰/۵۴	
انسولین (میکرویونیت بر میلی‌لیتر)	تمرین	۱۵/۲۵ ± ۳/۱۴	۱۳/۱۸ ± ۲/۶۳	۰/۰۲۱*	۰/۰۴۵
	کلرلا	۱۴/۵۷ ± ۲/۶۵	۱۴/۶۴ ± ۲/۲۳	۰/۴۶	
	تمرین و کلرلا	۱۵/۳۷ ± ۲/۵۲	۱۲/۸۶ ± ۱/۸۱	۰/۰۳۱*	
	کنترل	۱۵/۲۲ ± ۲/۳۶	۱۵/۱۸ ± ۲/۳۴	۰/۳۴	
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تمرین	۱۲۲/۷۵ ± ۱۱/۶۸	۱۰۵/۵۰ ± ۹/۲۱	۰/۰۱۱*	۰/۰۳۸
	کلرلا	۱۱۲/۸۷ ± ۳/۲۲	۱۱۴/۶۲ ± ۹/۸۲	۰/۴۷	
	تمرین و کلرلا	۱۲۰ ± ۵/۱۲	۱۰۳/۱۲ ± ۸/۰۶	۰/۰۲*	
	کنترل	۱۰۹/۶۲ ± ۵/۰۴	۱۱۲ ± ۸/۰۵	۰/۳۸	

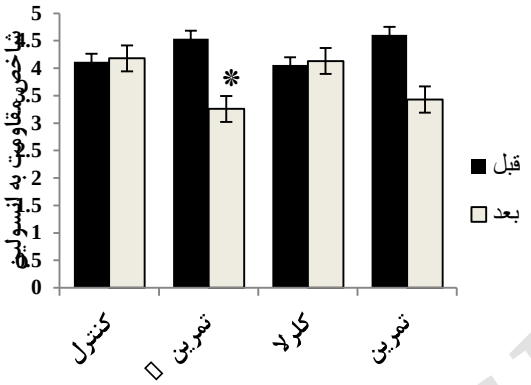
بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، شاخص توده بدنی در دو گروه تمرین-کلرلا و تمرین در مقایسه با دو گروه دیگر (مکمل کلرلا و کنترل) به‌طور معناداری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$) و بین تغییرات وزن دو گروه تمرین-کلرلا و تمرین تفاوت معناداری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). همچنین بین تغییرات شاخص توده بدنی دو گروه کلرلا و کنترل نیز تفاوت معناداری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). از طرفی انسولین و گلوکز در دو گروه تمرین-کلرلا و تمرین در مقایسه با دو گروه دیگر (مکمل کلرلا و کنترل) به‌طور معناداری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$)، ولی بین تغییرات انسولین دو گروه تمرین کلرلا و تمرین تفاوت معناداری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). همچنین بین انسولین در دو گروه کلرلا و کنترل نیز تفاوت معناداری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در شکل ۱، میزان و الگوی تغییرات گرلین درون گروه و همچنین بین چهار گروه تفاوت معناداری با یکدیگر نداشت ($p>۰/۰۵$).



شکل ۱- مقادیر گرلین چهار گروه قبل و بعد از مداخله

Archive of SID
www.SID.ir

بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در شکل ۲، مقاومت به انسولین در دو گروه تمرین-کلرلا و تمرین در مقایسه با دو گروه دیگر به‌طور معناداری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). بین تغییرات مقاومت به انسولین دو گروه تمرین-کلرلا و تمرین تفاوت معناداری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). بین مقاومت به انسولین دو گروه کلرلا و کنترل نیز تفاوت معناداری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$).



شکل۲- مقادیر مقاومت به انسولین چهار گروه قبل و بعد از مداخله

بحث

در مطالعه حاضر که با هدف بررسی و مقایسه اثر مجزا و همزمان تمرینات هوازی و مصرف مکمل کلرلا بر مقاومت به انسولین و سطوح سرمی گرلین زنان چاق انجام شد، وزن و شاخص توده بدنی به‌همراه سطوح سرمی گلوکز و انسولین و نیز مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرینی (گروه‌های تمرین هوازی و تمرین هوازی+کلرلا) در مقایسه با دو گروه دیگر به‌طور معناداری کاهش یافت. این کاهش بین دو گروه تمرین هوازی و تمرین هوازی+کلرلا تفاوت معناداری نداشت و البته متغیرهای فوق‌الذکر در دو گروه کلرلا و کنترل نیز تغییر معناداری نشان نداد. از سوی دیگر، سطوح گرلین، تغییر و تفاوت معناداری را در هیچ‌کدام از گروه‌ها نشان نداد. در رابطه با فعالیت بدنی و سازگاری ایجاد شده در کاهش مقاومت به انسولین، تحقیقات بسیاری انجام گرفته است. در مطالعه راسینین و همکاران (۲۰۱۰) دو هفته تمرین هوازی بر روی افراد مبتلا به دیابت نوع ۲، با کاهش مقاومت به انسولین همراه بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت (۱۶). در مقابل، کرامر و همکاران (۲۰۰۴) و قنبری نیاکی و همکاران (۲۰۰۶) افزایش مقاومت به انسولین را پس از یک جلسه تمرین حاد گزارش کردند (۱۷، ۱۸). آنها دلیل تناقضات را این‌گونه بیان کردند که تک جلسه‌ای بودن تمرین و زمان نمونه‌گیری خونی می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار باشد، همچنین ممکن است سازوکارهای مختلفی در تغییر شاخص مقاومت به انسولین دخیل باشند. بر اساس نتایج مطالعات، تنها تمرینات همراه با شدت خیلی زیاد (بالاتر یا مساوی ۷۰٪ اکسیژن مصرفی بیشینه) می‌تواند شاخص مقاومت به انسولین را بهبود بخشد (۱۹)، درحالی که دیگر پژوهش‌ها نشان می‌دهد شاخص مقاومت به انسولین با فعالیت جسمانی سبک و ملایم نیز بهبود می‌یابد. برخی شواهد پژوهشی حاکی از آن است که بهبود در متابولیسم لیپیدها و مقاومت انسولین پس از تمرینات ورزشی، با کاهش در توده چربی بدن (به‌ویژه چربی احشایی) ارتباط دارد. انسولین جزء هورمون‌هایی است که تأثیر زیادی بر توانایی ما برای از دست دادن وزن دارد (۲۰). کاهش غلظت انسولین خون باعث می‌شود تا مهار از روی آنزیم لیپاز حساس به هورمون برداشته شود. بنابراین، این آنزیم به شدت فعال شده و موجب هیدرولیز تری‌گلیسیریدهای ذخیره شده و آزادسازی مقدار زیادی اسیدچرب و گلیسرول به گردش خون می‌شود. علاوه بر آن ورود گلوکز به داخل سلول چربی به‌منظور ذخیره چربی کاهش می‌یابد. فعالیت ورزشی از راه افزایش چگالی پروتئین ناقل (GLUT4) بر روی

Archive of SID

www.SID.ir

سارکولما که مستقل از انسولین است، برداشت گلوکز از سوی عضله اسکلتی را افزایش می‌دهد و بدین‌ترتیب، حساسیت به انسولین را زیاد می‌کند (۲۱). در مطالعه حاضر، به‌نظر می‌رسد تمرین هوازی در این مدت باعث تحریک میزان متابولیسم گلوکز و در نتیجه منجر به تغییر در میزان گلوکز خون شده است. از آنجا که قندخون تحت تأثیر گلیکوژنولیز کبدی (به‌دلیل وجود آنزیم گلوکز فسفاتاز) است، بنابراین می‌توان گفت که ممکن است شدت و مدت زمان برنامه تمرینی این پژوهش باعث ایجاد تغییرات در فرآیند گلیکوژنولیز شده است. مقاومت به انسولین، نقش مهمی در پاتوژنز دیابت نوع ۲ و بیماری‌های قلبی- عروقی ناشی از آن دارد و حتی در افراد غیردیابتی، یک عامل خطرساز مستقل برای ابتلاء به بیماری‌های قلبی- عروقی است (۲۲). اما در خصوص تأثیر مصرف مکمل جلبک سبز کلرلا بر مقاومت به انسولین، تحقیقات به مراتب کمتری انجام شده است و به نظر می‌رسد بررسی‌ها در خصوص تأثیر این مکمل گیاهی هنوز در ابتدای راه خود قرار دارد. لذا تفسیر یافته‌ها در خصوص عدم اثر معنادار این مکمل در پژوهش حاضر دشوار است. اندک مطالعات پیشین در این رابطه نیز عمدتاً حیوانی بوده و مطالعات اندکی بر روی انسان در خصوص تأثیر مصرف کلرلا انجام شده است. علاوه بر این، تاکنون به‌جز یکی دو مورد، مطالعه‌ای به بررسی اثر همزمان مصرف کلرلا با تمرینات ورزشی نپرداخته است و تمامی پژوهش‌های انجام شده در این رابطه پیرامون بررسی اثر مصرف کلرلا بدون تمرینات بدنی صورت گرفته است. در تنها پژوهش تقریباً مرتبط انجام شده که تأثیر مصرف کلرلا را با ورزش مورد بررسی قرار دادند، میزوگوچی و همکاران (۲۰۱۱) پاسخ متابولیک به ورزش شنا را بعد از ۱۴ روز مکمل‌گیری کلرلا در موش‌ها بررسی کردند که نتایج آنها، نشان‌دهنده تغییر متابولیسم در موش‌هایی بود که کلرلا مصرف کرده بودند. این تغییرات شامل سرکوب بیان ژن اکسیدوردوکتاز و لکوترین بود، ضمن اینکه اسیدهای چرب آزاد، گلوکز، تری‌گلیسرید و اسیدلاکتیک بیشتری در خون بود (۲۳). با این حال، در همین اندک مطالعات انجام شده گزارش شده است که کلرلا با بهبود مقاومت انسولینی، کاهش لیپولیز و متعاقب آن با کاهش اسیدهای چرب آزاد، سبب کاهش تری‌گلیسرید می‌شود (۲۴). با این حال در این مطالعه، کلرلا به‌تنهایی اثر معناداری بر متغیرها نداشت و افزودن آن به تمرینات هوازی نیز اثر این تمرینات را بیشتر نکرد. از دلایل عدم اثر معنادار کلرلا می‌توان به کافی نبودن مدت مکمل‌گیری، کافی نبودن دوز مصرفی و یا عدم کنترل دقیق رژیم غذایی شرکت‌کنندگان اشاره کرد. در هر صورت، از آنجا که تاکنون پژوهش‌های زیادی در این رابطه انجام نشده است و این اولین بار است که مصرف کلرلا همراه با تمرینات ورزشی مورد بررسی قرار می‌گیرد، جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر، انجام پژوهش‌های بیشتر با اندازه‌گیری دیگر متغیرهای تأثیرگذار (از جمله رژیم غذایی شرکت‌کننده‌ها) و همچنین تعداد آزمودنی‌های بیشتر نیاز است.

همچنین در مطالعه حاضر، مقادیر گرلین در گروه‌های تمرین و تمرین+کلرلا اگرچه افزایش داشت، اما این افزایش از نظر آماری معنادار نبود. در واقع تغییر معناداری در سطوح گرلین زنان چاق مشاهده نشد. برخلاف نتایج مطالعه حاضر، نتایج مطالعه کیم و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که سطوح گرلین پلاسمایی متعاقب یک فعالیت هوازی با شدت متوسط به‌میزان معنی‌داری کاهش می‌یابد (۲۲)، اما در مطالعه فوستر اسچوبر و همکاران (۲۰۰۵)، عدم تغییر سطوح گرلین خون به واسطه یک فعالیت ورزشی هوازی گزارش شد (۲۵) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت. از تحقیق‌های بالا چنین برمی‌آید که گرلین به تغییرهای وزن حساس بوده و افزایش آن، رفتاری جبرانی در پاسخ به کاهش وزن است؛ به عبارت دیگر، افزایش گرلین ممکن است به‌عنوان سازوکاری جبرانی برای بازگرداندن وزن بدن به یک نقطه تنظیم شده عمل کند. اثر گرلین بر متابولیسم چربی‌ها توسط برخی مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (۲۲). همچنین مشخص شده است که گرلین، لیپوژنز را تحریک می‌کند و اکسیداسیون چربی را در بافت چربی سفید مهار می‌کند (۲۵). این یافته‌ها به این نکته اشاره

Archive of SID

www.SID.ir

می‌کند که کاهش یا افزایش در سطوح گرلین سرم با تغییرات مشابه در سطوح چربی بدن همراه است. در برخی مطالعات دیگر نیز در آن دسته از افرادی که فعالیت ورزشی با کاهش معنی‌دار وزن بدن همراه بود، سطوح گرلین سرم نیز به میزان معنی‌داری کاهش یافت (۲۴). در این راستا، برخی مطالعات آشکار نموده‌اند که گرلین دارای یک نقش مهم در فرآیند آدیپوژنز و ذخایر انرژی در بافت چربی است و مصرف طولانی‌مدت گرلین به افزایش ذخایر چربی بدن در انسان‌ها و حیوانات منجر می‌شود (۲۵). در بافت چربی احشایی، گرلین تجمع چربی را به‌وسیله افزایش بیان ژن‌های آدیپوژنیک نظیر استیل کوآ کربوکسیلاز افزایش می‌دهد (۲۵). با این حال در مطالعه حاضر تغییر معناداری در گرلین مشاهده نشد و در این خصوص، تفاوتی بین چهار گروه پژوهش وجود نداشت. شاید شدت و مدت تمرین جهت تأثیرگذاری بر گرلین کافی نبوده است، چون افزایش ناچیز آن در دو گروهی که تمرین هوازی انجام داده بودند، مشاهده شد که معنادار نبود. در خصوص تأثیر مصرف جلبک سبز کلرلا بر سطوح گرلین، علی‌رغم جستجوهای انجام شده، به نظر می‌رسد تاکنون پژوهشی انجام نشده است. آنچه در این پژوهش مشاهده شد، عدم تغییر معنادار گرلین در دو گروهی بود که کلرلا مصرف کردند (کلرلا و تمرین هوازی+کلرلا). در هر صورت از آنجا که احتمالاً این اولین پژوهش بوده است که اثر همزمان تمرینات هوازی و مصرف مکمل کلرلا را بر سطوح گرلین بررسی کرده است، در تفسیر یافته‌ها باید احتیاط کرد و جهت رسیدن به نتایجی کامل‌تر، پژوهش‌های بیشتر نیاز می‌باشد.

منابع

1. Bahrami K, Shahdadi A. The effect of aerobic exercise on serum leptin levels and body mass index in obese young girls. Qom Univ Med Sci J 2015; 9(6):27-36. (Persian).
2. Withrow D, Alter DA. The economic burden of obesity worldwide: a systematic review of the direct costs of obes ity. Obes Rev 2011; 12(2):131-41.
3. Rashidlamir A, Mirzendehdel Z, Ebrahimi Atri A. The effect of an eight-week period of aerobic exercise on plasma concentration of ghrelin and growth hormone in young women. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci 2011; 19(5):667-75. (Persian).
4. Kojima M, Hosoda H, Matsuo H, Kangawa K. Ghrelin: discovery of the natural endogenous ligand for the growth hormone secretagogue receptor. Trends Endocrinol Metab 2001; 12(3):118-22 .
5. Hakimi M, Sheikholeslami Vatani D, Ali-Mohammadi M. Effect of concurrent training with ingested of L-carnitine supplementaton on hormonal changes, lipid profile and body composition in obese men. J Urmia Univ Med Sci 2015; 26(3):185-3. (Persian).

مطالعه حاضر در کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات به تأیید رسید. به‌علاوه رضایت‌نامه کتبی از شرکت‌کنندگان دریافت شد.

نتیجه‌گیری

هشت هفته تمرین هوازی منجر به کاهش معنادار گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین زنان چاق می‌شود، اما اثر معناداری بر سطوح گرلین این زنان ندارد. از طرف دیگر در مطاله حاضر مصرف مکمل کلرلا اثر معناداری بر هیچ‌کدام از متغیرها نشان نداد و افزودن آن به تمرین هوازی نیز اثر تمرین را بیشتر نکرد. کافی نبودن مدت و دوز مصرف و البته عدم کنترل دقیق رژیم غذایی، شاید از دلایل آن باشد. با این حال، از آنجا که تاکنون پژوهشی در خصوص اثر همزمان تمرین ورزشی و مکمل کلرلا صورت نگرفته بود و این پژوهش برای اولین بار انجام شد، جهت نتیجه‌گیری بهتر، باید پژوهش‌های آینده با کنترل دیگر متغیرهای اثرگذار و تعداد آزمودنی بیشتر انجام شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۶ با کد ۲۰۰۲۱۴۰۴۹۴۲۰۱۴ می‌باشد. بدین‌وسیله از همکاران محترمی که ما را در انجام این مطالعه یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود. از نظر تعارض منافع، هیچ‌گونه تعارض منافع توسط پژوهشگران، مشارکت‌کنندگان گزارش نشد.

Archive of SID
www.SID.ir

6. Mirzaei B, Irandoust K, Rahmani-Nia F, Mohebbi H, Hassan-Nia S. Unacylated ghrelin levels increase after aerobic exercise in obese women. Brazil J Biomot 2009; 3(1):11-20 .
7. Neary NM, Goldstone AP, Bloom SR. Appetite regulation: from the gut to the hypothalamus. Clin Endocrinol 2004; 60(2):153-60.
8. Ravussin E, Tschöp M, Morales S, Bouchard C, Heiman ML. Plasma ghrelin concentration and energy balance: overfeeding and negative energy balance studies in twins. J Clin Endocrinol Metab 2001; 86(9):4547-51.
9. Assarzade Noushabadi M, Abedi B. Effects of combination training on insulin resistance index and some inflammatory markers in inactive men. Horizon Med Sci 2012; 18(3):95-105. (Persian).
10. Coskun O, Ocakci A, Bayraktaroglu T, Kanter M. Exercise training prevents and protects streptozotocin-induced oxidative stress and beta-cell damage in rat pancreas. Tohoku J Exp Med 2004; 203(3):145-54.
11. Bagheri Nia M, Abedi B. Effect of eight weeks of Pilates training on orexin and insulin resistance levels in overweight children. Yafte 2018; 20(1):112-2. (Persian).
12. Janczyk P, Langhammer M, Renne U, Guiard V, Souffrant WB. Effect of feed supplementation with Chlorella vulgaris powder on mice reproduction. Arch Zootechnica 2006; 9:122-34.
13. Jong-Yuh C, Mei-Fen S. Potential hypoglycemic effects of Chlorella in streptozotocin-induced diabetic mice. Life Sci 2005; 77(9):980-90.
14. Jeong H, Kwon HJ, Kim MK. Hypoglycemic effect of Chlorella vulgaris intake in type 2 diabetic Goto-Kakizaki and normal Wistar rats. Nutr Res Pract 2009; 3(1):23-30.
15. Kim S, Kim J, Lim Y, Kim YJ, Kim JY, Kwon O. A dietary cholesterol challenge study to assess Chlorella supplementation in maintaining healthy lipid levels in adults: a double-blinded, randomized, placebo-controlled study. Nutr J 2016; 15(1):54.
16. Rasineni K, Bellamkonda R, Singareddy SR, Desireddy S. Antihyperglycemic activity of Catharanthus roseus leaf powder in streptozotocin-induced diabetic rats. Pharmacognosy Res 2010; 2(3):195-201.
17. Ghanbari-Niaki A. Ghrelin and glucoregulatory hormone responses to a single circuit resistance exercise in male college students. Clin Biochem 2006; 39(10):966-70.
18. Kraemer RR, Durand RJ, Hollander DB, Tryniecki JL, Hebert EP, Castracane VD. Ghrelin and other glucoregulatory hormone responses to eccentric and concentric muscle contractions. Endocrine 2004; 24(1):93-8.
19. King NA, Lluch A, Stubbs RJ, Blundell JE. High dose exercise does not increase hunger or energy intake in free living males. Eur J Clin Nutr 1997; 51(7):478-83.
20. Kodama S, Mia S, Yamada N, Sone H. Exercise training for ameliorating cardiovascular risk factors-focusing on exercise intensity and amount. Int J Sport Health Sci 2006; 4:325-38.
21. Henriksen EJ. Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. J Appl Physiol 2002; 93(2):788-96.
22. Kim HJ, Lee S, Kim TW, Kim HH, Jeon TY, Yoon YS, et al. Effects of exercise-induced weight loss on acylated and unacylated ghrelin in overweight children. Clin Endocrinl 2008; 68(3):416-22.
23. Mizoguchi T, Arakawa Y, Kobayashi M, Fujishima M. Influence of Chlorella powder intake during swimming stress in mice. Biochem Biophys Res Commun 2011; 404(1):121-6 .
24. Nakhaei K, Ghofrani M, Fazel Bakhsheshi M, Nakhaei H. Effect of circuit resistance training and cinnamon supplement on body composition and Omentin-1 in overweight women. Iran J Obstet Gynecol Infertil 2018; 20(11):74-82. (Persian).
25. Foster-Schubert KE, McTiernan A, Frayo RS, Schwartz RS, Rajan KB, Yasui Y. Human plasma ghrelin levels increase during a one-year exercise program. J Clin Endocrinol Metab 2005; 90(2):820-5.

Archive of SID

www.SID.ir