

تأثیر تمرینات ترکیبی همراه با مصرف مکمل ال-کارنیتین بر تغییرات هورمونی، پروفایل لیپیدی و ترکیب بدنی در مردان چاق

مهدی حکیمی^{۱*}، داریوش شیخ‌الاسلامی وطنی^۲، مریم علی محمدی^۳

تاریخ دریافت 1393/12/03 تاریخ پذیرش 1394/02/10

چکیده

پیش‌زمینه و هدف: هدف از این پژوهش بررسی اثرات ۸ هفته تمرینات ترکیبی مقاومتی و استقامتی همراه با مصرف مکمل ال-کارنیتین بر تغییرات هورمونی، نیمرخ لیپیدی و ترکیب بدنی مردان چاق بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش ۲۴ مرد جوان چاق و داوطلب (با دامنه سنی $23/6 \pm 2/4$ سال و شاخص توده بدنی $32/4 \pm 1/6$ کیلوگرم بر مترمربع) به صورت تصادفی به ۲ گروه ۱۲ نفره مکمل و دارونما تقسیم شدند. هر دو گروه برنامه تمرین ترکیبی مقاومتی و استقامتی یکسانی اجرا کردند (۳ جلسه در هفته به مدت ۸ هفته). گروه مکمل روزانه ۳ گرم مکمل ال-کارنیتین و گروه دارونما نیز به همان مقدار مالتودکسترین مصرف می‌کردند. نمونه‌های خونی قبل از شروع دوره و ۳۶ ساعت پس از اتمام تمرینات در وضعیت ناشتا جمع‌آوری شد. برای تعیین تفاوت‌های درون‌گروهی از آزمون t همبسته و جهت تعیین تفاوت‌های بین دو گروه از آزمون t مستقل استفاده شد.

یافته‌ها: در هر دو گروه مکمل و دارونما پس از انجام ۸ هفته تمرین ترکیبی کاهش معناداری در وزن بدن، توده چربی، درصد چربی، کلسترول، LDL-C، TG و علاوه بر این افزایش معنادار در HDL-C مشاهده شد ($P \leq 0/05$). همچنین، افزایش معنی‌دار کورتیزول (در هر دو گروه) و تستوسترون (تنها در گروه مکمل) ملاحظه گردید ($P \leq 0/05$). اما یافته‌های حاصل از مقایسه بین گروهی حاکی از آن بود که در هر دو گروه پس از آزمون به لحاظ تمامی شاخص‌های مورد اشاره، اختلاف معناداری به نفع گروه دریافت‌کننده مکمل کارنیتین وجود داشت. به عبارت دیگر، میزان بهبود در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما به‌طور معناداری بیشتر بود ($P \leq 0/05$).

نتیجه‌گیری: اگرچه اجرای ۸ هفته تمرینات ترکیبی مقاومتی و استقامتی باعث بهبود ترکیب بدنی، نیمرخ لیپیدی و تغییرات هورمونی در افراد چاق شد، اما با مصرف مکمل ال-کارنیتین میزان اثرگذاری به شکل محسوسی بهتر بود.

کلمات کلیدی: ال-کارنیتین، تمرینات مقاومتی، تمرینات استقامتی، توده چربی، چاقی

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و ششم، شماره سوم، ص 193-185، خرداد 1394

آدرس مکاتبه: اردبیل، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. تلفن تماس: ۰۹۱۸۹۱۲۳۷۵۷

Email: Mehdihakimi66@yahoo.com

مقدمه

(۲۰۰۶) چنین گزارش کرد که ترکیب بدنی مردان دارای اضافه‌وزن پس از اجرای ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی (۳ جلسه در هفته) با شدت‌های مختلف بهبود (کاهش چربی و افزایش توده بدون چربی) می‌یابد (۳).

امروزه تمرینات مقاومتی و استقامتی از کاربردی‌ترین روش‌های تمرینی در جهت توسعه قدرت، افزایش تناسب‌اندام، کاهش ضریب قلب استراحتی، افزایش ظرفیت هوازی، کاهش توده چربی و بهبود ترکیب بدنی هستند (۱، ۲). رحیمی

^۱ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (نویسنده مسئول)

^۲ دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

^۳ کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دبیر تربیت بدنی و ورزش، اداره آموزش و پرورش مریوان، کردستان، ایران

می‌باشد (۱۲). در عضلات اسکلتی، ال-کارنیتین در انتقال اسید چرب آزاد به ماتریکس میتوکندری در فرآیند بتا اکسیداسیون نقش مهمی دارد (۱۱). کرامر و همکاران (۲۰۰۳) اعلام کردند که مصرف روزانه ۲ گرم مکمل ال-کارنیتین در جریان ۳ هفته تمرینات مقاومتی باعث کاهش رادیکال‌های آزاد و همچنین افزایش سنتز پروتئین‌های ساختاری عضلات می‌شود (۱۳). پرندک و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که مصرف روزانه ۲ گرم مکمل ال-کارنیتین به مدت ۲ هفته طی اجرای فعالیت استقامتی باعث کاهش اثرات پراکسیداسیون لیپیدی و عوامل آسیب‌زای عضلانی می‌شود (۱۴). علی پور و همکاران (۲۰۱۴) هم نشان دادند که مصرف روزانه ۲ گرم مکمل ال-کارنیتین همراه با مصرف رژیم غذایی کم‌کالری در افراد دیابتی نوع ۲ باعث بهبود پروفایل لیپیدی می‌شود (۱۵). در مقابل لی و همکاران^۸ (۲۰۰۷) عدم تأثیر مکمل ال-کارنیتین را بر بتا اکسیداسیون چربی و مصرف اسیدهای چرب آزاد در جریان ۶ هفته تمرینات استقامتی گزارش کردند (۱۶). براد و همکاران^۹ (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که مصرف روزانه ۳ گرم مکمل ال-کارنیتین به مدت ۴ هفته بر مصرف سوستر، عملکرد استقامتی و اکسیداسیون کربوهیدرات و چربی هنگام اجرای فعالیت‌های زیر بیشینه، بی‌تأثیر بوده است (۱۷).

تا جایی که نویسندگان جستجو کردند، در مورد تأثیر تمرینات ترکیبی همراه با مصرف مکمل ال-کارنیتین بر پروفایل لیپیدی و ترکیب بدنی مطالعه‌ای یافت نشد، این در حالی است که اثرات مثبت تمرینات ترکیبی (۹، ۱۰) و مکمل ال-کارنیتین (۱۵، ۱۸) - هر دو - بر بهبود پروفایل لیپیدی به شکل جداگانه بررسی و تأیید شده‌اند. علاوه بر این، یکی از مکانیسم‌هایی که در اثر اجرای برنامه‌های تمرینی و همچنین مصرف مکمل کارنیتین منجر به تغییرات در ترکیب بدنی و نیمرخ چربی بدن می‌گردد، ممکن است تغییرات هورمونی باشد. بنابراین، دو هورمون کورتیزول و تستوسترون به‌عنوان هورمون‌های متابولیکی مدنظر قرار گرفتند. لذا پژوهش حاضر باهدف بررسی اثرات ۸ هفته تمرینات ترکیبی مقاومتی و استقامتی همراه با مصرف مکمل ال-کارنیتین بر تغییرات هورمونی، پروفایل لیپیدی و ترکیب بدنی مردان چاق صورت گرفت تا اثرات تمرینات ترکیبی به‌تنهایی و همراه با مصرف مکمل کارنیتین در این خصوص بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری این پژوهش را دانشجویان پسر دانشگاه آزاد شهرستان مریوان تشکیل می‌دادند. به دنبال آگهی دعوت به

همچنین ونابلز و جیکوندراپ^۱ (۲۰۰۸) طی پژوهشی نشان دادند که اجرای ۴ هفته تمرینات استقامتی توسط مردان چاق، اکسیداسیون چربی را تا ۴۴ درصد افزایش داده است (۴). از طرفی، گزارش شده است مؤثرترین برنامه‌های تمرینی جهت بهبود ترکیب بدنی و کاهش وزن اضافی بدن برنامه‌هایی هستند که دارای ترکیبی از تمرینات استقامتی و مقاومتی باشند، به‌طوری‌که گری و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که اجرای تمرینات ترکیبی مقاومتی و استقامتی در افراد غیر ورزشکار باعث کاهش بیشتر توده چربی بدن و بهبود ترکیب بدنی در مقایسه با تمرینات استقامتی و مقاومتی صرف می‌شود (۵).

تحقیقات نشان داده‌اند که افزایش وزن و چاقی با عوامل خطرزای قلبی-عروقی یعنی پرفشارخونی، دیابت و پروفایل لیپیدی در ارتباط است (۶). اجزای پروفایل لیپیدی (به‌جز لیپوپروتئین با چگالی بالا-کلسترول^۲)، همبستگی مستقیم و معنی‌داری با میزان توده‌ی چربی بدن دارند (۷).

مشاهده شده است که برنامه‌های تمرین ترکیبی می‌تواند بر کلسترول، تری‌گلیسیرید و لیپوپروتئین‌های سرم اثر بگذارد (۸)، به‌طوری‌که اراضی و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که ۸ هفته تمرین ترکیبی (مقاومتی-استقامتی) و هوازی باعث کاهش کلسترول تام^۳، تری‌گلیسیرید^۴، لیپوپروتئین با چگالی پایین-کلسترول^۵ و افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا-کلسترول و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) می‌شود (۹). همچنین اسد (۲۰۱۳) به بررسی اثر هشت هفته تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر میزان کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی پایین-کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی بالا-کلسترول و عوامل خطرزای قلبی-عروقی در مردان چاق پرداخته و گزارش کرد که اجرای تمرینات ترکیبی به نسبت اجرای تنهای تمرینات مقاومتی یا استقامتی اثربخشی بالاتری بر عوامل خطرزای قلبی-عروقی دارد (۱۰). مکمل ال-کارنیتین یکی از انواع مکمل‌هایی است که ممکن است به افزایش مصرف اسیدهای چرب آزاد^۶، حفظ ذخایر گلیکوژن، افزایش عملکرد ورزشی و افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی کمک کند (۱۱). کارنیتین (آل-۳-هیدروکسی تری متیل آمینوبوتانات)^۷ اسیدآمینه‌ای است که در بدن انسان از اسیدهای آمینه ضروری لیزین و متیونین در کلیه و کبد سنتز می‌شود و یا توسط رژیم غذایی وارد بدن می‌شود وال-کارنیتین شکل فعال آن

¹. Venables and Jeukendrup

². High density lipoprotein cholesterol (HDL-C)

³. Total Cholesterol (TC)

⁴. Triglycerides (TG)

⁵. Low density lipoprotein cholesterol (LDL-C)

⁶. Free fatty acid

⁷. Carnitine (L-3- hydroxytrimethylamminobutanoate)

⁸. Lee et al.

⁹. Broad et al.

طی ساعات مشابه و به همان میزان مکمل آل - کارنیتین دریافت کردند. گروه دارونما نیز به همان شیوه روزانه مقدار ۳ گرم مالتودکسترین همراه با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مصرف کردند (۱۷). پروتکل تمرین ترکیبی:

پروتکل تمرینی شامل ۸ هفته اجرای تمرینات مقاومتی و استقامتی به صورت ترکیبی بود که به صورت سه جلسه در هفته توسط هر دو گروه مکمل و دارونما و به صورت همزمان برگزار شد. آزمودنی‌ها در هر جلسه تمرینی ابتدا تمرینات مقاومتی را اجرا می‌کردند و پس از ۵ دقیقه استراحت تمرینات استقامتی اجرا می‌شد. برنامه تمرینات مقاومتی شامل اجرای حرکات جلو پا ماشین، پشت پا ماشین، پرس سینه، زیر بغل لت و پشت بازو ایستاده با ماشین بود. این برنامه با رعایت اصل اضافه‌بار در ۳ نوبت ۸ تکراری، با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه و با فواصل استراحتی ۲ دقیقه‌ای بین ست‌ها و ۳ دقیقه‌ای بین حرکات، اجرا می‌شد. در پایان هر هفته آزمون یک تکرار بیشینه در مورد تمامی حرکات مجدداً ثبت می‌شد و شدت ۸۰ درصد با توجه به رکورد جدید اعمال می‌شد (۲۰). برنامه تمرینات مقاومتی در هر جلسه حدوداً ۴۰ دقیقه به طول می‌انجامید. همچنین، برنامه تمرینات استقامتی شامل دویدن در پیست دوومیدانی مجاور سالن تمرینات مقاومتی بود. در جلسه اول مدت‌زمان دویدن ۱۰ دقیقه بود و با افزایش ۳۰ ثانیه‌ای زمان فعالیت در هر جلسه، زمان دویدن در جلسه آخر تقریباً به ۲۲ دقیقه رسید. برنامه استقامتی در ۴ هفته اول با ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه و در ۴ هفته دوم با شدت تقریبی ۸۰-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه اجرا شد (۲۱). کنترل شدت فعالیت مقاومتی با استفاده از ضربان سنج پلار انجام گرفت. برای این منظور ۶ عدد پلار در هر جلسه به شکل تصادفی بین آزمودنی‌ها تقسیم می‌شد. در ابتدای هر جلسه تمرینی، ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و در پایان هر جلسه فعالیت نیز ۵ دقیقه سرد کردن در نظر گرفته شده بود. مدت‌زمان تمرین در جلسه اول حدود ۵۵ دقیقه بود، اما در جلسه آخر به حدود ۷۰ دقیقه رسید.

نمونه‌های خونی در دو مرحله پیش‌آزمون (۴۸ ساعت قبل از شروع دوره تمرینی) و پس‌آزمون (حدوداً ۳۶ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی) به میزان ۵ سی‌سی و به دنبال ناشتایی ۱۰ ساعته، در ساعت ۸:۱۵ صبح در آزمایشگاه و از سیاهرگ بازویی دست چپ آزمودنی‌ها در حالت نشسته گرفته شد. سپس، نمونه‌های خونی با سرعت ۱۵۰۰ g سانتریفیوژ شده و سرم استخراج شد. پروفایل لیپیدی با روش آنزیماتیک توسط آنالایزر Selectra 2 و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه میزان تری‌گلیسیرید آزمودنی‌ها کمتر از ۴۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود برای محاسبه میزان لیپوپروتئین با چگالی پایین-

همکاری در بین دانشجویان، ۲۴ پسر چاق با میانگین سنی ۲۲/۴±۲/۶ سال و نمایه توده بدنی ۳۲/۴±۱/۶ کیلوگرم بر مترمربع از بین افراد واجد شرایط به شکل داوطلبانه انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از: چاق بودن (شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع)، نداشتن سابقه تمرینات ورزشی منظم در ۱ سال گذشته، عدم مصرف هیچ‌گونه مکمل یا داروی خاص در ۳ ماه گذشته و عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، کبد، تیروئید و ناراحتی‌های گوارشی و کلیوی. برای این منظور، شرکت‌کنندگان فرم سوابق پزشکی و سوابق فعالیت بدنی را تکمیل کردند. پس از انتخاب نمونه آماری، در یک جلسه توجیهی، اهداف و برنامه‌های طرح با ذکر خطرات احتمالی برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و از تمامی افراد رضایت‌نامه شرکت در تحقیق اخذ گردید. در جلسه دیگری که ۱ هفته قبل از شروع پروتکل اصلی برگزار شد، ضمن آشناسازی افراد با حرکات مقاومتی، آزمون یک تکرار بیشینه در مورد تمامی حرکات به انجام رسید. علاوه بر این، در این جلسه حداکثر ضربان قلب بیشینه^۱ با استفاده از فرمول زیر جهت تعیین شدت تمرین استقامتی محاسبه گردید (۱۹): (سن × ۰/۷) - ۲۰۸ = حداکثر ضربان قلب بیشینه

همچنین، چون کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌ها به‌طور دقیق مقدور نبود، از تمامی افراد خواسته شد که در طول دوره تمرینی، برنامه غذایی معمول روزانه خود را که از سلف‌سرویس دانشگاه استفاده می‌کردند، ادامه داده و در حد امکان از مصرف هر نوع غذای خارج از برنامه سلف، خصوصاً ۴۸ ساعت قبل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون پرهیز کنند. به آزمودنی‌ها این اختیار داده شد که در هر مرحله از اجرای تمرینات در صورت عدم تمایل به ادامه کار، انصراف دهند. همچنین به آزمودنی‌ها این اطمینان داده شد که اطلاعات مربوط به آن‌ها به‌صورت محرمانه و بدون ذکر نام افراد موردبررسی قرار خواهد گرفت.

نهایتاً نمونه‌های آماری (۲۴ نفر) در یک طرح دو سو کور به‌طور تصادفی به ۲ گروه ۱۲ نفره مکمل (مصرف ۳ گرم آل کارنیتین در روز) و دارونما (مصرف ۳ گرم مالتودکسترین در روز) تقسیم شدند. هر دو گروه برنامه تمرینات ترکیبی را به مدت ۸ هفته اجرا کردند. مکمل آل-کارنیتین مورد استفاده در این پژوهش محصول شرکت جنسان^۲ ساخت کشور ایتالیا بود که توسط شرکت پخش دارویی بهستان به‌صورت کپسول‌های ۱ گرمی تهیه شده بود. آزمودنی‌های گروه مکمل در روزهای تمرین (روزهای زوج هفته)، ۹۰ دقیقه قبل از شروع برنامه تمرینی ۳ گرم آل-کارنیتین را همراه با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مصرف می‌کردند. در سایر روزها نیز

^۱ HRmax^۲ Gensan

نتایج این پژوهش نشان داد که پس از ۸ هفته برنامه تمرین ترکیبی در هر دو گروه مکمل کارنیتین و دارونما، وضعیت پروفایل لیپیدی بهبود یافت، به طوری که مقادیر کلسترول تام (TC)، تری گلیسرید (TG) و لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL-C) به طور معنی داری در هر دو گروه کاهش یافت ($P < 0.05$) و لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C) نیز در هر دو گروه با افزایش معنادار همراه بود ($P < 0.05$) (جدول ۱). همچنین، وزن و درصد چربی بدن نیز در هر دو گروه پس از ۸ هفته اجرای تمرینات ترکیبی کاهش معناداری یافت ($P < 0.05$). علاوه بر این، غلظت سرمی کورتیزول در هر دو گروه پس از ۸ هفته برنامه تمرینی افزایش محسوسی یافت ($P < 0.05$)، اما مقادیر سرمی هورمون تستوسترون تنها در گروه دریافت کننده مکمل آل کارنیتین (و ۹ گروه دارونما) در پاسخ به تمرین افزایش معناداری پیدا کرد ($P = 0.000$). این در حالی بود که به جز شاخص توده بدون چربی، در مابقی شاخص‌های هورمونی و نیمرخ لیپیدی، در پس‌آزمون اختلاف معناداری به نفع گروه مکمل مشاهده شد. به عبارت دیگر، در پس‌آزمون، مقادیر وزن ($P = 0.044$)، توده چربی بدن ($P = 0.008$)، درصد چربی بدن ($P = 0.021$)، میزان کلسترول تام ($P = 0.013$)، تری گلیسرید ($P = 0.044$) و LDL-C ($P = 0.004$) در گروه مکمل کمتر از گروه دارونما بود. از طرف دیگر، در پس‌آزمون شاخص‌های سرمی تستوسترون ($P = 0.042$) و HDL-C ($P = 0.035$) در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما شرایط بهتری داشت (جدول ۱).

کلسترول از فرمول فرید- والد ($HDL-C - LDL-C = TC$) استفاده گردید (۲۱). همچنین، غلظت‌های سرمی کورتیزول و تستوسترون به روش الایزا (ELISA) و با استفاده از کیت‌های شرکت دیاگنوستیک بیوکم ساخت کشور کانادا اندازه‌گیری شدند.

به منظور اندازه‌گیری ترکیب بدنی، ضخامت چربی زیرپوستی آزمودنی‌ها با استفاده از کالیپر (مدل Harpenden) در سه نقطه سه سر بازو، شکم و فوق خاصره و در سمت راست بدن با استفاده از معادله جکسون و پولاک مختص مردان محاسبه شد و سپس با جایگذاری مقدار عددی محاسبه شده در معادله سیری، درصد چربی بدن محاسبه گردید (۲۲).

جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد. برای این منظور ابتدا کلیه داده‌ها برای تعیین نرمال بودن توزیع (با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنف) و یکسان بودن واریانس‌ها (با استفاده از آزمون لوین) مورد بررسی قرار گرفتند. سپس، آزمونی همبسته (Paired-Samples T Test) برای تعیین اثرات ۸ هفته برنامه تمرینی در دو گروه (بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی) و آزمونی مستقل (Independent-Samples T Test) برای تعیین تفاوت بین دو گروه مکمل و دارونما (بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی) به کار گرفته شدند. تمامی داده‌ها در سطح معنی داری $P < 0.05$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

جدول (۱): تغییرات ترکیب بدنی، نیمرخ لیپیدی و هورمونی به دنبال ۸ هفته تمرین ترکیبی در گروه‌های دریافت کننده مکمل ال-

کارنیتین و دارونما

متغیر	گروه مکمل		گروه دارونما	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
کلسترول (mg/dl)	۲۰۴/۵ ± ۱۴/۵	۱۸۶/۱ ± ۱۲/۲ * #	۲۰۷/۵ ± ۱۱/۴	۱۹۹/۱ ± ۱۱/۱ *
تری گلیسرید (mg/dl)	۲۱۶/۹ ± ۱۳/۷	۱۹۸/۵ ± ۱۰/۷ * #	۲۲۰/۶ ± ۱۷/۱	۲۱۰/۸ ± ۱۶/۷ *
HDL-C (mg/dl)	۳۵/۱ ± ۲/۹	۴۷/۲ ± ۳/۲ * #	۳۶/۲ ± ۳/۹	۴۳/۸ ± ۴/۱ *
LDL-C (mg/dl)	۱۲۵/۷ ± ۱۳	۹۹/۴ ± ۱۱/۵ * #	۱۲۷/۱ ± ۸/۷	۱۱۲/۱ ± ۷/۷ *
وزن بدن (کیلوگرم)	۸۹ ± ۸/۷	۸۴/۹ ± ۷/۷ * #	۹۴/۲ ± ۹/۵	۹۲/۳ ± ۷/۴ *
توده چربی بدن (کیلوگرم)	۲۶/۳ ± ۳/۶	۲۱/۸ ± ۳/۹ * #	۲۸/۴ ± ۳/۵	۲۶/۱ ± ۳/۱ *
توده بدون چربی (کیلوگرم)	۶۲/۷ ± ۶/۱	۶۳/۱ ± ۶/۴	۶۵/۷ ± ۵	۶۶/۲ ± ۵/۲
درصد چربی (درصد)	۲۹/۴ ± ۲/۳	۲۵/۵ ± ۳/۱ * #	۳۰/۱ ± ۲/۱	۲۸/۲ ± ۱/۹ *
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۲/۲ ± ۱/۱	۲۰/۷ ± ۱/۵ * #	۲۲/۶ ± ۰/۷	۲۲ ± ۰/۵ *
تستوسترون (ng/ml)	۵/۲ ± ۰/۸	۶/۹ ± ۰/۷ * #	۵/۹ ± ۰/۹	۶/۱ ± ۰/۸
کورتیزول (ng/ml)	۱۰/۴ ± ۱	۱۴/۱ ± ۰/۷ * #	۱۰/۹ ± ۱	۱۲ ± ۱/۲ *

* تفاوت معنی دار بین قبل و پس از ۸ هفته تمرین (تغییرات درون‌گروهی)، # تفاوت معنی دار بین دو گروه (تغییرات بین‌گروهی)

بحث

یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که ۸ هفته اجرای تمرینات ترکیبی در دو گروه تمرینی مکمل و دارونما باعث کاهش معنی‌دار کلسترول، تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی پایین و افزایش معنی‌دار لیپوپروتئین با چگالی بالا شد که نشان دهنده اثر بخشی تمرینات ترکیبی بر پروفایل لیپیدی است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های اراضی (۲۰۱۳) و گریزی (۲۰۱۲) همخوانی (۵)، (۹)، اما با نتایج میسائیل^۱ (۲۰۰۶) مغایرت دارد (۲۳). یکی از دلایل اختلاف به شرایط آزمودنی‌ها مربوط است. به‌عبارت‌دیگر، در بیشتر مطالعاتی که اثر بخشی برنامه‌های ورزشی بر پروفایل لیپید مشاهده شده است، آزمودنی‌ها افراد چاق یا دارای اضافه‌وزن بوده‌اند (۱۰، ۶). سازوکار اثرگذاری این نوع تمرینات در بهبود پروفایل لیپیدی، به فرآیندهای آنزیمی دخیل در سوخت و ساز لیپیدها مربوط می‌باشد. در این خصوص، افزایش فعالیت آنزیمی لیپوپروتئین لیپاز گزارش شده است (۲۴). سوگیورا و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که فعالیت‌های ورزشی منظم، با افزایش فعالیت آنزیم‌های لیپوپروتئین لیپاز^۲ (LPL) و لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز^۳ (LCAT)، باعث کاهش TG، LDL، TC و افزایش HDL می‌شوند (۲۵). هرچند که یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم اندازه‌گیری این آنزیم‌ها بود. همچنین، یافته‌های حاضر بیانگر آنست که مصرف مکمل ال-کارنیتین همراه با تمرینات ترکیبی باعث بهبود بیشتری در پروفایل لیپیدی در مقایسه با گروه دارونما شده است. این یافته‌ها با نتایج علی پور (۲۰۱۴) و گونزالز اورتیز و همکاران^۴ (۲۰۰۸) همخوانی دارد (۱۵، ۱۸). مکمل ال-کارنیتین، انتقال اسید چرب آزاد را به درون ماتریکس میتوکندری در فرآیند بتا اکسیداسیون افزایش می‌دهد و همزمان با کاهش غلظت TG خون به هنگام فعالیت ورزشی، ال-کارنیتین ممکن است با انتقال بیشتر اسید چرب آزاد حاصل از تجزیه TG در اثر فعالیت ورزشی، منجر به اکسیداسیون بیشتر اسیدهای چرب گردد (۱۱). توضیح دیگر برای اثرات ال-کارنیتین در کاهش سطح تری‌گلیسرید سرم، مربوط به افزایش دفع استیل کارنیتین است (۲۶). در واقع، فعالیت ورزشی و مصرف مکمل کارنیتین-هر دو- به ترتیب با افزایش تجزیه تری‌گلیسریدهای خون (هم تری‌گلیسریدهای آزاد و هم تری‌گلیسریدهای موجود در ساختمان لیپوپروتئین‌ها از جمله LDL) و افزایش اکسیداسیون آن‌ها منجر به کاهش لیپیدهای خون می‌شوند. همچنین، همان

طور که اشاره شد با افزایش فعالیت آنزیم لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز ناشی از فعالیت ورزشی، میزان کلسترول موجود در ترکیب لیپو پروتئین‌ها کاهش خواهد یافت (۲۵). کاهش میزان کلسترول سرم در اثر مکمل ال-کارنیتین می‌تواند با کاهش تری‌گلیسرید مرتبط باشد، به‌طوری‌که با کاهش میزان کلسترول، امکان کاهش میزان تری‌گلیسرید و تغییر در ترکیب لیپوپروتئین، وجود خواهد داشت (۲۱). از طرف دیگر کاهش سنتز تری‌گلیسرید، منجر به افزایش برداشت LDL توسط گیرنده‌ها می‌شود که به نوبه خود میزان LDL را کاهش می‌دهد (۲۷).

همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که وزن، توده چربی و درصد چربی بدن به‌طور معنی‌داری در هر دو گروه تمرینی مکمل و دارونما در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش یافت. علاوه بر این، میزان تغییرات در گروه مکمل به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه دارونما بوده است. این نتایج با یافته‌های آبراموویس (۲۰۰۵) همسوست (۲۸)، هرچند با تحقیقات لی (۲۰۰۷) و براد (۲۰۰۵) هم خوانی ندارد (۱۶، ۱۷). همان‌طور که قبلاً اشاره شد احتمالاً دلیل این تناقض به شرایط جسمانی آزمودنی‌ها مربوط است. در هر دو مطالعه فوق، بر خلاف مطالعه حاضر از افراد سالم دارای وزن نرمال استفاده شده بود.

از سوی دیگر، نتایج این پژوهش نشان داد که میزان تستوسترون و کورتیزول به‌طور معنی‌داری در هر دو گروه مکمل و دارونما بدنبال اجرای ۸ هفته برنامه تمرین ترکیبی افزایش یافته است. همسو با تغییرات پروفایل لیپید، میزان افزایش هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول در گروه مکمل بیشتر بوده است. بنابراین این احتمال مطرح می‌شود که مصرف مکمل ال-کارنیتین از طریق مکانیسم‌هایی همچون تعدیل عمل گیرنده‌های گلوکوکورتیکوئید، بعضی از فعالیت‌های زیستی گلوکوکورتیکوئیدها را (تحریک لیپولیز در بافت چربی) افزایش دهد (۲۸). از طرف دیگر مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند که سطح تستوسترون ارتباط منفی با LDL، TC و TG دارد و همچنین یک همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین سطح تستوسترون و سطح HDL وجود دارد (۲۹) و با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش که سطوح TG، TC و LDL کاهش یافتند و سطح HDL نیز افزایش یافته است و این میزان تغییرات به‌طور معنی‌داری به نفع گروه مکمل بیشتر بود، بنابر این احتمال می‌رود این میزان افزایش معنی‌دار تستوسترون در گروه مکمل در ارتباط با پروفایل لیپیدی، تغییری قابل انتظار باشد. همچنین با توجه به تفاوت معنادار کورتیزول دو گروه در پس‌آزمون، کاهش بیشتر تری‌گلیسرید، درصد چربی و LDL در

¹. Michae

². Lipoprotein lipase (LPL)

³. Lecithin-cholesterol acyltransferase (LCAT)

⁴. Gonzalez-Ortiz et al.

آزمودنی‌ها در این پژوهش دانشجو بودند و از لحاظ زمانی دارای محدودیت بودند، اجرا شوند تا نتیجه‌گیری دقیق حاصل آید.

نتیجه‌گیری

در کل، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اجرای ۸ هفته تمرینات ترکیبی مقاومتی و استقامتی باعث بهبود تغییرات هورمونی، ترکیب بدنی و پروفایل لیپیدی شد، اما با مصرف روزانه ۳ گرم مکمل ال-کارنیتین همراه با تمرینات ترکیبی، تغییرات محسوس تری ملاحظه گردید. بنابراین، شاید بتوان، مصرف این مکمل را همراه با برنامه‌های تمرینی به‌عنوان روشی مؤثر جهت کاهش وزن و کاهش عوامل خطرزای قلبی-عروقی در افراد چاق در نظر گرفت.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌ها و کلیه افرادی که امکان اجرای طرح حاضر را مهیا نمودند، قدردانی می‌گردد.

گروه مکمل نسبت به گروه دارونما منطقی به نظر می‌رسد و احتمالاً این هورمون کاتابولیکی با تحریک بیشتر لیپولیز و خروج لیپیدها از بافت‌های چربی و استفاده بیشتر از آن‌ها به‌عنوان منبع سوخت، منجر به کاهش توده چربی و بهبود پروفایل لیپیدی در گروه مصرف‌کننده مکمل ال-کارنیتین شده است (۱۲).

همچنین، یافته‌های حاضر حاکی از آن است که وزن بدون چربی افزایش (غیر معنادار) یافته است. تستوسترون هورمونی آنابولیک است که غلظت آن در خون محرک پروتئین‌سازی عضله است و باعث افزایش توده عضلانی و به دنبال آن افزایش توده بدن می‌شود (۳۰). از آنجا که میزان تستوسترون در دو گروه مکمل و دارونما افزایش یافته، پس انتظار می‌رود که بهبود توده بدون چربی بدن ناشی از افزایش این هورمون باشد. در پایان امید است که پژوهش‌های بیشتری در این زمینه صورت گیرد، پژوهش‌هایی بر روی دختران چاق با اندازه‌گیری آنزیم‌های مرتبط با لیپولیز و تعداد هورمون‌های بیشتر از جمله هورمون رشد و انسولین که از محدودیت‌های این پژوهش بودند، در دوره‌های طولانی‌تر چرا که

References:

1. Baker J, Davies B, Cooper S, Wong D, Buchan D, Kilgore L. Strength and body composition changes in recreationally strength-trained individuals: comparison of one versus three sets resistance-training programmes. *Bio Med Res Int* 2013;615901:1-6.
2. Merrick J, Bachar A, Carmeli E, Kodesh E. Effects of aerobic exercise on body composition and muscle strength in over-weight to obese old women with intellectual disability: a pilot study. *Open Rehabi J* 2013;6:43-8.
3. Rahimi R. Effect of moderate and high intensity weight training on the body composition of overweight men. *Facta universitatis-series: Physical Educ Sport* 2006;4(2):93-101.
4. Venables MC, Jeukendrup AE. Endurance training and obesity: effect on substrate metabolism and insulin sensitivity. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(3):495-502.
5. Gorzi A, Agha-Alinejad H, Rajabi H, Azad A, Molanouri SM, Hedayati M. Effect of concurrent, strength and endurance training on hormones, lipids and inflammatory characteristics of untrained men. *Iran J Endocrinol Metab* 2012;13(6):614-20. (Persian)
6. Park SK, Park JH, Kwon YC, Kim HS, Yoon MS, Park HT. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on abdominal fat in obese middle-aged women. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2003;22(3):129-35.
7. Ajose O, Fasubaa O, Thomas K, Bolodeoku J. Serum lipids and lipoprotein cholesterol profile in pregnant Nigerian women. *J Clin Sci* 2002;2(1-2):2.
8. Norata GD, Catapano AL. Molecular mechanisms responsible for the antiinflammatory and protective effect of HDL on the endothelium. *Vascular Health Risk Manag* 2005;1(2):119-29.
9. Arazi H, Jorbonian A, Asghari E. Comparison of concurrent (resistance-aerobic) and aerobic training on vo2max lipid profile, blood glucose and blood pressure in middle-aged men at risk for cardiovascular disease. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci* 2013;20(5):627-38. (Persian)

10. Asad M. Effect of 8 weeks aerobic, resistance and concurrent training on cholesterol, LDL, HDL and cardiovascular fitness in obesity male. *Appl Res Sport Manag Biol* 2013;1(3):57-64. (Persian)
11. Stephens FB, Constantin Teodosiu D, Greenhaff PL. New insights concerning the role of carnitine in the regulation of fuel metabolism in skeletal muscle. *J Physiol* 2007;581(2):431-44.
12. Kraemer WJ, Volek JS, Dunn-Lewis C. L-carnitine supplementation: influence upon physiological function. *Curr Sports Med Rep* 2008;7(4):218-23.
13. Kraemer WJ, Volek JS, French DN, Rubin MR, Sharman MJ, Gomez AL, et al. The effects of L-carnitine L-tartrate supplementation on hormonal responses to resistance exercise and recovery. *Strength Cond Res* 2003;17(3):455-62.
14. Parandak K, Arazi H, Khoshkharesh F, Nakhostin-Roohi B. The effect of two-week L-carnitine supplementation on exercise-induced oxidative stress and muscle damage. *Asian J Sports Med* 2014;5(2):123-8.
15. Alipour B, Barzegar A, Panahi F, Safaeian A, Es.haghi M. Effect of L-carnitine supplementation on metabolic status in obese diabetic women with hypocaloric diet. *Health Scope* 2014;3(1):1-5.
16. Lee JK, Lee JS, Park H, Cha YS, Yoon CS, Kim CK. Effect of L-carnitine supplementation and aerobic training on FABPc content and β -HAD activity in human skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol* 2007;99(2):193-9.
17. Broad EM, Maughan RJ, Galloway SD. Effects of four weeks L-carnitine L-tartrate ingestion on substrate utilization during prolonged exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005;15(6):665-79.
18. Gonzalez-Ortiz M, Hernandez-Gonzalez SO, Hernandez-Salazar E, Martinez-Abundis E. Effect of oral L-carnitine administration on insulin sensitivity and lipid profile in type 2 diabetes mellitus patients. *Ann Nutr Metab* 2007;52(4):335-8.
19. Franckowiak SC, Dobrosielski DA, Reilley SM, Walston JD, Andersen RE. Maximal heart rate prediction in adults that are overweight or obese. *Strength Cond Res* 2011;25(5):1407-12.
20. Arazi H, Asadi A. Effects of 8 weeks equal-volume resistance training with different workout frequency on maximal strength, endurance and body composition. *Int J Sports Sci Eng* 2011;5(2):112-8.
21. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chemis* 1972;18(6):499-502.
22. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease benefits, rationale, safety, and prescription an advisory from the committee on exercise, rehabilitation, and prevention, council on clinical cardiology, American Heart Association. *Circulation* 2000;101(7):828-33.
23. Mestek ML, Garner JC, Plaisance EP, Taylor JK, Alhassan S, Grandjean PW. Blood lipid responses after continuous and accumulated aerobic exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2006;16(3):245-54.
24. Valle VSd, Mello DBd, Fortes MdSR, Dantas EHM, Mattos MAd. Effect of diet and indoor cycling on body composition and serum lipid. *Arq Bras Cardiol* 2010;95(2):173-8.
25. Sugiura H, Sugiura H, Kajima K, Mirbod SM, Iwata H, Matsuoka T. Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: randomised controlled trial [ISRCTN21921919]. *BMC Womens Health* 2002;2(1):3.

26. Karimi M, Rafrat M, Rashidi M, Jafari A. Effect of L-carnitine supplementation with or without moderate aerobic training on serum lipid profile and body fat percentage in obese women. *Iran J Endocrinol Metab* 2013;14(5):445-54. (Persian)
27. Malaguarnera M, Vacante M, Avitabile T, Malaguarnera M, Cammalleri L, Motta M. L-carnitine supplementation reduces oxidized LDL cholesterol in patients with diabetes. *Am J Clin Nutr* 2009;89(1):71-6.
28. Abramowicz WN, Galloway SD. Effects of acute versus chronic L-carnitine L-tartrate supplementation on metabolic responses to steady state exercise in males and females. *Int J Sport Nutr Exercise Metab* 2005;15(4):386-400.
29. Eslamirad Z, Hajihoseini R, Ghorbanzadeh B, AlmasiL-Hashianee A. Relationship between blood testosterone level and lipid profile among a group of men with and without Toxoplasma IgG antibody referred to pre-marital clinics in Arak city, 2012. *Arak Med Univ J* 2014;16(81):1-8. (Persian)
30. Herbst KL, Bhasin S. Testosterone action on skeletal muscle. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2004;7(3):271-7.

EFFECT OF CONCURRENT TRAINING WITH INGESTED OF L-CARNITINE SUPPLEMENTATION ON HORMONAL CHANGES, LIPID PROFILE AND BODY COMPOSITION IN OBESE MEN

Mehdi Hakimi^{1*}, Dariush Sheikholeslami-Vatani², Maryam Ali-Mohammadi³

Received: 22 Feb , 2015; Accepted: 30 Apr , 2015

Abstract

Background & Aims: The purpose of this study was to investigate the effects of resistance and endurance concurrent training combined with ingested of L-Carnitine supplementation on hormonal changes, lipid profile, and body composition in obese men.

Materials & Methods: Twenty four young obese men (age: 23.6 ± 2.4 years and BMI: 32.4 ± 1.6 kg/m²) volunteered to participate in this study and were randomly divided into two groups of 12 people taking the supplement and placebo. Both groups performed the same concurrent resistance and endurance training program (3 times a week for 8 weeks). The supplement group consumed daily 3g of L-carnitine and the placebo group ingested the same amount of maltodextrin. Blood samples were collected before and 36h after completion of the training course in the fasting state. The paired sample t-test was used to determine differences within a group, and differences between groups were analyzed using independent t-test.

Results: In both supplement and placebo groups a significant decrease were seen in body weight, fat mass, body fat percentage, cholesterol, TG and LDL-c after 8 weeks of concurrent training. Moreover, a significant increase was observed in HDL-c ($p \leq 0.05$). After more, a significant increase in cortisol (in both groups) and testosterone (only in the supplement group) were observed ($p \leq 0.05$). However, in all the variables mentioned, there were significant differences between groups in favor of the group receiving carnitine at the post-test. In other words, the rate of improvement was significantly greater in the supplement group compared to the placebo group ($p \leq 0.05$).

Conclusion: Although the implementation of a combination of resistance and endurance training for 8 weeks improves body composition, lipid profile and hormonal changes in obese subjects, but the rate of progress was significantly improved with supplementation of L-carnitine.

Keywords: Resistance training, Endurance training, Fat mass, Obesity, L-Carnitine

Address: Department of Physical Education & Sport Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Tel: +98 9189123757

Email: Mehdihakimi66@yahoo.com

SOURCE: URMIA MED J 2015; 26(3): 193 ISSN: 1027-3727

¹ Ph.D Student in Exercise Physiology in Cardiovascular and Respiration, Department of Physical Education & Sport Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (Corresponding Author)

² Associate Professor in Exercise Physiology, Department of Physical Education & Sport Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

³ MSc in Exercise Physiology, Teacher of Physical Education and Sport, Marivan Education Organization, Kurdistan, Iran