



تأثیر تمرینات ترکیبی همزمان با مصرف دو مکمل امگا-۳ وال- کارنتین بر سطح سرمی آیریزین، مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی در زنان دیابتی نوع ۲

علی حسنی^{*}، معصومه قربانی^۲

۱- دانشگاه صنعتی شاهرود- دانشکده تربیت بدنی- گروه فیزیولوژی ورزشی- دانشیار.

۲- دانشگاه صنعتی شاهرود- دانشکده تربیت بدنی- کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۶/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۱۰

چکیده

مقدمه: تعیین تأثیر تمرینات ترکیبی همزمان با مصرف دو مکمل امگا-۳ وال- کارنتین بر سطح سرمی آیریزین، مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی در زنان دیابتی نوع ۲ بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش که از نوع کارآزمایی بالینی بود، ۵۸ زن داوطلب مبتلابه دیابت نوع ۲ به صورت تصادفی به ۶ گروه ۱۰ نفری: ۱- تمرین+دارونما، ۲- تمرین+ مکمل امگا۳، ۳- تمرین+ مکمل ال کارنتین، ۴- تمرین+ مکمل امگا۳+ ال کارنتین، ۵- مکمل امگا۳+ ال کارنتین و ۶- کنترل (۸ نفر) تقسیم شدند. تمرینات ترکیبی (۸ هفته، ۳ جلسه در هفته) شامل ۳۰ دقیقه تمرین هوازی دویدن روی تردمیل و ۴۰-۳۰ دقیقه تمرین مقاومتی دایره‌ای بود. گروه امگا۳ روزانه ۲ عدد کپسول (۱۰۰۰ میلی‌گرم) امگا ۳ و گروه ال- کارنتین ۵۰۰ میلی‌گرم ال- کارنتین مصرف کردند. آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی، پرسشنامه سلامت عمومی و پرسشنامه فعالیت بدنی (PAR-Q) اخذ شد. نتایج در نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفت. **نتایج:** یافته‌ها در زنان با میانگین سنی ۵۲/۷±۶/۱ (سال) بررسی و سطح سرمی آیریزین در تحلیل کوواریانس در گروه ۲ ($P=0/02$) و ۴ ($P=0/04$) افزایش معناداری داشت. افزایش معنادار HDL را در گروه‌های ۴ و ۵ ($P=0/001$) و کاهش معنادار TG را در گروه ۲ ($P=0/01$) و ۴ ($P=0/03$) و گروه ۵ ($P=0/01$) نشان داد. مقاومت به انسولین در گروه ۲ و ۵ ($P=0/03$) تنها در t همبسته کاهش معنی‌داری داشت. **نتیجه‌گیری:** یافته‌ها نشان دادند تمرین با مصرف مکمل امگا۳ و تمرین با امگا ۳+ ال کارنتین نسبت به دیگر گروه‌ها محرک مناسب‌تری برای افزایش سطح سرمی آیریزین و در نتیجه کاهش عوامل خطر دیابت هستند.

واژه‌های کلیدی: تمرینات ترکیبی، مکمل امگا-۳، مکمل ال کارنتین، آیریزین، دیابت نوع ۲.

*نویسنده مسئول: دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده تربیت بدنی، تلفن: ۰۲۳-۳۲۳۹۵۵۲۰، نمابر: ۰۲۳-۳۲۳۹۵۵۲۰، Email: hassani_3@yahoo.com

ارجاع: حسنی علی، قربانی معصومه. تأثیر تمرینات ترکیبی همزمان با مصرف دو مکمل امگا-۳ وال- کارنتین بر سطح سرمی آیریزین، مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی در زنان دیابتی نوع ۲. مجله دانش و تندرستی ۱۳۹۷؛ ۱۳(۱): ۶۴-۵۵.

مقدمه

دیابت یکی از بیماری‌های جدی متابولیکی است که باعث اختلال در متابولیسم چربی می‌شود. افزایش بافت چربی به‌خصوص چربی احشایی وابستگی کاملی به عوامل خطرآفرین بیماری‌های قلبی-عروقی، عدم تحمل گلوکز، هیپر لیپیدمی، پرفشار خونی و همچنین به‌عنوان عامل زمینه‌ساز در دیابت و سندروم متابولیک دارد (۱). از عوامل ارتباط بین عضله اسکلتی و بافت چربی، هورمون‌های ترشح‌شده از عضلات اسکلتی هستند که مایوکاین نامیده می‌شوند (۲). مایوکاین‌ها می‌توانند بافت چربی سفید را که منبع ذخیره انرژی در بدن است به بافت چربی قهوه‌ای که مصرف‌کننده انرژی (از طریق گرم‌زایی) است تبدیل کنند (۳)، چربی قهوه‌ای در تولید گرما نقش داشته و دارای اثرات ضدچاقی و ضددیابت است (۴ و ۵). یکی از این مایوکاین‌ها هورمون آیریزین (Irisin) است که در سال ۲۰۱۲ توسط گروه بوستروم (Bostrom) و همکاران شناسایی گردید. آیریزین در اثر فعالیت عضلانی و ورزش تولید می‌شود و سازوکار آن بدین‌صورت است که این مایوکاین توسط PGC-1 α و Peroxisome proliferator-activated receptor gamma (coactivator-1 α) تحریک می‌شود و تحریک PGC-1 α هم با فعالیت ورزشی است. PGC-1 α یک عامل فعال‌کننده‌ی شاخص رونویس PPAR- γ (Peroxisome proliferator-activated receptor) است که بسیاری از اثرات بیولوژیکی خود را بر متابولیسم انرژی اعمال می‌کند (۶). همچنین افزایش یافتن PGC-1 α با افزایش بیان ژن FNDC5 (Fibronectin type III domain-containing protein 5 precursor) همراه است که این پروتئین غشایی FNDC5 پس از شکستن و جدا شدن از غشای سلولی و تجزیه به‌صورت آیریزین در خون رها می‌شود و پس از رسیدن به سلول هدف سبب القا خاصیت بافت چربی قهوه‌ای در بافت چربی سفید می‌شود (۳). این فرآیند به تولید حرارت بجای تولید ATP منجر می‌شود. از آنجایی که آیریزین یک عامل مولد حرارت است، اعتقاد بر این است که نقش مهمی در کاهش توده چربی دارد (۷). همچنین سطح بالای بافت چربی قهوه‌ای با مقاومت در برابر بیماری‌های متابولیکی و دیابت نوع ۲ مرتبط است (۸) و به نظر می‌رسد در اختلالات متابولیکی که با ورزش بهبود می‌یابند نقش واسطه‌ای داشته باشد زیرا بیوژنز میتوکندری و متابولیسم اکسیداتیو را در بسیاری از سلول‌ها کنترل می‌کند (۳). در سال‌های اخیر استفاده از تمرینات ورزشی ترکیبی (هوازی و مقاومتی) برای همه‌ی افراد توصیه‌شده است (۹ و ۱۰)، چراکه اجرای تمرینات ترکیبی مقاومتی و استقامتی در افراد باعث کاهش بیشتر توده چربی بدن و بهبود ترکیب بدنی در مقایسه با تک‌تک اجرای این تمرینات می‌شوند (۱۱ و ۱۲). نتایج مطالعات در مورد اثر فعالیت ورزشی بر آیریزین متفاوت‌اند، برخی حاکی از افزایش آیریزین پس از فعالیت ورزشی هستند (۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱ و ۲۲) و برخی تغییرات قابل ملاحظه‌ای

مشاهده نکردند (۱۴، ۱۶ و ۲۰) همچنین سطح سرمی آیریزین پایین تری را در بیماران دیابتی نوع ۲ در مقایسه با افراد سالم گزارش کرده‌اند (۲۵-۲۳). از آنجایی که بافت چربی قهوه‌ای توانایی کنترل قند خون را بهبود می‌بخشد، ممکن است افزایش سطح آیریزین با کاهش مقاومت به انسولین و گلوکز در ارتباط باشد. در مطالعه گومز و همکاران (۲۰۱۶) همبستگی مثبتی بین آیریزین و گلوکز ناشتا در گروه مبتلا به دیابت نوع ۲ گزارش شد. (۲۶ و ۲۷) و یا همبستگی معنادار و مثبت بین آیریزین و مقاومت به انسولین در بزرگسالان بدون دیابت بیان شد (۲۸) برعکس در مطالعه خادمی و همکاران (۲۰۱۵) ارتباط منفی و معنادار آیریزین با مقاومت به انسولین گزارش شد (۱۸). برخی مطالعات نیز بیان ژن FNDC5 را با تغییرات فشارخون و پروفایل لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ مرتبط دانستند (۲۹). امروزه مصرف انواع مکمل‌ها مورد توجه ورزشکاران، پزشکان و متخصصان فیزیولوژی ورزش هست. مکمل‌های غذایی فرآورده‌هایی هستند حاوی مواد مغذی که فقدان یا کمبود یک یا چند ماده مغذی اولیه در رژیم غذایی را تکمیل می‌کنند و از طریق ارتقاء عملکرد و یا پیشگیری از اختلالات دستگاه‌های مختلف بدن، افزایش سلامت را فراهم می‌کنند. یکی از این مکمل‌ها، امگا ۳ است. امگا ۳ برای ادامه حیات بدن ضروری است و چون توسط خود بدن تولید نمی‌شود، باید توسط رژیم غذایی و مکمل‌ها تأمین شود. تحقیقات نشان می‌دهد که انسولین به‌عنوان مرکز کنترل متابولیسم بدن با اثر بر بافت‌های چربی، استفاده از چربی به‌عنوان منبع سوخت را تنظیم می‌کند و در صورت نبود یا کمبود انسولین در خون، از چربی به‌عنوان منبع سوخت استفاده می‌شود (۳۰)، از سویی دیگر مشخص شده است اسیدهای چرب امگا ۳، حفظ سلامت غشای سلول را تضمین می‌کنند، حال اینکه غشای سلول حاوی تعداد زیادی از گیرنده‌های انسولین است و این گیرنده‌ها پاسخ‌دهنده‌ی انسولین در سیستم بدن هستند که با فعال‌سازی ژن‌های لیپولیتیک (ژن‌های چربی‌سوزی) و یا غیرفعال‌سازی ژن‌های لیپوژنیک (ژن‌های ذخیره‌کننده‌ی چربی) کاهش ذخایر چربی در سلول‌های چربی را باعث می‌شوند، از این‌رو به‌نظر می‌رسد اسیدهای چرب امگا ۳ از طریق افزایش بتا اکسیداسیون، با کمک به ساختار غشای سلولی باعث کمک به عملکرد انسولین می‌گردد (۳۱). مکمل دیگر ال کارنتین است. مکمل کارنتین (ال-۳-هیدرو کسی تری متیل آمینو بوتانات) اسیدآمینوای است که در بدن انسان از اسیدهای آمینه‌ی ضروری لیزین و متیونین در کلیه و کبد سنتز می‌شود و یا توسط رژیم غذایی وارد بدن می‌شود و ال - کارنتین شکل فعال کارنتین است. ورزشکاران استقامتی از کارنتین به‌منظور افزایش اکسایش چربی و صرفه‌جویی در گلیکوژن عضله استفاده می‌کنند (۳۲). در عضلات اسکلتی ال کارنتین در انتقال اسید چرب آزاد به میتوکندری در فرآیند بتا اکسیداسیون نقش مهمی دارد. چرا که تمرین ورزشی سبب افزایش

مشخص شد. سپس تخصیص شرکت کننده‌ها توسط یکی از اعضای تیم پژوهشی که با آنها در ارتباط نیست با نسبت تخصیص ۱:۱:۱:۱ در داخل گروه‌های ۱- گروه تمرین + دارونما، ۲- تمرین + مکمل امگا ۳، ۳- تمرین + مکمل ال کارنتین، ۴- تمرین + مکمل امگا ۳ + مکمل ال کارنتین، ۵- مکمل امگا ۳ + مکمل ال کارنتین و ۶- گروه کنترل (گروهی که هیچ مصرف مکملی در طول دوره تحقیق نداشتند و همانند دیگر گروه‌ها از داروهای کاهنده قند خون، چربی و فشارخون با دوز یکسان استفاده می‌کردند) صورت می‌گیرد. توالی تخصیص توسط پاکت های ماتی که به ترتیب شماره گذاری می‌شوند پنهان می‌شود، و پاکت های نامه تنها پس از اینکه تمام ارزیابی‌های اولیه و پایه مربوط به شرکت کنندگان صورت گرفت باز می‌شود. توالی تخصیص تصادفی توسط یکی از همکاران مطالعه که در ارزیابی‌ها درگیر نیست صورت می‌گیرد و از ارزیاب‌ها و دیگر همکاران تحقیق مخفی باقی می‌ماند. به خاطر ماهیت مطالعه ارزیاب (متخصص آزمایشگاهی) و متخصص آماری از تقسیم بندی شرکت کننده‌ها در گروه‌ها کور می‌شود، اما شرکت کننده‌ها و مربی تمرین از تقسیم بندی شرکت کننده‌ها در گروه‌ها کور نمی‌شوند.

به گروه امگا-۳ به مدت ۸ هفته و هرروز دو کپسول محتوی امگا-۳ (هر کپسول حاوی ۱۰۰۰ میلی گرم امگا-۳ (EPA 360 میلی گرم) و (240 DHA میلی گرم)) (۳۴) و به گروه ال - کارنتین هم روزانه ۵۰۰ میلی گرم ال کارنتین ۲ ساعت قبل از تمرین ورزشی داده شد که همراه با ۲۰۰ میلی لیتر آب مصرف کردند (۳۵). همچنین روزانه ۲ کپسول حاوی ۱ گرم نشاسته ذرت به عنوان دارونما به گروه یک داده شد.

در ابتدا و انتهای ۸ هفته با استفاده از دستگاه Body Composition (ساخت کره)، ترکیب بدنی که شامل وزن، BMI، درصد چربی کل بدن و نسبت دور کمر / دور لگن (WHR) است، اندازه گیری شد. همچنین فشارخون سیستمی و دیاستولی آزمودنی‌ها نیز با دستگاه فشارخون جیوه ای (ساخت ژاپن) مشخص شد. قند خون اولیه برای همگن سازی گروه‌ها با دستگاه تست قند انگشتی (ساخت کره) اندازه گیری گردید. نمونه خون شرکت کنندگان یک بار در مرحله اول (پیش از تمرین) صبح و پس از ۱۰ ساعت ناشتایی به میزان ۱۰ سی سی در حالت نشسته و بار دوم (پس از تمرین) ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینات (۸ هفته) و مصرف مکمل‌ها در حالت ناشتا گرفته شد. سطح سرمی آیریزین با روش ELISA و با استفاده از کیت انسانی شرکت آلمانی (ELISA, ZellBio GmbH, Ulm, Germany) با حساسیت ۰/۰۲ میکروگرم بر میلی لیتر اندازه گیری شد. گلوکز نیز با استفاده از روش Colorimetric Enzymatic و با استفاده از کیت انسانی شرکت ایرانی پارس آزمون (Parsazmun, Colorimetric Enzymatic, Parsazmun) پارس آزمون (Tehran, Iran) با حساسیت ۱ میلی گرم بر دسی لیتر اندازه گیری گردید. سطوح انسولین به روش (Insulin, ELISA, Monobind Inc, USA) و کیت

ظرفیت عضله‌ی اسکلتی برای اکسیداسیون اسید چرب می‌شود که خود نیازمند افزایش انتقال اسید چرب آزاد به درون میتوکندری است اینجاست که ال کارنتین به عنوان یک حامل عمل می‌کند. به دلیل اینکه آیریزین و ورزش بر متابولیسم چربی‌ها و به نوعی بر عملکرد انسولین تأثیر گذاشته و مکمل‌های امگا ۳ و ال کارنتین خود به تنهایی باعث افزایش اکسیداسیون چربی‌ها شده و مقاومت به انسولین را کاهش می‌دهند، از طرفی پژوهشی مبنی بر مصرف همزمان یا به تنهایی مکمل‌های امگا ۳ و ال کارنتین بر تغییرات سطح سرمی آیریزین یافت نشد، ما بر آن شدیم تا بررسی کنیم آیا تمرینات ورزشی ترکیبی همزمان با مصرف دو مکمل امگا ۳ و ال کارنتین می‌توانند تغییراتی در سطح سرمی پروتئین آیریزین (بیان ژن FNDC5) و مقاومت به انسولین بر روی زنان دیابتی‌های نوع ۲ داشته باشند؟

مواد و روش‌ها

طرح تحقیق از نوع کارآزمایی بالینی و شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون با ۵ گروه تجربی و یک گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش را زنان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ مراجعه کننده به انجمن دیابت شهر شاهرود تشکیل می‌دادند. معیار ورود به مطالعه، زنان مبتلا به دیابت نوع ۲، طبق تشخیص پزشک که حداقل ۳ سال هم از تشخیص بیماری آن‌ها گذشته باشد، عدم تغییر در مصرف داروهای کاهنده قند خون، چربی خون و فشارخون در دو ماه اخیر و نباید فشارخون بالاتر از ۱۶۰/۹۵ میلی متر جیوه داشته باشند. معیارهای خروج از مطالعه شامل تزریق انسولین بعد از شروع پروتکل و داشتن عوارض ثانویه دیابت مانند عوارض چشمی، کلیوی، زخم پای دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی و التهابی و بی‌نظمی در جلسات تمرینی و مصرف مکمل‌ها بود. شرکت کنندگان در مطالعه از تخصیص مداخله اطلاع نداشتند. قبل از ورود به این مطالعه همه‌ی آزمودنی‌ها توسط پزشک معتمد از انجمن دیابت مورد معاینه و بررسی قرار گرفتند، پس از توجیه کامل شرکت کنندگان، فرم رضایت‌نامه را از آنان اخذ و پرسشنامه سلامت عمومی و پرسشنامه فعالیت بدنی (PAR-Q) را تکمیل کردند و آزمودنی‌ها به وسیله قند خون و ترکیب بدنی که در ابتدا اندازه گیری شد، هم‌تاسازی شدند.

حجم نمونه تحقیق توسط نرم افزار G*Power3.1 محاسبه شد. حجم نمونه براساس توان آماری ۰/۹۵، خطای نوع اول ۰/۰۵ و اندازه اثر ۲/۲٪ گزارش شده بر اساس میانگین و انحراف استاندارد متغیر آیریزین در پس آزمون گروه کنترل و تمرین مطالعه یاشیفومی و همکاران ۲۰۱۴ (۳۳) برای هر گروه ۷ نفر محاسبه شد. با احتمال ریزش ۲۰٪ تعداد ۱۰ شرکت کننده برای هر گروه انتخاب شد.

برای تخصیص شرکت کننده‌ها در گروه‌های پژوهشی، یک لیست کامپیوتری از شماره‌ها تصادفی جهت تخصیص تصادفی آزمودنی‌ها در بلوک‌های ۲ و ۴ تایی با استفاده از نرم افزار SPSS توسط مشاور آماری

برای هر یک از حرکات، تمرینات باتوجه به یک تکرار بیشینه انجام شد. تمرین مقاومتی با شدتی معادل ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه با ۱۰ تکرار در هر حرکت برای ۳ ست متوالی با زمان استراحت ۳۰ ثانیه‌ای بین هر ایستگاه و بین هر دور ۱۲۰ ثانیه استراحت انجام شد. این تمرینات در ۱۰ حرکت ایستگاهی به صورت دایره‌ای برنامه‌ریزی شده بود. ایستگاه‌ها شامل: پرس بالا سینه، پرس سرشانه (نظامی)، زیر بغل لت، پرس پا، جلو ران، پشت ران خوابیده، بالا کشیدن ساق پا، جلو بازو و پشت بازو سیم‌کش و دراز و نشست بود (۳۸ و ۳۹). ۵ دقیقه هم برای سرد کردن اختصاص یافت. جهت رعایت اصل اضافه‌بار و افزایش شدت، هر ۲ هفته یک‌بار، یک تکرار بیشینه مجدداً اندازه‌گیری و ۶۰ درصد آن محاسبه می‌شد.

نتایج

محاسبات آماری توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد. مشخصات فردی (جدول ۱) و شاخص‌های بیوشیمیایی از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و از آزمون کلموگراف اسمیرنوف نیز برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. برای مقایسه درون‌گروهی در ابتدا و انتهای مطالعه از آزمون t همبسته (جدول ۲) و یک Anova اولیه نیز برای بیان معنادار نبودن گروه‌ها انجام گردید. برای بیان تفاوت بین گروه‌ها هم از آزمون تحلیل کوواریانس (جدول ۳) و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید، همچنین سطح معناداری آزمون‌ها $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

انسانی ساخت شرکت امریکا و با حساسیت: $0.75 \mu\text{IU/ml}$ و HDL و TG با کیت (Colorimetric Enzymatic, Parsazmun, Tehran, Iran) LDL, TC با کیت (Enzymatic Photometric, Parsazmun, Tehran, Iran) اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه شاخص مقاومت به انسولین از روش ارزیابی مدل هموستازی (HOMA) و با در دست داشتن گلوکز و انسولین ناشتا انجام گرفت (۳۶).

$(\text{mg/dl}) / 4.5 \times (\text{IU/ml}) = \text{انسولین ناشتا} = \text{شاخص مقاومت به انسولین}$

کل مدت تمرین حدود ۱۸۰-۱۹۰ دقیقه در هفته که ۳۰ دقیقه تمرین هوازی و ۴۰-۳۰ دقیقه تمرین مقاومتی به صورت ۳ جلسه در هفته بود. در جلسات آغازین شرکت‌کنندگان بعد از ۱۰ دقیقه برنامه گرم کردن، با شدت ۷۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۲۰ دقیقه روی تردمیل راه رفتند. جهت تعیین شدت تمرین، حداکثر ضربان قلب با فرمول سن - ۲۲۰ محاسبه شد. بعد از تمرین هوازی ۵ دقیقه استراحت و سپس تمرین مقاومتی انجام می‌شد. در جلسه اول تمرین مقاومتی، جهت آشنایی و یادگیری صحیح حرکات، آزمودنی‌ها هفته اول را با حداقل وزنه و چند تکرار زیر بیشینه، انجام دادند. از هفته دوم به بعد، پس از برآورد یک تکرار بیشینه (IRM) طبق فرمول زیر (۳۸)

$$\text{وزنه جابجا شده به کیلوگرم} = \frac{\text{یک تکرار بیشینه}}{(1,0278 - (0,0278 \times \text{تعداد تکرار تا خستگی}))}$$

جدول ۱- مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها میانگین \pm انحراف معیار

متغیر	تمرین + دارونما n=۱۰	تمرین + امگا ۳ n=۱۰	تمرین + امگا ۳ + ال کارنتین n=۱۰	تمرین + امگا ۳ + ال کارنتین n=۱۰	تمرین + امگا ۳ + ال کارنتین n=۱۰	تمرین + امگا ۳ + ال کارنتین n=۱۰	کنترل n=۸	P.V
سن (سال)	۵۲/۲۰ ± ۶/۸	۵۰/۶۰ ± ۶/۸	۵۱/۹۰ ± ۴/۲	۵۱/۹۰ ± ۴/۲	۵۳/۶۰ ± ۴/۴	۵۳/۶۰ ± ۴/۴	۵۳/۷۵ ± ۶/۴	۰/۴۹۷
قد (متر)	۱/۵۸ ± ۲/۳	۱/۵۹ ± ۰/۹	۱/۵۷ ± ۳/۱	۱/۵۷ ± ۳/۱	۱/۵۵ ± ۰/۳	۱/۵۵ ± ۰/۳	۱/۵۵ ± ۰/۳	۰/۸۴۳
وزن (کیلوگرم)	۷۰/۸ ± ۲/۱	۷۶/۸ ± ۰/۸	۷۵/۴ ± ۰/۵	۷۵/۴ ± ۰/۵	۷۲/۴ ± ۰/۵	۷۲/۴ ± ۰/۵	۷۷/۸ ± ۲/۵	۰/۵۳۹

جدول ۲- آزمون t همبسته مشخصات آنترپومتر و شاخص‌های بیوشیمیایی

شاخص توده بدن (kg/m ²)	کنترل (۶)		امگا ۳ + ال کارنتین (۵)		تمرین + امگا ۳ + ال کارنتین (۴)		تمرین + امگا ۳ + ال کارنتین (۳)		تمرین + امگا ۳ + ال کارنتین (۲)		تمرین + دارونما (۱)	
	قبل	P.V	قبل	P.V	قبل	P.V	قبل	P.V	قبل	P.V	قبل	P.V
قبل	۳۲/۲۵ ± ۴/۶۹		۳۷/۵۹ ± ۲/۳۵		۳۱/۸۰ ± ۴/۹۱		۲۹/۳۶ ± ۴/۳۴		۳۰/۰۴ ± ۴/۴۷		۲۸/۴۱ ± ۴/۰۶	
بعد	۳۲/۲۸ ± ۴/۸۹	۰/۰۰۵*	۳۷/۲۳ ± ۲/۳۴	۰/۰۰۱*	۳۱/۱۱ ± ۵/۰۷	۰/۰۰۱*	۲۸/۹۳ ± ۳/۸۶	۰/۳۶	۲۹/۹۲ ± ۴/۸۵	۰/۷۰	۲۸/۴۷ ± ۳/۵۷	۰/۹۲
دورگرمی	۰/۹۸ ± ۰/۰۷		۰/۹۳ ± ۰/۰۵		۰/۹۹ ± ۰/۰۸		۰/۹۵ ± ۰/۰۶		۰/۹۵ ± ۰/۰۶		۰/۹۵ ± ۰/۰۷	
دورگرمی	۰/۹۸ ± ۰/۰۷	۰/۰۲*	۰/۸۸ ± ۰/۰۵	۰/۰۰۱*	۰/۹۲ ± ۰/۰۶	۰/۰۰۱*	۰/۹۵ ± ۰/۰۷	۰/۰۲*	۰/۹۵ ± ۰/۰۵	۰/۹۳	۰/۹۴ ± ۰/۰۶	۰/۰۶
آیریزین (ng/ml)	۳۹/۵۱ ± ۳/۹		۳۸/۰۱ ± ۲/۶		۳۸/۳۵ ± ۵		۳۷/۷۶ ± ۲/۶		۳۴/۷۸ ± ۷/۱		۳۵/۳۰ ± ۵/۰	
گلوکز (ml/dl)	۳۹/۳۲ ± ۵/۱	۰/۰۳*	۴۷/۷۵ ± ۴/۶	۰/۰۰۱*	۴۹/۶۳ ± ۲/۳	۰/۰۰۱*	۴۲/۲۱ ± ۷/۶	۰/۱۷	۴۲/۴۵ ± ۶/۴	۰/۰۰۱*	۳۶/۵۴ ± ۸/۴	۰/۶۶
انسولین (ml/μg)	۱۳۰ ± ۶		۱۶۱ ± ۸/۹		۱۳۱ ± ۹/۱		۱۴۷ ± ۳/۳		۱۴۲ ± ۱/۸		۱۵۵ ± ۸/۷	
HOMA-IR	۱۳۰ ± ۶/۴	۰/۰۴*	۱۴۳ ± ۵/۳	۰/۰۰۴*	۱۱۳ ± ۸/۰	۰/۰۰۴*	۱۳۵ ± ۴/۵	۰/۱۱	۱۲۵ ± ۲/۸	۰/۰۰۳*	۱۴۴ ± ۵/۹	۰/۰۰۵*
انسولین (ml/μg)	۷/۱۱ ± ۲/۲		۱۱/۲۹ ± ۵/۵		۸/۱۷ ± ۶/۰		۷/۲۹ ± ۴/۵		۸/۳۲ ± ۴/۹		۷/۱۲ ± ۴/۱	
HOMA-IR	۷/۳۱ ± ۲/۵	۰/۰۲*	۶/۷ ± ۳/۸	۰/۰۲*	۶/۰۶ ± ۴/۳	۰/۴۵	۶/۰۶ ± ۴/۳	۰/۶۱	۵/۹۴ ± ۲/۱	۰/۰۶	۶/۱۹ ± ۲/۵	۰/۴۷
HOMA-IR	۲/۱۹ ± ۰/۵		۴/۱۷ ± ۲/۱		۲/۶۸ ± ۲/۲		۲/۲۶ ± ۱/۳		۳ ± ۲/۱		۲/۹ ± ۲/۱	
HOMA-IR	۲/۲۴ ± ۰/۵	۰/۰۱*	۲/۲۱ ± ۱/۰	۰/۰۱*	۱/۶۱ ± ۱/۰	۰/۲۵	۲/۱۳ ± ۱/۴	۰/۹۵	۱/۸۵ ± ۰/۸	۰/۰۴*	۲/۲۳ ± ۱/۰	۰/۲۲

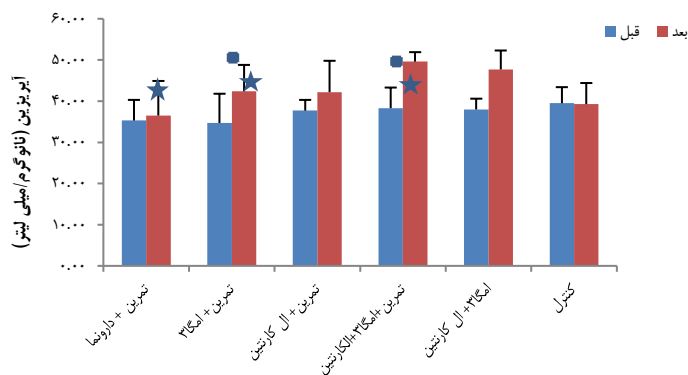
HDL (mg/dl)	۴۰/۸۲±۸/۸	۰/۲۳	۳۳/۲±۶/۲	۰/۱۰	۴۸/۴۸±۱۱/۹	۰/۲۵	۳۱/۳۹±۶/۷	۰/۰۰۴*	۳۸/۰۹±۶/۱	۰/۰۰۲*	۴۳/۶۳±۸/۷	۰/۵۲
	۴۳/۱۸±۶/۸		۳۹/۹±۷		۵۰/۷±۳		۳۳/۷±۹/۱		۵۰/۷±۵/۷		۴۳/۳۷±۸/۷	
LDL (mg/dl)	۱۳۳±۹/۳	۰/۱۴	۱۴۳±۸/۱	۰/۱۱	۱۳۵±۳/۶	۰/۰۹	۱۷۶±۴/۶	۰/۰۰۳*	۱۶۶±۹/۶	۰/۰۵*	۱۱۴±۳/۵	۰/۵۵
	۱۳۴±۶/۷		۱۳۳±۹/۷		۱۱۸±۸/۲		۱۴۰±۳/۲		۱۴۱±۵/۲		۱۱۷±۸/۷	
TG (mg/dl)	۲۱۴±۷/۱	۰/۰۱*	۱۷۷±۶/۹	۰/۰۰۵*	۱۶۲±۸/۱	۰/۰۰۳*	۲۱۸±۱۰/۳	۰/۰۰۱*	۲۰۱±۸/۷	۰/۰۰۲*	۲۰۸±۷/۳	۰/۳۴
	۱۹۱±۸/۲		۱۳۷±۷/۲		۱۳۶±۶/۴		۱۷۶±۱۰/۲		۱۷۷±۷/۵		۲۰۶±۶/۱	
TC (mg/dl)	۲۲۰±۸/۳	۰/۰۲*	۲۰۴±۹/۹	۰/۲۹	۱۹۳±۳/۱	۰/۰۹	۲۲۵±۶	۰/۸۶	۲۳۱±۷/۷	۰/۷۶	۱۹۴±۸	۰/۹۵
	۲۰۴±۶/۶		۱۹۳±۹/۴		۲۳۱±۴/۶		۲۲۸±۸/۷		۲۲۷±۷/۸		۱۹۴±۴/۵	

LDL: low-density lipoprotein cholesterol; HDL: high-density lipoprotein cholesterol; TG: triglyceride, HOMA-IR= insulin resistance index, TC: total cholesterol مقایسه درون گروهی: *، P≤۰/۰۵ (T-dependent)

جدول ۳- آزمون تحلیل کوواریانس مشخصات آنتروپومتری و شاخص های بیوشیمیایی

P.V	F	تفاوت میانگین ها	گروه ها
			شاخص توده بدن kg/m ²
		۰/۰۶ ± ۰/۴۹	۱- تمرین+دارونما
		۰/۱۲ ± ۰/۰۸	۲- تمرین+امگا۳
۰/۷۹۲	۰/۴۷۷	۰/۴۳ ± ۱/۰۲	۳- تمرین+ال کارنتین
		۰/۶۹ ± ۱/۷	۴- تمرین+امگا۳+ال کارنتین
		۰/۳۶ ± ۰/۰۱	۵- امگا۳+ال کارنتین
		۰/۰۳ ± ۰/۲۰	۶- کنترل
			دور کمر/دور لگن
		۰/۰۱ ± ۰/۰۱	۱- تمرین+دارونما
		± ۰	۲- تمرین+امگا۳
* ۰/۰۰۴	۳/۲۷۹	۰/۰۴ ± ۰/۰۱	۳- تمرین+ال کارنتین
		۰/۰۷ ± ۰/۰۲	۴- تمرین+امگا۳+ال کارنتین
		۰/۰۵ ± ۰	۵- امگا۳+ال کارنتین
		± ۰	۶- کنترل
			آیریزین ng/ml
		۱/۳ ± ۴/۴	۱- تمرین+دارونما
		۸/۱ ± ۲/۳	۲- تمرین+امگا۳
* ۰/۰۰۱	۲/۲۵	۵/۵ ± ۰/۵	۳- تمرین+ال کارنتین
		۱۱/۳۰ ± ۰/۳۰	۴- تمرین+امگا۳+ال کارنتین
		۹/۲۰ ± ۰/۴۰	۵- امگا۳+ال کارنتین
		۰/۲۰ ± ۸/۱۰	۶- کنترل
			گلوکز ml/dl
		۱۱/۲ ± ۳	۱- تمرین+دارونما
		۱۷ ± ۱	۲- تمرین+امگا۳
۰/۱۲	۱/۰۴۶	۱۲/۲ ± ۱	۳- تمرین+ال کارنتین
		۱۸/۱ ± ۱	۴- تمرین+امگا۳+ال کارنتین
		۱۸/۶۰ ± ۲	۵- امگا۳+ال کارنتین
		۰/۴۰ ± ۰	۶- کنترل
			انسولین ml/dl
		۱/۲ ± ۴/۶	۱- تمرین+دارونما
		۳/۲ ± ۸/۲	۲- تمرین+امگا۳
۰/۸۲	۱/۹۲	۱ ± ۰/۵	۳- تمرین+ال کارنتین
		۲/۲ ± ۳/۱	۴- تمرین+امگا۳+ال کارنتین
		۵/۲ ± ۳/۲	۵- امگا۳+ال کارنتین
		± ۳/۰۱	۶- کنترل
			HOMA-IR مقاومت به انسولین
۰/۷۵	۰/۷۷	۰/۱ ± ۰/۱	۱- تمرین+دارونما

			۱ ± ۷/۱	۲- تمرین + امگا۳
			۰ ± ۱/۳	۳- تمرین + ال کارنتین
			۱/۱ ± ۲/۷	۴- تمرین + امگا۳ + ال کارنتین
			۲/۱ ± ۱/۶	۵- امگا۳ + ال کارنتین
			۰ ± . /۵	۶- کنترل
				(mg/dl) HDL
			۳/۲ ± ۱/۷	۱- تمرین + دارونما
			۶/۱ ± ۷/۲	۲- تمرین + امگا۳
			۲/۲ ± ۲/۴	۳- تمرین + ال کارنتین
		۲/۵۸	۲/۳ ± ۶/۲	۴- تمرین + امگا۳ + ال کارنتین
		* / .۰۱	۱۲/۱ ± ۶/۲	۵- امگا۳ + ال کارنتین
			۰ ± ۰/۴	۶- کنترل
				(mg/dl) LDL
			۹/۹ ± ۳	۱- تمرین + دارونما
			۱۱/۶ ± ۱	۲- تمرین + امگا۳
			۱۷/۴ ± ۵	۳- تمرین + ال کارنتین
		۰ / ۱۲۱	۳۶/۴ ± ۱	۴- تمرین + امگا۳ + ال کارنتین
		- / ۴۳	۲۵/۴ ± ۴	۵- امگا۳ + ال کارنتین
			۳/۲ ± ۵	۶- کنترل
				(mg/dl) TG
			۲۳/۱ ± ۱	۱- تمرین + دارونما
			۴۰/۷ ± ۱	۲- تمرین + امگا۳
			۲۶/۳ ± ۲	۳- تمرین + ال کارنتین
		۳ / ۵۶۱	۴۱/۱ ± ۰	۴- تمرین + امگا۳ + ال کارنتین
		* / .۰۰۸	۲۴/۲ ± ۱	۵- امگا۳ + ال کارنتین
			۲/۲ ± ۱	۶- کنترل
				(mg/dl) TC
			۱۶/۳ ± ۲	۱- تمرین + دارونما
			۱۱/۵ ± ۰	۲- تمرین + امگا۳
			۳۸/۵ ± ۱	۳- تمرین + ال کارنتین
		۰ / ۳۰	۳/۷ ± ۲	۴- تمرین + امگا۳ + ال کارنتین
		- / ۴۰	۴/۱ ± ۰	۵- امگا۳ + ال کارنتین
			۰ / ۵ ± ۴	۶- کنترل



نمودار ۱- تغییرات هورمون آیریزین

* تفاوت معنادار در مقایسه درون گروهی (تی همبسته) $P \leq 0.05$
 * تفاوت معنادار در مقایسه بین گروهی (تحلیل کوواریانس) $P \leq 0.05$

جدول بالا نشان می‌دهد که BMI تنها در مقایسه درون گروهی در گروه‌های ۴ (مداخله تمرین و مکمل) و ۵ (مداخله مصرف دو مکمل) کاهش معنی‌داری داشته است. WHR در مقایسه بین گروهی، با آزمون تعقیبی بونفرونی در گروه‌های ۳ (مداخله تمرین و ال کارنتین) و ۴ (مداخله تمرین و مکمل) و در مقایسه درون گروهی، گروه‌های ۳ (مداخله تمرین و ال کارنتین)، ۴ (مداخله تمرین و مکمل) و ۵ (مداخله مصرف دو مکمل) کاهش معنی‌داری نشان دادند. Irisin در مقایسه درون گروهی در گروه‌های ۲ (مداخله تمرین و امگا ۳)، ۴ (مداخله تمرین و مکمل) و ۵ (مداخله مصرف دو مکمل) و در مقایسه بین گروهی، با آزمون تعقیبی بونفرونی در گروه ۲ (مداخله تمرین و امگا ۳) و ۴ (مداخله تمرین و مکمل) افزایش معنی‌داری داشته است (نمودار ۱). Glucose تنها در مقایسه درون گروهی در گروه‌های ۱ (مداخله تمرین و دارونما)، ۲ (مداخله تمرین و امگا ۳)، ۴ (مداخله تمرین و امگا ۳ و ال کارنتین) و ۵ (با مداخله مصرف دو مکمل) کاهش معنی‌داری داشت. Insulin نیز تنها در مقایسه درون گروهی در گروه ۵ (با مداخله مصرف دو مکمل) کاهش معنی‌داری داشت. Resistance Insulin فقط در مقایسه درون گروهی در گروه‌های ۲ (مداخله تمرین) و ۵ (مداخله مصرف دو مکمل) کاهش معنی‌داری نشان داد. HDL در مقایسه درون گروهی و بین گروهی، با آزمون تعقیبی بونفرونی در گروه‌های ۴ (مداخله تمرین و مکمل) و ۵ (مداخله مصرف دو مکمل) افزایش معنی‌داری نشان داد. LDL تنها در مقایسه درون گروهی در گروه‌های ۴ (مداخله تمرین و مکمل) و ۵ (مصرف دو مکمل) کاهش معنی‌داری داشت. TG در مقایسه درون گروهی در همه ی گروه‌ها به‌جز گروه کنترل و در مقایسه بین گروهی، با آزمون تعقیبی بونفرونی هم در گروه‌های ۴ (مداخله تمرین و مکمل)، ۲ (مداخله تمرین و امگا ۳) و ۵ (مداخله مصرف دو مکمل) کاهش معنی‌داری داشت. TC تنها در مقایسه درون گروهی در گروه ۱ (مداخله تمرین) کاهش معنی‌داری داشت.

بحث

این مطالعه افزایش معنادار آیریزین را در مقایسه بین گروهی ناشی از گروه‌های ۲ و ۴ نشان می‌دهد. در مطالعات اخیر PGC-1 α تنها در اثر تمرینات ورزشی افزایش یافته است (۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۲ و ۴۰) در این مطالعات افزایش معنادار در گروه تمرین و در اثر فعالیت‌های اکستنریک و کانسنتریک روی تردمیل و انواع فعالیت‌های منتخب ایروبیک رخ داده است. اما مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات ترکیبی و مکمل امگا ۳ یا تمرین با مصرف همزمان دو مکمل می‌توانند محرک مناسبی برای افزایش سطوح آیریزین باشند. این عوامل (تمرینات ترکیبی و مصرف همزمان دو مکمل) موجب فعال‌سازی PGC-1 α شده‌اند و به‌احتمال زیاد می‌توانند سبب آبشار پیام‌دهی تغییر فنوتیپ بافت چربی شوند. اسیدهای چرب امگا ۳ به همراه عامل رونویسی PPAR- α تنظیم‌کننده‌ی کلیدی

References

- Jacobo-Cejudo MG, Valdés-Ramos R, Guadarrama-López AL, Pardo-Morales RV, Martínez-Carrillo BE, Harbige LS. Effect of n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on metabolic and inflammatory biomarkers in type 2 diabetes mellitus patients. *Nutrients* 2017;9:E573. doi:10.3390/nu9060573
- Roca-Rivada A, Castela C, Senin LL, Landrove MO, Baltar J, Belen Crujeiras A, et al. FNDC5/irisin is not only a myokine but also an adipokine. *PLoS one* 2013;8:e60563. doi: 10.1371/journal.pone.0060563
- Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, et al. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012;481:463-8. doi: 10.1038/nature10777
- Seale P, Conroe HM, Estall J, Kajimura S, Frontini A, Ishibashi J, et al. Prdm16 determines the thermogenic program of subcutaneous white adipose tissue in mice. *J Clin Invest* 2011;121:96-105. doi: 10.1172/JCI44271
- Enerbäck S. Human brown adipose tissue. *Cell Metabolism* 2010; 11:248-52. doi: 10.1016/j.cmet.2010.03.008
- Wenz T, Rossi SG, Rotundo RL, Spiegelman BM, Moraes CT. Increased muscle PGC-1 α expression protects from sarcopenia and metabolic disease during aging. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2009;106:20405-10. doi: 10.1073/pnas.0911570106
- Aydin, S. Three new players in energy regulation: Preptin, adropin and irisin. *Peptides* 2014;56:94-110. doi: 10.1016/j.peptides.2014.03.021
- Joung KE, Park KH, Zaichenko L, Sahin-Efe A, Thakkar B, Brinkoetter M, et al. Early life adversity is associated with elevated levels of circulating leptin, irisin, and decreased levels of adiponectin in midlife adults. *J Clin Endocrinol Metab* 2014;99:E1055-60. doi: 10.1210/jc.2013-3669
- American Diabetes Association AD. Standards of medical care in diabetes-2012. *Diabetes Care* 2012;35:S11-63. doi: 10.2337/dc12-s011
- 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 executive summary. *Diabetes Care* 2010;33:2692-6. doi: 10.2337/dc10-1548
- Gorzi A, 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;13:614-20.[Persian].
- Hakimi M, Sheikholeslami D, Ali-Mohammadi M. Effect of Concurrent Training with ingested L-carnitine supplementation on hormonal changes, lipid profile and body composition in obese men. *J Urmia Univ Med Sci* 2015;26:185-93.
- Khodadadi H, Rajabi H, Attarzadeh SR, Abbasian S. The effect of high intensity interval training (HIIT) and pilates on levels of irisin and insulin resistance in overweight women. *Iran J Endocrinol Metab* 2014;16:190-6.[Persian].
- Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Horttanainen M, Pöllänen E, et al. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health? *J Physiol* 2013;591:5393-400. doi: 10.1113/jphysiol.2013.263707
- Soori R, Asad MR, Khosravi M, Abbasian S. Comparison of the effects of regular aerobic training irisin serum changes in sedentary obese men. *Iran J Endocrinol Metab* 2016;18:270-8. [Persian].
- Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ. Is irisin a human exercise gene? *Nature* 2012;488:E9-10. doi: 10.1038/nature11364
- Reisi J, Rajabi H, Ghaedi K, Marandi SM, Dehhoda MR. Effect of acute resistance training on plasma irisin protein level and expression of muscle *fnDC5* and adipose tissue *ucp1* genes in male rats. *J Isfahan Med Sch* 2013;31:1657-66.[Persian].

برداشت LDL توسط گیرنده‌ها شده که در نتیجه LDL کاهش می‌یابد (۴۶)؛ بنابراین تمرین +۳امگا+ ال کارنتین تأثیر بیشتری بر کاهش TG و افزایش HDL خواهد داشت که در پژوهش حاضر هم افزایش معنی‌دار HDL ناشی از دو گروه ۴ و ۵ و کاهش معنادار TG هم ناشی از گروه‌های ۲ و ۴ و ۵ بوده است. از آنجاکه پژوهشی مبنی بر مصرف همزمان این دو مکمل با و بدون تمرینات مشاهده نشد، لذا مقایسه‌ای انجام نگرفته است. از لحاظ مصرف هر مکمل به تنهایی یا فقط تمرینات ترکیبی این مطالعه با پژوهش توفیقی و همکاران (۲۰۱۴) همسو می‌باشد؛ اما با مطالعه دریاوش و همکاران (۲۰۱۵) به دلیل افراد آزمودنی که دختران جوان بودند، ناهمسو می‌باشد. در مقایسه درون‌گروهی این مطالعه، کاهش معنادار مقاومت به انسولین در گروه‌های ۲ و ۵ مشاهده شد. به نظر می‌رسد اسیدهای چرب امگا ۳ از طریق افزایش بتا اکسیداسیون، با کمک به ساختار غشای سلولی باعث کمک به عملکرد انسولین می‌گردند (۳۱). ال کارنتین در پژوهش علی‌پور و همکاران (۲۰۱۵) باعث کاهش مقاومت به انسولین شده بود که با پژوهش حاضر همسو است. از آنجاکه در پژوهش‌های متعددی ایریزین بر هموستاز گلوکز و کاهش مقاومت انسولینی تأثیرگذار بوده است (۲۹-۲۷). در این مطالعه نیز افزایش معنادار سطح ایریزین در بررسی درون‌گروهی، در گروه‌های ۲ و ۵ مشاهده شد که در همین گروه‌ها، کاهش گلوکز ناشتا، کاهش مقاومت به انسولین دیده می‌شود.

به‌طور کلی، نتایج این مطالعه از سودمندی غیرقابل‌انکار تمرینات ورزشی ترکیبی (هوازی-مقاومتی) در کنار مصرف امگا ۳+ ال کارنتین در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ حمایت می‌کند. مطابق نتایج حاصل شده، نقش هر گروه به تنهایی در کاهش چاقی شکمی، گلوکز خون، تری‌گلیسیرید و مقاومت به انسولین قابل توجه است. از طرفی با توجه به عملکرد ایریزین در بهبود تعادل انرژی تولیدی و مصرفی و اثرات آن بر بهبود چاقی و کاهش عوامل خطر دیابت نوع ۲، پیشنهاد می‌شود از تمرینات ترکیبی همراه با مصرف امگا ۳ و یا تمرینات ترکیبی با مصرف همزمان دو مکمل امگا ۳ و ال کارنتین جهت افزایش سطح سرمی ایریزین استفاده شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از دانشگاه صنعتی شاهرود برای حمایت مالی از انجام این تحقیق در قالب طرح پژوهشی با کد ۴۲۰۲۳ قدردانی می‌نمایند، همچنین از تمامی آزمودنی‌ها و کلیه افرادی که امکان اجرای مطلوب تحقیق حاضر را مهیا نمودند و همچنین از پزشک محترم انجمن دیابت هم صمیمانه تشکر می‌گردد. این مقاله دارای کد کارآزمایی بالینی IR.SHMU.REC.1394.56 و IRCT2016070328751N1 و کد اخلاق

می‌باشد.

18. Khademi S, Ranjbar R, Ghanbarzadeh M. Effect of 8 weeks of circuit training on serum irisin levels and insulin resistance index in overweight girls. *Journal of Research in Sports Medicine and Technology* 2015;13:91-101. doi: 10.18869/acadpub.jsmt.13.10.91
19. Blüher S, Panagiotou G, Petroff D, Markert J, Wagner A, Klemm T, ET AL. Effects of a 1-year exercise and lifestyle intervention on irisin, adipokines, and inflammatory markers in obese children. *Obesity* 2014;22:1701-8. doi: 10.1002/oby.20739
20. Palacios-González B, Vadillo-Ortega F, Polo-Oteyza E, Sánchez T, Ancira-Moreno M, RomeroHidalgo S, et al. Irisin levels before and after physical activity among schoolage children with different BMI: a direct relation with leptin. *Obesity* 2015;23:729-32. doi: 10.1002/oby.21029
21. Balaghi Inaloo F, Shakeryan S, Ghanbarzadeh M, Fatemi Tabatabaei SR. The effect of two acute eccentric and concentric exercises on serum irisin level and insulin resistance index in inactive obese women. *Arak Medical University Journal (AMUJ)* 2016;19:12-21.
22. Aghamohammadi M, Habibi A, Ranjbar R. The effect of selective aerobic training on serum irisin levels and insulin resistance index in women with type 2 diabetes. *Arak Medical University Journal (AMUJ)* 2016;18:1-9.
23. Choi YK, Kim MK, Bae KH, Seo HA, Jeong JY, Lee WK, et al. Serum irisin levels in new-onset type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2013;100:96-101. doi: 10.1016/j.diabres.2013.01.007
24. Liu JJ, Wong MD, Toy WC, Tan CS, Liu S, Ng XW, et al. Lower circulating irisin is associated with type 2 diabetes mellitus. *J Diabetes Complications* 2013;27:365-9. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2013.03.002
25. Brenmoehl J, Albrecht E, Komolka K, Schering L, Langhammer M, Hoefflich A, et al. Irisin is elevated in skeletal muscle and serum of mice immediately after acute exercise. *Int j Biol Sci* 2014;10:338-49. doi: 10.7150/ijbs.7972
26. Kathryn FR, Nathalia TP, Adriana AB, Cláudia NF, Karina BG. Circulating irisin is increased in type 2 diabetes mellitus and correlates with fasting glucose levels. *Apollo Medicine* 2016;13:152-5. doi: 10.1016/j.apme.2016.02.010
27. Liu J, Hu Y, Zhang H, Xu Y, Wang G. Exenatide treatment increases serum irisin levels in patients with obesity and newly diagnosed type 2 diabetes. *J Diabetes Complications* 2016;30:1555-9. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2016.07.020
28. Qiu S, Cai X, Yin H, Zügel M, Sun Z, Steinacker JM, et al. Association between circulating irisin and insulin resistance in non-diabetic adults: A meta-analysis. *Metabolism* 2016;65:825-34. doi: 10.1016/j.metabol.2016.02.006
29. Brondani LA, Boelter G, Assmann TS, Leitão CB, Canani LH, Crispim D. Irisin-encoding gene (FNDC5) variant is associated with changes in blood pressure and lipid profile in type 2 diabetic women but not in men. *Metabolism* 2015;64:952-7. doi: 10.1016/j.metabol.2015.05.005
30. Chang MC, Chang YT, Su TC, Yang WS, Chen CL, Tien YW, et al. Adiponectin as a potential differential marker to distinguish pancreatic cancer and chronic pancreatitis. *Pancreas* 2007;35:16-21. doi: 10.1097/MPA.0b013e3180547709
31. Piroozan F, Daryanoosh F, Jafari H, Sherafati Moghadam M. The effect of 12-week exercise with omega-3 supplement consumption on serum level changes of adiponectin, leptin, and insulin in girls. *Avicenna J Clin Med* 2015;22:129-36.[Persian].
32. Jeukendrup E, Gleeson M, editors. *Sport Nutrition*. Tehran: Hatmi Press;2015.[Persian].
33. Tsuchiya Y, Ando D, Goto K, Kiuchi M, Yamakita M, Koyama K. High-intensity exercise causes greater irisin response compared with low-intensity exercise under similar energy consumption. *Tohoku J Exp Med* 2014;233:135-40.
34. Hoseinzadeh Attar MJ, Hajianfar H, Bahonar A, Mohamad K, Keshavarz SA, Entezari MH, et al. The effect of n-fatty acid (omega 3) on serum visfatin concentration in patients with type2 diabetes. *Pars Journal of Medical Sciences* 2012;10:26-32.
35. Ramezanpoor M, Matboo M, Hejazi SM. The effect of 4 weeks of aerobic training and L-carnitine supplementation on serum lipid profiles and blood glucose in diabetic men. *Medical Journal of Mashad University of Medical Sciences* 2015;58:316-321.[Persian]. doi: 10.22038/MJMS.2015.5060
36. Cummings DM, Henes S, Kolasa KM, Olsson J, Collier D. Insulin resistance status: Predicting weight response in overweight children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2008;162:764-8. doi: 10.1001/archpedi.162.8.764
37. Gregory B, Dwyer, editors. *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. Tehran: Hatmi Press;2012.[Persian].
38. Shabanpoor Omali J, Saghebjoo M, Fathi R, Gharari R. The effect of 8 weeks of circuit resistance training with high intensity on plasma lipid levels and insulin resistance index in male patients suffering type 2 diabetes. *Journal of Applied Sport Physiology* 2014;10:135-42.[Persian]. doi: 10.22080/JAEP.2014.828
39. Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 2011;60:1244-52. doi: 10.1016/j.metabol.2011.01.006
40. Miyamoto-Mikami E, Sato K, Kurihara T, Hasegawa N, Fujie S, Fujita S, et al. Endurance training-induced increase in circulating irisin levels is associated with reduction of abdominal visceral fat in middle-aged and older adults. *PLoS One* 2015;10:e0120354. doi: 10.1371/journal.pone.0120354
41. Shapiro H, Tehilla M, Attal-Singer J, Bruck R, Luzzatti R, Singer P. The therapeutic potential of long-chain omega-3 fatty acids in nonalcoholic fatty liver disease. *Clin Nutr* 2011;30:6-19. doi: 10.1016/j.clnu.2010.06.001
42. Lidiana de Camargo T, Erick Prado de O, Fernando M, Kátia Cristina PM, Roberto CB. Omega-3 fatty acids supplementation decreases metabolic syndrome prevalence after lifestyle modification program. *Journal of Functional Foods* 2015;19:922-8. doi: 10.1016/j.jff.2015.01.022
43. Tofighi A, Ghafari G. Effects of regular aerobic training accompanied by omega-3 supplementation on soluble intercellular adhesion molecule-1 and lipid profiles of obese elderly women. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* 2013;8:35-44.[Persian].
44. Parandak K, Arazi H, Khoshkhaheh F, Nakhostin-Roohi B. The effect of two-week Lcarnitine supplementation on exercise-induced oxidative stress and muscle damage. *Asian J Sports Med* 2014;5:123-8.
45. 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;3:1-5. doi: 10.17795/jhealthscope-14615
46. Kraemer WJ, Volek JS, French DN, Rubin MR, Sharman MJ, Gomez AL, et al. The effects of Lcarnitine L-tartrate supplementation on hormonal responses to resistance exercise and recovery. *J Strength Cond Res* 2003;17:455-62.



Effects of Combined Exercises beside Consumption of Omega-3, L-Carnitine Supplements on the Serum Level of Irisin, Resistance Insulin, Profile Lipid of Type 2 Diabetic Women

Ali Hassani (Ph.D.)^{1*}, Masoume Ghorbani (M.Sc.)²

1- Dept. of Sports Physiology, School of Physical Education, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

2- Master of Sports Physiology, School of Physical Education, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

Received: 3 September 2017, Accepted: 30 April 2018

Abstract:

Introduction: Determining the effect of combined exercises along with the consumption of omega-3 and L-carnitine on the serum level of Irisin, resistance insulin, and profile lipid of type 2 diabetic women.

Methods: In this clinical trial study, 58 female volunteer with type 2 diabetes, were randomly divided into 6 groups of 10 persons: 1. exercise + placebo; 2. exercise + omega-3 supplement; 3. exercise + L-carnitine supplement; 4. exercise + L-carnitine + omega-3 supplements; 5. omega-3 + L-carnitine supplements; and 6. control group. Combined Exercises (8 week, 3 sessions per week) included a 30 minutes aerobic exercise of running on a treadmill, and 30-40 minutes resistance exercise of circular. The omega-3 group consumed 2 capsules (each 1,000 mg) of omega-3 each day, and the L-carnitine group consumed 500 mg L-carnitine each day. The consent forms and the health questionnaires and physical activity (PAR-Q) were completed by the participants. Results were analyzed by SPSS.

Results: The findings were evaluated among women with a mean age of 52.7 ± 6.1 (years). Serum level of irisin in s was significantly increased in group 2 ($P=0.02$) and 4 ($P=0.04$). A significant HDL increase was observed in groups 4 and 5 ($P=0.005$), and a significant TG decrease was observed in groups 2 ($P=0.01$), 4 ($P=0.03$), and 5 ($P=0.05$). Resistance insulin had a significant decrease in group 2 and 5 ($P=0.04$), ($P=0.01$).

Conclusion: Results showed that exercise + omega-3 supplement, and exercise + L-carnitine + omega-3 supplements were more appropriate stimuli than other groups to increase Irisin level, and reduce the diabetes risk.

Keywords: Combined exercise, Omega-3 supplement, L-carnitine supplement, Irisin, Type-2 diabetes.

Conflict of Interest: No

*Corresponding author: A. Hassani, Email: hassani_3@yahoo.com

Citation: Hassani A, Ghorbani M. Effects of combined exercises beside consumption of omega-3, l-carnitine supplements on the serum level of irisin, resistance insulin, profile lipid of type 2 diabetic women. Journal of Knowledge & Health 2018;13(1):55-64.