

علوم زیستی ورزشی - تابستان ۱۳۹۹
دوره ۱۲، شماره ۲، ص: ۲۲۲ - ۲۰۷
تاریخ دریافت: ۹۸ / ۰۲ / ۳۱
تاریخ پذیرش: ۹۹ / ۰۲ / ۳۱

تأثیر تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا بر برخی عوامل خطرزایی قلبی عروقی در زنان مبتلا به دیابت نوع دو دارای اضافه وزن

محسن اکبرپوربنی*^۱ - الهه محرابی زاده^۲

۱. دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران
۲. کارشناسی ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه قم، قم، ایران

چکیده

عوامل خطرزایی قلبی عروقی مکانیسم مهمی در بروز دیابت نوع دو و بیماری‌های قلبی-عروقی است. از این رو هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا بر برخی عوامل خطرزایی قلبی عروقی در زنان مبتلا به دیابت نوع دو دارای اضافه وزن بود. در این مطالعه نیمه‌تجربی تعداد ۲۸ نفر از زنان دیابتی نوع دو و دارای اضافه وزن با میانگین سن 49.5 ± 7.7 سال به صورت تصادفی در گروه‌های هوازی+اسپیرولینا، هوازی+دارونما، اسپیرولینا و دارونما قرار گرفتند. برنامه تمرین هوازی شامل ۶ هفته (هر هفته ۳ جلسه) با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام گرفت. گروه‌های دریافت‌کننده مکمل، روزانه سه کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیرولینا قبل از هر وعده غذایی به مدت ۶ هفته دریافت کردند. نمونه‌های خونی طی شرایط ناشتایی در مراحل پیش و پس‌آزمون جمع‌آوری شدند. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس عاملی (۲×۴) و آزمون تی وابسته با سطح معناداری ($P \leq 0.05$) با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. نتایج پژوهش کاهش کلسترول، LDL و VLDL در گروه‌های تمرین-اسپیرولینا، اسپیرولینا از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون نشان داد و کاهش LDL/HDL و CHOLS/HDL صرفاً در گروه تمرین-اسپیرولینا مشاهده شد (به ترتیب $p=0.009$ و $p=0.007$)، همچنین HDL صرفاً در گروه تمرین-اسپیرولینا افزایش معناداری نشان داد ($P=0.007$). همچنین تفاوت معنادار بین گروهی در هیچ‌یک از متغیرها بین گروه‌های تحقیق مشاهده نشد. در مجموع یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا تا حدودی می‌تواند سبب بهبود فاکتورهای نیم‌رخ لیپیدی شود. به عبارتی تمرین به‌عنوان عامل اصلی به‌همراه مکمل‌دهی اسپیرولینا توانسته است تأثیر بهتری بر بهبود عوامل خطرزایی قلبی عروقی در افراد دیابتی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی

اسپیرولینا، تمرین هوازی، دیابت نوع دو، زنان، نیم‌رخ لیپیدی.

مقدمه

دیابت نوع دو از بیماری‌های غیرواگیرداری است که سهم زیادی از هزینه نیروی انسانی سیستم بهداشتی را به خود اختصاص داده است (۱، ۲). در حال حاضر به دلیل افزایش طول عمر بیماران، بروز عوارض و مشکلات این بیماری از جمله مشکلات قلبی عروقی ناشی از آن بیشتر از قبل است (۱). در واقع دیابت نوع دو از جمله بیماری‌های متابولیکی است که با کمبود نسبی یا مطلق انسولین، افزایش گلوکز خون و اختلال در متابولیسم کربوهیدرات، چربی و پروتئین همراه است (۳). با بررسی مطالعات صورت گرفته از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱، ۶/۸ درصد از جمعیت جهان بدون تفکیک جنسیت مبتلا به بیماری دیابت بودند. براساس آخرین گزارش‌های اعلام شده در سال ۹۸، حدود ۱۱ درصد جمعیت بالای ۲۵ سال در کشور به دیابت مبتلا هستند که در این میان تعداد افراد مبتلا به دیابت نوع دو بسیار بیشتر از مبتلایان به دیابت نوع یک است. از این آمار یاد شده ۱۰ درصد را مردان و ۱۱/۵ درصد را زنان تشکیل می‌دهند (۴). از طرفی شیوع بیماری‌های قلبی عروقی در بیماران دیابت نوع دو، چهار برابر سایر افراد جامعه است (۵). اختلال چربی از اختلالات متداول در این بیماری است که خود سبب پیدایش و تشدید عوارض کوتاه مدت و بلندمدت آن می‌شود. بخش شایان توجهی از بیماران دیابتی از اختلال چربی رنج می‌برند که خود می‌تواند به بیماری‌های قلبی عروقی دامن بزند (۶). در این خصوص مطالعات متعددی به نقش فعالیت بدنی و رژیم غذایی در متابولیسم چربی‌ها این بیماران اشاره کرده‌اند. در واقع فعالیت منظم بدنی از طریق افزایش حساسیت به انسولین و HDL-C و کاهش تری‌گلیسرید (TG) و LDL-C، به بهبود متابولیسم چربی و گلوکز منجر می‌شود (۷، ۸). اغلب این نکته پذیرفته شده که تمرینات طولانی مدت ورزشی، می‌تواند از طریق افزایش انتقال دهنده‌های گلوکز به درون سلول‌های عضلانی (GLUT4)^۱ و سوبستراهای گیرنده انسولین (IRS)^۲ و همچنین افزایش توده عضلانی (بیش از ۷۵ درصد برداشت گلوکز ناشی از تحریک انسولین مربوط به بافت عضلانی است)، سبب افزایش پاسخ‌دهی بدن به انسولین می‌شود و حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد تا در پیشگیری از چاقی و عوارض بعدی آن یعنی دیابت نوع دو مفید باشد (۹). در این خصوص تمرینات هوازی نوع رایجی از فعالیت ورزشی در معالجه افراد دیابتی نوع دو به شمار می‌رود که موجب بهبود در کنترل گلیسمیک، وضعیت لیپید، کاهش چربی بدن و کاهش گلوکز خون ناشتا می‌شود (۱۰، ۱۱). این تمرینات موجب بهبود اکسیژن مصرفی بیشینه به مقدار ۱۰٪ (به‌علت بهبود

1 . Glucose Transporter Type

2 . Insulin Receptor Substrate

در سیستم قلبی-عروقی-تنفسی) در بیماران دیابتی نوع دو نیز می‌شود و با این میزان تغییر انتظار می‌رود که خطر بیماری‌های قلبی-عروقی به‌طور چشمگیری کاهش یابد (۱۳، ۱۲). هرچند برخی محققان همانند آگاروالا^۱ و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثر تمرین هوازی بر روی بیماران دیابت نوع دو، نتیجه متفاوتی را مشاهده کردند، به‌نحوی که عدم تغییر شاخص‌های لیپیدی در پی فعالیت هوازی، موجب تأمل محققان شد (۱۴). از آنجا که برای درمان دیابت نوع دو و اضافه وزن، متخصصان مختلف علاوه بر اجرای فعالیت بدنی منظم داشتن رژیم غذایی مناسب را نیز حائز اهمیت می‌دانند، از این‌رو مواد غذایی و مکملی زیادی در این زمینه مطرح و مورد توجه محققان قرار گرفته است، از جمله مکمل‌هایی که در این خصوص مورد توجه متخصصان علوم تغذیه‌ای است، جلبک دریایی اسپیرولیناست (۱۵).

اسپیرولینا یک ریزجلبک سبز - آبی رشته‌ای، دارای فیلامنت‌های فنر مانند، فتوسنتزکننده و بسیار کوچکی به اندازه ۸-۲ میکرون است که متعلق به خانواده سیانوباکتری‌هاست و به‌طور تجاری در سرتاسر جهان تولید می‌شود (۱۶)؛ گزارش‌ها حاکی از آن است که اسپیرولینا تأثیرات مفیدی در درمان بیماری‌هایی مانند انواع سرطان، چاقی، دیابت نوع دو، هیپوگلیسمی، آرتروزها، افسردگی، تخریب شدید کبد و اختلالات کبدی، زخم‌های دستگاه گوارش، فشارخون، بیوست، عفونت‌ها، التهاب مفاصل و بافت‌ها، تصلب شرائین، کمبود اسیدهای چرب اساسی، کمبود مواد معدنی (به‌خصوص منیزیم)، کاهش وزن، مهار اشتها و کاهش میل به پرخوری، سلامتی دستگاه گوارش، اختلالات سیستم عصبی، افزایش کارایی مغز، تصحیح pH خون، افزایش عملکرد سیستم ایمنی دارد (۱۷).

همچنین اسپیرولینا در پیشگیری از دیابت مؤثر است، زیرا درحالی‌که از نظر داشتن کالری پایین است، حاوی مقادیر زیادی از ویتامین B1 (که موجب بهبود سوخت‌وساز قندها در بدن می‌شود)، ویتامین B2 (که با کمک به سوزاندن کالری مانع از چاقی می‌شود) و ویتامین B6 (که در ساخت هورمون انسولین در بدن نقش دارد) است (۱۵). به همین دلیل است که از اسپیرولینا به‌عنوان محصول غذایی ایده‌آل برای جلوگیری و بهبود بیماری دیابت نام برده می‌شود (۱۷). در این خصوص در حال حاضر تعداد اندکی از پژوهش‌ها به تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا در افراد مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته‌اند. پاربخ^۲ و همکاران (۲۰۱۰) پس از تجویز مصرف دو ماه مکمل جلبک اسپیرولینا، در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، شاهد بهبود شاخص‌های گلیسمی و لیپیدی در سطح قابل توجهی بودند (۱۸). در مقابل عمر فاروق (۲۰۱۰)

1 . Aggarwala

2 . Parekh

با تجویز اسپیرولینا بر روی موش‌ها تغییری در میزان شاخص‌های لیپیدی آنها مشاهده نکردند (۱۹). همچنین در تحقیقی لی او همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای نشان دادند مکمل اسپیرولینا بر روی فاکتورهای چربی خون، متغیرهای التهابی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو تأثیر دارد (۲۰).

از این رو با توجه به نتایج ضد و نقیض در خصوص تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا بر عوامل خطرزایی قلبی عروقی در بیماران دیابت نوع دو و همچنین نبود تحقیقات کافی در خصوص تأثیر متقابل تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا بر نیمرخ لیپیدی و عوامل خطرزای قلبی-عروقی از جمله کلسترول، LDL، HDL، VLDL و HDL/کلسترول و TG در بیماران دیابتی نوع دو، هدف از این پژوهش بررسی اثر تعاملی تأثیر تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا بر سطوح نیمرخ لیپیدی در زنان مبتلا به دیابت نوع دو بود.

روش‌شناسی

آزمودنی‌های پژوهش

این پژوهش با طرح نیمه‌تجربی تصادفی و چهارگروهی با اندازه‌گیری دومرحله‌ای پیش و پس‌آزمون انجام گرفت. جامعه آماری تحقیق زنان دیابتی نوع دو شهر قم بودند که از بین این‌ها، افراد با شرایط زیر انتخاب شدند: ابتلا به دیابت نوع دو بیش از ۲ سال، سن بین ۴۵ تا ۵۵ سال، یائسگی، شاخص توده بدن ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع، محدوده قند خون بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، نداشتن فعالیت منظم ورزشی طی شش ماه گذشته، نداشتن سابقه ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، عدم استفاده از انسولین و نداشتن عوارض دیابت از جمله زخم پای دیابتی. پس از توزیع فرم همکاری شرکت در طرح تحقیقاتی با حضور داوطلبانی که برای شرکت در طرح پژوهش اعلام آمادگی کرده بودند، در جلسه هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری توسط محقق، افراد با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه‌های سابقه پزشکی و یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته مورد معاینه پزشکی قرار گرفتند که از میان داوطلبان واجد شرایط ۴۰ نفر به‌عنوان نمونه تحقیق شاخص توده بدن همگن‌سازی شدند و به‌صورت تصادفی در چهار گروه ۱۰ نفر (هوازی-اسپیرولینا، هوازی-دارونما، اسپیرولینا، و دارونما) قرار

گرفتند که در پایان ۲۸ نفر از آزمودنی‌ها موفق به اتمام دوره تحقیق شدند و ۱۲ نفر به علت بیماری و شرکت نکردن در تمرین حذف شدند. در این زمینه هیچ‌یک از افراد تحت انسولین درمانی نبودند و بیماران هر چهار گروه در طول دوره تحقیق از داروهای متفورمین گلی‌بن‌گلامید به صورت خوراکی استفاده می‌کردند. شایان ذکر است که این پژوهش توسط کمیته پژوهش و اخلاق دانشگاه قم، دانشکده ادبیات و علوم انسانی به شماره IR.QOM.REC.1398.007 ثبت شده است.

پروتکل پژوهش

ابتدا حداکثر ضربان قلب با استفاده از فرمول (سن ۰/۷) - ۲۰۸ برای هر فرد اندازه‌گیری شد (۲۱). در این پژوهش گروه تمرینی به اجرای برنامه تمرین هوازی شش‌هفته‌ای پرداختند. برنامه تمرین هوازی شامل ده دقیقه گرم کردن به صورت راه رفتن سریع، دویدن آهسته و حرکات کششی و نرمشی بود. سپس دویدن مداوم با شدت ۷۲-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها انجام گرفت. به نحوی که آزمودنی‌ها در جلسه اول با ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه به انجام فعالیت پرداختند و هر دو جلسه به شدت تمرین ۲ درصد اضافه شد که در هفته پنجم به شدت ۷۲ درصد افزایش یافت و این شدت در هفته ششم حفظ شد. همچنین دویدن در جلسه اول پانزده دقیقه بود که هر دو جلسه به صورت پله‌ای یک‌ونیم دقیقه به زمان دویدن افزوده شد و تا آخر جلسه هجدهم زمان دویدن به ۲۶ دقیقه افزایش یافت (۲۲). شدت تمرین با استفاده از کمربند ضربان‌سنج مدل پلار کنترل شد و در انتهای هر جلسه، عمل سرد کردن با اجرای دوی نرم، حرکات کششی و نرمشی به مدت ده دقیقه انجام گرفت.

گروه‌های مصرف‌کننده مکمل اسپیرولینا روزانه سه کیسول ۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیرولینا را قبل از هر وعده غذایی به مدت شش هفته مصرف کردند. شایان یادآوری است گروه هوازی_دارونما و گروه دارونما، از کیسول‌های دارونما به طور کاملاً مشابه با کیسول‌های اسپیرولینا، پر شده با نشاسته و با دوز روزانه مشابه، استفاده کردند. آزمودنی‌های گروه دارونما در طول انجام مطالعه نیز فعالیت ورزشی نداشتند (۲۳).

روش اندازه‌گیری متغیرهای خونی

عمل خون‌گیری بین ساعت ۹-۸ صبح بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی و در دو مرحله، یعنی ۲۴ ساعت پیش از شروع تمرینات و مصرف مکمل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، بعد از انجام شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل انجام گرفت. در مرحله اول ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی دست چپ آزمودنی‌ها در حالت نشسته و در وضعیت استراحت گرفته شد. سپس، آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت شش هفته به تمرین هوازی منظم و مصرف مکمل پرداختند. ۴۸ ساعت بعد از سپری شدن مدت زمان

تمرین و مکمل دهی (شش هفته) مانند مرحله اول از آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. پس از خون‌گیری، بلافاصله سرم‌ها با سانتیفریوژ ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه جدا و تا روز آزمایش در یخچال و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. نمونه‌ها از فریزر خارج شده و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق گذاشته شد تا ذوب شوند و به دمای اتاق برسند. سپس ۵ مرتبه سروته شدند تا گرادیان غلظت ناشی از فریز و ذوب برطرف شده و غلظت نمونه‌ها یکدست شود. اندازه‌گیری رزیستین با دستگاه Chemi Luminescence با حساسیت ۰/۲ نانوگرم برلیتر ساخت شرکت AEASTBIOPHARM کشور چین و به روش الایزا، اندازه‌گیری پروتئین واکنشگر C با دستگاه تمام اتوماتیک هیتاچی ۹۱۱ با حساسیت ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر ساخت شرکت بیوتیک و به روش الایزا انجام گرفت.

اندازه‌گیری متغیرهای ترکیب بدن

وزن افراد با استفاده از ترازوی دیجیتالی آلمانی با دقت ± 0.1 کیلوگرم بدون کفش با حداقل لباس اندازه‌گیری شد. قد افراد با استفاده از قدسنج دیواری ۴۴۴۴۰ ساخت شرکت کاوه با دقت ± 0.1 سانتی‌متر در وضعیت ایستاده کنار دیوار بدون کفش درحالی‌که کتف‌ها در شرایط عادی بودند و وزن بدن به‌طور مساوی روی هر دو پا تقسیم شده و چشم‌ها موازی سطح افق بود، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نمایه توده بدنی آزمودنی‌ها، ابتدا قد و وزن آنها اندازه‌گیری شد، سپس با تقسیم وزن به مجذور قد، نمایه توده بدن آزمودنی‌ها به دست آمد. در این فرمول، وزن برحسب کیلوگرم و قد برحسب متر و واحد نمایه توده بدن کیلوگرم بر متر مربع است. درصد توده چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه بادی کامپوزیشن مدل Boca X1 ساخت کره اندازه‌گیری شد.

روش‌های آماری

برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو و ویلک و جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین (Leven) استفاده شد و با توجه به معنادار بودن آزمون‌های فوق جهت تعیین تأثیر یک دوره تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا بر روی عوامل خطرزایی قلبی-عروقی زنان مبتلا به دیابت نوع دو دارای اضافه وزن از آزمون T وابسته برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی و آزمون تحلیل واریانس عاملی (۲×۴) با استفاده از آزمون تعقیبی LSD برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی استفاده شد. نتایج آزمون با سطح معناداری ($P \leq 0.05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جدول ۱. مقایسه شاخص‌های تن‌سنجی در چهار گروه

| سطح معنا داری | دارونما | اسپیرولینا | هوازی-دارونما | هوازی- اسپیرولینا | گروه‌ها متغیر |
|------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| | میانگین و انحراف معیار | میانگین و انحراف معیار | میانگین و انحراف معیار | میانگین و انحراف معیار | |
| ۰/۵۹ | ۴۷/۱۶±۷/۴۴ | ۴۶/۲۸±۶/۲۱ | ۴۹/۵۷±۵/۷۶ | ۵۰/۸۷±۸/۶۰ | سن (سال) |
| ۰/۱۳ | ۱۵۹/۱۶±۵/۸۷ | ۱۵۲/۷۱±۳/۴۰ | ۱۵۴/۱۴±۴/۷۴ | ۱۵۴/۸۷±۵/۳۵ | قد (سانتی‌متر) |
| ۰/۴۴ | ۷۴/۳۸±۷/۵۶ | ۶۷/۲۵±۶/۲۰ | ۶۸/۴۵±۸/۹۹ | ۶۹/۶۲±۹/۰۸ | وزن (کیلوگرم) |
| ۰/۷۰ | ۲۸/۹۱±۲/۶۲ | ۳۰/۰۱±۵/۱۸ | ۲۹/۱۴±۲/۳۴ | ۲۹/۷۷±۳/۱۹ | شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع) |
| ۰/۶۴ | ۳۷/۶۶±۳/۰۱ | ۳۸/۴۱±۵/۱۲ | ۳۹/۸۸±۳/۳۲ | ۳۹±۳/۲۳ | درصد چربی بدن |
| ۰/۳۷ | ۱۷۲/۰۹±۷/۸۲ | ۱۵۹/۱۴±۱۲/۳۴ | ۱۶۷/۳۵±۹/۰۲ | ۱۵۴/۲۸±۸/۶۲ | گلوکز (ml/dl) |

مشخصات آزمودنی‌های گروه‌های تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج جدول ۱، تفاوت معناداری بین شاخص‌های قد، وزن، درصد چربی و شاخص توده بدن بین گروه‌های تحقیق وجود نداشت ($P > 0.05$). همچنین آزمون شاپیرو وایک توزیع طبیعی داده‌ها در بین گروه‌ها و آزمون لون همگنی واریانس چهار گروه مورد مطالعه را نشان دادند.

نتایج بررسی تحلیل عاملی نشان داد که پس از اعمال متغیرهای تحقیق (تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا) طی شش هفته، تغییرات مثبت معنادار در شاخص نیمرخ لیپیدی مشاهده شد ($P < 0.05$). این تغییرات در شاخص‌های گروه «تمرین-اسپیرولینا» مشهودتر و ملموس‌تر از دیگر گروه‌ها بود. LDL و VLDL در گروه‌های تمرین-اسپیرولینا، اسپیرولینا و تمرین-دارونما از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون کاهش معناداری را نشان داد و همچنین کلسترول در گروه‌های تمرین-اسپیرولینا، اسپیرولینا از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون کاهش معناداری یافت، همچنین LDL/HDL و CHOLS/HDL صرفاً در گروه

تمرین-اسپیروولینا کاهش معناداری را از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون نشان داد (به ترتیب $P=0/009$ و $P=0/007$). همچنین HDL در گروه تمرین-اسپیروولینا افزایش معناداری را از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون نشان داد ($P=0/007$). همچنین نتایج تحلیل عاملی تفاوت معنادار بین گروهی را در متغیرهای پژوهش نشان نداد که این عدم تغییر احتمالاً به دلیل تعداد نمونه اندک یا مدت کم برنامه تمرینی پروتکل تحقیق حاضر است.

جدول ۲. مقایسه شاخص‌های خونی شرکت‌کنندگان در چهار گروه مورد مطالعه پس از شش هفته تمرین (اطلاعات به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد نشان داده شده‌اند)

| P** | زمان اندازه‌گیری | | | گروه‌ها | متغیرها |
|-----------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|
| | P* | پس آزمون | پیش آزمون | | |
| بین گروهی | درون گروهی | | | | |
| 0/48 | 0/22 | 206/16 \pm 47/09 | 190/66 \pm 32/42 | دارونما | کلسترول |
| | 0/07 | 182/5 \pm 42/89 | 194/28 \pm 41/95 | تمرین - دارونما | |
| | 0/09 | 187/33 \pm 49/52 | 200/42 \pm 55/11 | اسپیروولینا | |
| | 0/02 | 166/33 \pm 29/57 | 196/5 \pm 34 | تمرین - اسپیروولینا | |
| 0/42 | 0/31 | 167/5 \pm 78/29 | 141/33 \pm 49/47 | دارونما | تری‌گلیسرید |
| | 0/1 | 135/5 \pm 35/19 | 160/71 \pm 59/03 | تمرین - دارونما | |
| | 0/53 | 155/33 \pm 70/94 | 166/57 \pm 38/23 | اسپیروولینا | |
| | 0/06 | 127/83 \pm 35/4 | 160/37 \pm 49/61 | تمرین - اسپیروولینا | |
| 0/21 | 0/15 | 41/66 \pm 6/74 | 48/83 \pm 9/45 | دارونما | HDL |
| | 0/24 | 51/66 \pm 11/92 | 42 \pm 7/65 | تمرین - دارونما | |
| | 0/53 | 41/66 \pm 3/88 | 43/71 \pm 8/01 | اسپیروولینا | |
| | 0/007 | 48/25 \pm 9/58 | 41/25 \pm 3/91 | تمرین - اسپیروولینا | |
| 0/46 | 0/29 | 127/6 \pm 34/51 | 116/23 \pm 32/56 | دارونما | LDL |
| | 0/04 | 102/9 \pm 43/37 | 119/71 \pm 39/14 | تمرین - دارونما | |
| | 0/05 | 118/93 \pm 43/7 | 123/97 \pm 52/28 | اسپیروولینا | |
| | 0/007 | 94/1 \pm 27/67 | 124/67 \pm 33/96 | تمرین - اسپیروولینا | |
| 0/43 | 0/13 | 2/2 \pm 1/06 | 2/5 \pm 0/95 | دارونما | LDL-HDL |
| | 0/71 | 2/2 \pm 1/25 | 2/91 \pm 0/95 | تمرین - دارونما | |
| | 0/31 | 2/91 \pm 1/1 | 2/92 \pm 1/48 | اسپیروولینا | |
| | 0/009 | 2/5 \pm 1/25 | 3/3 \pm 1/13 | تمرین - اسپیروولینا | |

ادامه جدول ۲. مقایسه شاخص‌های خونی شرکت‌کنندگان در چهار گروه مورد مطالعه پس از شش هفته تمرین (اطلاعات به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد نشان داده شده‌اند)

| P** | زمان اندازه‌گیری | | | گروه‌ها | متغیرها |
|-----------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------|
| | P* | پس آزمون | پیش آزمون | | |
| بین گروهی | درون گروهی | | | | |
| ۰/۲۸ | ۰/۲۴ | ۳۶/۸۳ \pm ۲۲/۷۱ | ۲۷/۹۳ \pm ۱۰/۱ | دارونما | VLDL |
| | ۰/۰۹ | ۲۷/۱ \pm ۷/۰۳ | ۳۲/۲۸ \pm ۱۱/۸۵ | تمرین - دارونما | |
| | ۰/۰۲ | ۲۶/۰۶ \pm ۵/۵۲ | ۳۳/۳۱ \pm ۵۸/۴۶ | اسپیرولینا | |
| | ۰/۰۱ | ۲۵/۴ \pm ۷/۰۱ | ۳۲/۰۷ \pm ۹/۹۲ | تمرین - اسپیرولینا | |
| ۰/۱۲ | ۰/۱۸ | ۵/۱ \pm ۱/۵۸ | ۴/۲۵ \pm ۱/۲۸ | دارونما | CHOLS/HDL |
| | ۰/۰۸ | ۳/۸۱ \pm ۱/۶۱ | ۴/۶۷ \pm ۱/۱۵ | تمرین - دارونما | |
| | ۰/۳۲ | ۴/۶۵ \pm ۱/۳۵ | ۴/۶۷ \pm ۱/۷۱ | اسپیرولینا | |
| | ۰/۰۰۷ | ۳/۴۱ \pm ۰/۹۳ | ۴/۵۲ \pm ۱/۱۱ | تمرین - اسپیرولینا | |

* مقدار p برای نتایج آزمون تی نمونه‌های وابسته (سطح معناداری $P \leq 0/05$). ** مقدار p برای نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه (سطح معناداری $P \leq 0/05$)

نتایج بررسی تحلیل عاملی نشان داد که پس از اعمال متغیرهای تحقیق (تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا) طی شش هفته، تغییرات مثبت معنادار در شاخص نیمرخ لیپیدی مشاهده شد ($P < 0/05$). این تغییرات در شاخص‌های گروه «تمرین-اسپیرولینا» مشهودتر و ملموس‌تر از دیگر گروه‌ها بود. LDL و VLDL در گروه‌های تمرین-اسپیرولینا، اسپیرولینا و تمرین-دارونما از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون کاهش معناداری را نشان داد و همچنین کلسترول در گروه‌های تمرین-اسپیرولینا، اسپیرولینا و تمرین-دارونما از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون کاهش معناداری یافت، همچنین LDL/HDL و CHOLS/HDL صرفاً در گروه تمرین-اسپیرولینا کاهش معناداری را از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون نشان داد (به ترتیب $P=0/009$ و $P=0/007$). همچنین HDL در گروه تمرین-اسپیرولینا افزایش معناداری را از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون نشان داد ($P=0/007$). همچنین نتایج تحلیل عاملی تفاوت معنادار بین گروهی را در متغیرهای

پژوهش نشان نداد که این عدم تغییر احتمالاً به دلیل تعداد نمونه اندک یا مدت کم برنامه تمرینی پروتکل تحقیق حاضر است.

بحث و بررسی

تمرین ورزشی به عنوان یک روش غیردارویی در کاهش عوارض ناشی از دیابت همانند بیماری‌های قلبی عروقی همواره مورد توجه متخصصان علوم ورزشی است. از طرفی برای درمان دیابت نوع دو، تمرینات ورزشی به تنهایی کافی نیست و رژیم غذایی بیماران دیابت نوع دو نیز بسیار حائز اهمیت است (۱۵). از این رو پژوهش حاضر با هدف کلی بررسی شاخص‌های نیمرخ لیپیدی به دنبال شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل اسپیرولینا در زنان مبتلا به دیابت نوع دو دارای اضافه وزن، انجام گرفت. نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری فاکتورهای نیمرخ لیپیدی نشان داد که شش هفته تمرین هوازی همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا اثر مثبتی بر روی کلسترول VLDL, LDL/HDL, LDL, HDL/کلسترول زنان مبتلا به دیابت نوع دو داشته است. نتایج این تحقیق با یافته‌های عظیمی دخت و همکاران (۱۳۹۰) که به بررسی تأثیر تمرین هوازی با شدت ۸۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه ۵ روز در هفته به مدت ۸ هفته بر RBP4 سرم و شاخص مقاومت به انسولین در بیماران دیابتی نوع دو پرداختند و کاهش معنادار سطوح کلسترول، تری‌گلیسرید و LDL سرم را مشاهده کردند، همسوست (۲۴). همچنین با یافته‌های فتح‌الهی و همکاران (۱۳۹۲) که طی بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر میزان تغییرات امنتین-۱، مقاومت به انسولین، CRP و نیمرخ لیپیدی در زنان سالمند دارای اضافه وزن و چاق افزایش امنتین-۱ و بهبود نیمرخ لیپیدی و کاهش CRP را گزارش کردند (۲۵)، همسو بود. در واقع فعالیت بدنی با افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب از طریق فعال کردن مسیر هوازی در میتوکندری سلول‌ها به تجزیه اسیدهای چرب منجر می‌شود و از تجمع آنها در سلول عضلانی جلوگیری می‌کند (۱۲). فعالیت بدنی منظم از طریق افزایش حساسیت به انسولین و HDL-C و کاهش تری‌گلیسرید (TG) و LDL-C، به بهبود متابولیسم چربی و گلوکز منجر می‌شود (۲۶). یکی از علت‌های احتمالی افزایش HDL، افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز LPL، در نتیجه فعالیت بدنی است مطالعات نشان داده‌اند که تمرین‌های هوازی متوسط و شدید به مدت ۱۲ هفته و بیشتر به افزایش لیپوپروتئین پرچگال و کاهش لیپوپروتئین کم‌چگال، کلسترول و تری‌گلیسرید در زنان و مردان بزرگسال منجر شده است (۸). انجام تمرینات منظم، موجب کاهش خطر ابتلا به دیابت نوع دو و همچنین افزایش HDL می‌شود، گزارش کردند که انجام تمرینات به‌طور منظم می‌تواند سطح HDL-C

را در بیماران دیابتی افزایش دهد (۲۷). از طرفی نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات میترا خادم‌الشریعه (۱۳۹۳) و ناهید بیژه همسو نیست (۲۹، ۲۸). خادم‌الشریعه (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «اثر دو نوع پروتکل تمرین هوازی بر واسپین، کمرین و نیمرخ لیپیدی در زنان دیابتی نوع دو» تغییر معناداری را در هیچ‌یک از شاخص‌های اندازه‌گیری شده مشاهده نکردند (۲۸). همچنین ناهید بیژه و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی اثر ۸ هفته تمرین هوازی بر سطوح سرمی آپولیپوپروتئین B، A-1 و نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن، دریافتند که درصد چربی بدن، شاخص توده بدن، کلسترول، تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین پرچگال و کم‌چگال در نتیجه ۸ هفته تمرین هوازی تغییر معناداری پیدا نکرده است (۲۹). از جمله دلایل نتایج ضد و نقیض عدم تغییر در ترکیب و وزن بدن آزمودنی‌ها، استفاده از برنامه تمرینی متفاوت از نظر شدت و مدت اجرای آن، پروتکل پژوهشی متفاوت از نظر استفاده یا عدم استفاده از مکمل، استفاده از آزمودنی‌های سالم یا بیمار، و مشابه نبودن آزمودنی‌ها از نظر سن و جنس است. برای مثال برخی پژوهشگران معتقدند که تمرینات ورزشی به‌ندرت بر سطوح TC و LDL اثر می‌گذارند، مگر اینکه با کاهش رژیم غذایی یا کاهش وزن همراه باشند. هرچند تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی به‌طور مستقل و صرف‌نظر از اثر روی وزن می‌تواند بر نیمرخ لیپیدی خون تأثیر مطلوب بگذارد (۳۰). برخی محققان هم معتقدند کاهش وزن (کاهش درصد چربی) برای اثرگذاری تمرین بر چربی‌های خون مهم است، ولی کاهش وزن لازمه تغییرات در لیپوپروتئین‌های پلاسما نیست. همچنین برخی تحقیقات نشان داده‌اند تمرین، بیشتر نیمرخ لیپیدی افرادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که از سطح پایه TG یا LDL بالاتر یا HDL پایین‌تری برخوردارند (۳۱). در خصوص بهبود فاکتورهای لیپیدی بر اثر مصرف مکمل اسپیرولینا مطالعات صورت‌گرفته بیان کردند که مکمل اسپیرولینا مقادیر فیبر بالای دارد و در صورتی که در مقادیر بالا مصرف شود، می‌تواند جذب گلوکز را کاهش دهد، علاوه بر این کیفیت پروتئینی بالایی دارد و پپتیدها و پلی‌پپتیدهای حاصل از هضم آن می‌تواند ترشح انسولین را افزایش دهد و موجب تعدیل سطح قندخون شود (۳۲، ۱۸). مطالعات انجام‌گرفته در زمینه مصرف مکمل اسپیرولینا بر نمونه‌های انسانی و حیوانی نشان داده است که به‌سبب دارا بودن منبع غنی از آنتی‌اکسیدان‌ها و مواد مغذی مانند فیکوسیانین، کلروفیل، پلی‌ساکاریدها و سولفولیپیدها می‌تواند در کاهش کلسترول نقش بارزی داشته باشد (۳۳). فیکوسیانین به‌عنوان مهم‌ترین ترکیب آنتی‌اکسیدانی موجود در جلبک اسپیرولینا در افزایش حساسیت انسولین، بهبود مقاومت به انسولین در بافت‌های محیطی و تنظیم متابولیسم قند و چربی مؤثر است (۱۸). احتمالاً اسپیرولینا اثرات هیپولیپیدمی خود را از طریق افزایش لیپوپروتئین لیپاز و فعالیت لیپاز

تری گلیسرید کبدی اثبات می‌کند (۳۴) که این فعالیت‌ها به ماده فعال اسپیرولینا، فیکوسیانین مربوط است (۱۸). نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های هوانگ (۲۰۰۵)، یون هی لی^۱ و همکاران (۲۰۰۸) همسوست (۲۰، ۳۵). اما با یافته‌های زینلیان (۲۰۱۷)، عمر فاروق (۲۰۱۰) مغایر است (۳۶، ۱۹). هوانگ و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثر محافظتی پلی‌ساکارید اسپیرولینا بر روی عروق موش‌های آلوده به آلوکسان دیابتی که در آن ترکیبات P_{SP} و P_{ST} به مدت ۶ هفته به موش‌ها تزریق شد، به این نتیجه رسیدند که ترکیب P_{ST} و P_{SP} می‌تواند موجب کاهش قند خون و TG، TC، NO، ET در سرم و افزایش HDL-C نسبت به موش‌های صحرایی دیابتی شده آلوکسان شود (۳۵). یون هی لی و همکاران (۲۰۰۸) طی بررسی تأثیر اسپیرولینا در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو به این نتیجه رسیدند که اثر کاهش‌دهنده چربی توسط مکمل اسپیرولینا بر اساس سطح سرمی چربی‌های خون قبل از ورود به مداخله متفاوت بود. افراد مبتلا به دیابت نوع دو با سطوح تری‌گلیسرید اولیه بالاتر، پس از مصرف مکمل میزان تری‌گلیسرید پلاسمایی و فشار خون پایین‌تری را نشان دادند. افراد بیمار که قبل از ورود به پژوهش کلسترول بالاتری داشتند، پس از پژوهش کاهش سطح کلسترول، LDL-کلسترول، IL-6 و فشار خون بیشتری را نشان دادند که به نظر می‌رسد مکمل اسپیرولینا در افراد مبتلا به دیس لیپیدمیا^۴ تأثیرگذارتر است (۲۰). از طرفی زینلیان و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تأثیرات اسپیرولینا بر شاخص‌های تن‌سنجی، اشتها، پروفایل لیپید و فاکتور رشد اندوتلیال عروق خون (VEGF) در افراد چاق تغییر معناداری در سطح سرمی VEGF، کلسترول LDL و تری‌گلیسرید پس از مداخله مشاهده نکردند (۳۶). یافته‌های متفاوت ممکن است به دلایل مختلف مانند تفاوت در دوز و دفعات مصرف مکمل اسپیرولینا، استفاده از پودر اسپیرولینا یا قرص آن، مقدارها (تفاوت دوز مصرفی) و زمان‌های متفاوت استفاده از آن باشد، به نحوی که در تحقیق زینلیان و همکاران روزانه دو قرص ۵۰۰ میلی‌گرمی به مدت ۱۲ هفته مصرف شد، در حالی که در تحقیق حاضر روزانه سه قرص ۵۰۰ میلی‌گرمی به مدت ۶ هفته مصرف شد (۱۸). همچنین این تفاوت‌ها می‌تواند با برنامه تمرینی متفاوت شامل حجم و شدت و نوع برنامه تمرینی، روش اندازه‌گیری شاخص‌ها یا تفاوت در بررسی سطوح پلاسمایی یا سرمی در ارتباط باشد.

-
1. Lee, Park
 2. polysaccharide of *Spirulina platensis*
 3. *Sargassum thunbergii*
 4. dyslipidemia

نتیجه گیری

در مجموع می توان گفت که انجام تمرینات هوازی و مصرف مکمل اسپیرولینا سبب بهبود برخی عوامل خطر ساز قلبی-عروقی و زمینه ساز دیابت نوع دو از جمله نیمرخ لیپیدی شد و احتمالاً به کنترل بیماری دیابت نوع دو و کاهش وزن در زنان دیابتی و دارای اضافه وزن منجر می شود. همچنین با توجه به نتایج این تحقیق تأثیر مکمل اسپیرولینا به همراه تمرین را می توان مناسب تر دانست. از این رو به زنان دارای دیابت نوع دو و اضافه وزن توصیه می شود در کنار اجرای تمرینات هوازی به عنوان یک عامل مؤثر، از مکمل اسپیرولینا نیز به منظور تأثیر گذاری بیشتر استفاده کنند. به هر حال با توجه به تعداد کم آزمودنی در این تحقیق و عدم کنترل دقیق عوامل تغذیه ای و روحی روانی آزمودنی ها و همچنین کوتاه بودن دوره پروتکل پژوهش، برای رسیدن به نتایج دقیق باید پژوهش های بیشتری با رعایت موارد ذکر شده در زمینه اثر تمرین و مصرف مکمل اسپیرولینا در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات آزمودنی های شرکت کننده که در انجام این پژوهش محقق را یاری کردند و همچنین از شرکت ستاره شاخاب قشم که در تأمین مکمل های مورد نیاز این تحقیق کمک کردند، تشکر و قدردانی می شود.

منابع و مآخذ

1. Cheng A, Committee CDACPG. Canadian Diabetes Association 2013 clinical practice guidelines for the prevention and management of diabetes in Canada. Introduction. Canadian journal of diabetes. 2013;37:S1.
2. Aalaa M, Malazy OT, Sanjari M, Peimani M, Mohajeri-Tehrani M. Nurses' role in diabetic foot prevention and care; a review. Journal of Diabetes & Metabolic Disorders. 2012;11(1):24.
3. Akbar S, Bellary S, Griffiths HR. Dietary antioxidant interventions in type 2 diabetes patients: a meta-analysis. The British Journal of Diabetes & Vascular Disease. 2011;11(2):62-8.
4. Zabetian A, Sanchez IM, Narayan KV, Hwang CK, Ali MK. Global rural diabetes prevalence: a systematic review and meta-analysis covering 1990–2012. Diabetes research and clinical practice. 2014;104(2):206-13.
5. Esteghamati A, Gouya MM, Abbasi M, Delavari A, Alikhani S, Alaedini F, et al. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in the adult population of Iran: National

- Survey of Risk Factors for Non-Communicable Diseases of Iran. *Diabetes care*. 2008;31(1):96-8.
6. Nabipour I, Vahdat K, JAFARI SM, Beigi S, Assadi M, Azizi F, et al. Elevated high sensitivity C-reactive protein is associated with type 2 diabetes mellitus: the Persian Gulf Healthy Heart Study. *Endocrine journal*. 2008;0804240105-.
 7. Hasani-Ranjbar S, Nayebi N, Larijani B, Abdollahi M. A systematic review of the efficacy and safety of Teucrium species; from anti-oxidant to anti-diabetic effects. *Int J Pharmacol*. 2010;6(4):315-25.
 8. Campbell A, Grace F, Ritchie L, Beaumont A, Sculthorpe N. Long-Term Aerobic Exercise Improves Vascular Function Into Old Age: A Systematic Review, Meta-Analysis and Meta Regression of Observational and Interventional Studies. *Frontiers in physiology*. 2019;10.
 9. Scanlon G, Loughman J, Farrell D, McCartney D. A review of the putative causal mechanisms associated with lower macular pigment in diabetes mellitus. *Nutrition research reviews*. 2019;1-18.
 10. Marso SP, Poulter NR, Nissen SE, Nauck MA, Zinman B, Daniels GH, et al. Design of the liraglutide effect and action in diabetes: evaluation of cardiovascular outcome results (LEADER) trial. *American heart journal*. 2013;166(5):823-30. e5.
 11. Nauck M, Muus MG, Kreiner E, Saevereid H, Buse J. Effects of Liraglutide Compared With Placebo on Events of Acute Gallbladder or Biliary Disease in Patients With Type 2 Diabetes at High Risk for Cardiovascular Events in the LEADER Randomized Trial. *Diabetes care*. 2019.
 12. Jarvie JL, Pandey A, Ayers CR, McGavock JM, Sénéchal M, Berry JD, et al. Aerobic Fitness and Adherence to Guideline-Recommended Minimum Physical Activity Among Ambulatory Patients With Type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 2019;42(7):1333-9.
 13. Boulé N, Kenny G, Haddad E, Wells G, Sigal R. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*. 2003;46(8):1071-81.
 14. Aggarwala J, Sharma S, Saroochi AJ, Sarkar A. Effects of aerobic exercise on blood glucose levels and lipid profile in Diabetes Mellitus type 2 subjects. *A 1 Ameen J Med Sci*. 2016;9(1):65-9.
 15. Karkos P, Leong S, Karkos C, Sivaji N, Assimakopoulos D. Spirulina in clinical practice: evidence-based human applications. *Evidence-based complementary and alternative medicine*. 2011;2011.
 16. Kulshreshtha A, Jarouliya U, Bhadauriya P, Prasad G, Bisen P. Spirulina in health care management. *Current pharmaceutical biotechnology*. 2008;9(5):400-5.
 17. Choonawala BB. Spirulina production in brine effluent from cooling towers 2007.
 18. Parikh P, Mani U, Iyer U. Role of Spirulina in the control of glycemia and lipidemia in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Medicinal Food*. 2001;4(4):193-9.
 19. Mridha MOF, Noor P, Khaton R, Islam D, Hossain M. Effect of Spirulina platensis on lipid profile of long evans rats. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*. 2010;45(3):249-54.

20. Lee EH, Park J-E, Choi Y-J, Huh K-B, Kim W-Y. A randomized study to establish the effects of spirulina in type 2 diabetes mellitus patients. *Nutrition Research and Practice*. 2008;2(4):295-300.
21. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the american college of cardiology*. 2001;37(1):153-6.
22. akbarpour Beni, Jafari. The Effect of consumption of Persian conventional medicine Drug (Diabetes) and aerobic training on Glucose and lipid profiles in overweight women with diabetes type 2. *ournal of Islamic and Iranian Traditional Medicine*. 2019;10(1):1-14.
23. K AA, M B. Synchronized effects of aerobic training and magnesium supplementation on cardiometabolic risk factors and A1c in Type 2 diabetic females. *Metabolism and Exercise A bioannual journal*. 2017;7(1):39-54.
24. Mogharnasi MAAM. The effect of 8 weeks interval training on insulin resistance and lipid profiles in type 2 diabetic men treated with metformin. *journal of sport biosciences*. 2015;7(3):461-76.
25. fathollahi f. Effects of 8weeks aerobic training on changes rate, omentine-1, insulin resistance, CRP and lipid profile in overweight and obese elderly women. *journal of sports medicine and physical fitness*. 2014;1(1):1-20.
26. Duncan GE, Perri MG, Theriaque DW, Hutson AD, Eckel RH, Stacpoole PW. Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and postheparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. *Diabetes care*. 2003;26(3):557-62.
27. Gordon LA, Morrison EY, McGrowder DA, Young R, Fraser YTP, Zamora EM, et al. Effect of exercise therapy on lipid profile and oxidative stress indicators in patients with type 2 diabetes. *BMC complementary and alternative medicine*. 2008;8(1):21.
28. Khademosharie M, Amiri Parsa T, Hamedinia MR, Hosseini-Kakhk SAR. Effects of two aerobic training protocols on Vaspin, Chemerin and lipid profile in women with type 2 diabetes. *ISMJ*. 2014;17(4):571-81.
29. Bijeh N, Hejazi K. The effect of aerobic exercise on levels of HS-CRP, insulin resistance index and lipid profile in untrained middle-aged women. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2018;24(10):1-11.
30. Wong PC, Chia M, Tsou IY, Wansaicheong GK, Tan B, Wang JC, et al. Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. 2008.
31. Moazzami M, Askari A. Effect of Six Months of Aerobic Exercise on Lipid Profile, Inflammatory Markers and Risk Factors of Cardiovascular Disease in Obese Women. *Medical Laboratory Journal*. 2018;12(2):32-7.
32. Belay A, Ota Y, Miyakawa K, Shimamatsu H. Current knowledge on potential health benefits of Spirulina. *Journal of applied Phycology*. 1993;5(2):235-41.
33. Moura LP, Puga GM, Beck WR, Teixeira IP, Ghezzi AC, Silva GA, et al. Exercise and spirulina control non-alcoholic hepatic steatosis and lipid profile in diabetic Wistar rats. *Lipids in health and disease*. 2011;10(1):77.

34. Torres-Durán P, Miranda-Zamora R, Paredes-Carbajal M, Mascher D, Blé-Castillo J, Díaz-Zagoya J, et al. Studies on the preventive effect of *Spirulina maxima* on fatty liver development induced by carbon tetrachloride, in the rat. *Journal of Ethnopharmacology*. 1999;64(2):141-7.
35. Huang Z, Mei X, Xu D, Xu S, Lv J. Protective effects of polysacchride of *Spirulina platensis* and *Sargassum thunbergii* on vascular of alloxan induced diabetic rats. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo zhongyao zazhi= China journal of Chinese materia medica*. 2005;30(3):211-5.
36. Zeinalian R, Farhangi MA, Shariat A, Saghafi-Asl M. The effects of *Spirulina Platensis* on anthropometric indices, appetite, lipid profile and serum vascular endothelial growth factor (VEGF) in obese individuals: a randomized double blinded placebo controlled trial. *BMC complementary and alternative medicine*. 2017;17(1):225.

The Effect of Aerobic Exercise and Spirulina Supplementation on Some Cardiovascular Risk Factors in Overweight Women with Type 2 Diabetes

Mohsen Akbarpour*¹ - Elahe Mehrabizadeh²

1. Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Qom, Qom, Iran
2. MSc, Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Qom, Qom, Iran

(Received: 2019/05/21; Accepted: 2020/05/21)

Abstract

Cardiovascular risk factors are known as an important mechanism for the development of type 2 diabetes and cardiovascular diseases. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of aerobic exercise and spirulina supplementation on some cardiovascular risk factors in overweight women with type 2 diabetes. In this semi-experimental study, 28 overweight women with type 2 diabetes (mean age of 49.5 ± 7.7 years) were randomly assigned to groups of aerobic+spirulina, aerobic+placebo, spirulina and placebo. The aerobic exercise program included 6 weeks (3 sessions per week) with the intensity of 60-70% of the maximum heart rate. The groups receiving supplementation daily received three capsules of 500 mg of spirulina before each meal for 6 weeks. Fasting blood samples were collected in pretest and posttest. Data were analyzed by factor analysis of variance (2x4) and dependent t test with significance level ($P \leq 0.05$) using SPSS software. The results of the study showed a reduction in cholesterol, LDL and VLDL in the exercise-spirulina and spirulina groups from pretest to posttest, and a decrease in LDL / HDL and CHOLS / HDL was observed only in the exercise-spirulina group ($P=0.009$, $P=0.007$) respectively. HDL also showed a significant increase only in the exercise-spirulina group ($P=0.007$). There were also no significant intergroup differences in any of the variables. Overall, these findings showed that aerobic exercise and spirulina supplementation can relatively improve lipid profile factors. In other words, exercise as the main factor along with spirulina supplementation can have a better effect on improving cardiovascular risk factors in people with type 2 diabetes.

Keywords

Aerobic exercise, lipid profile, spirulina, type 2 diabetes, women.

*. Corresponding Author: Email: akbarpour.mohsen@gmail.com; Tel: +989131839198