www.mums.ac.ir
Medical Journal of Mashhad
University of Medical Sciences
Vol. 68, No.6, P: 1697-1707
Jan-Mar 2026

مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سال ۶۸، شماره۶
بهمن-اسفند ۱۴۰۴، صفحه ۱۷۰۷-۱۶۹۷

مقاله اصلی

تأثیرترکیب تمرین هوازی و مصرف مکمل اسپیرولینا بر روی شاخص‌های گلوکز خون، انسولین و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو دارای اضافه وزن

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۲/۰۶- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۰۶

محسن اکبرپور[1]*
الهه محرابی زاده [2]
زهرا ثمری [2]

[1] دانشیار گروه علوم ورزشی دانشگاه قم، قم، ایران
[2] گروه علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران

Email: m_akbary64@hotmail.com

خلاصه

مقدمه: استفاده از تمرینات ورزشی به همراه مکمل های گیاهی یکی از شیوه های پیشنهادی برای کنترل چاقی و عـوارض ناشی از آن مانند دیابت و مقاومت به انسولین می باشد. از این رو هدف پژوهش حاضر بررسی تغییرات گلوکز خون، انسولین و مقاومت به انسولین به دنبال اجرای تمرینات هوازی ،مصرف مکمل اسپیرولینا و ترکیب تمرین هوازی-مصرف مکمل اسپیرولینا در زنان مبتلا به دیابت نوع دو دارای اضافه وزن بود.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی تعداد ۲۸ نفر از زنان دیابتی نوع دو و دارای اضافه وزن با میانگین سن۷/۷±۴۸/۴۷ و شاخص توده بدنی۳/۳±۲۹/۷، به صورت تصادفی در گروه های اسپیرولینا+تمرین هوازی ، دارونما+تمرین هوازی، اسپیرولینا و دارونما قرار گرفتند. برنامه تمرین هوازی شامل شش هفته (هر هفته سه جلسه) و با شدت ۶۰ الی ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام گرفت. گروه‌های دریافت کننده مکمل، روزانه سه کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیرولینا قبل از هر وعده غذایی به مدت شش هفته دریافت کردند. نمونه‌های خونی به منظور بررسی متغیرهای مورد مطالعه طی شرایط ناشتایی در مراحل پیش و پس آزمون جمع‌آوری شدند. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک راهه(ANOVA) و آزمون تی وابسته با سطح معناداری ($P \leq ۰/۰۵$) با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج: سطح گلوکز درگروه اسپیرولینا+تمرین ($p=۰/۰۰۶$) و گروه اسپیرولینا ($p=۰/۰۱$) از مرحله پیش آزمون به پس آزمون کاهش معناداری نشان داد. همچنین در گروه تمرین سطوح انسولین ($p=۰/۰۰۶$) و مقاومت به انسولین ($p=۰/۰۳$) کاهش معناداری را از مرحله پیش آزمون به پس آزمون نشان داد. از طرفی تفاوت معناداری در سطوح گلوکز بین گروه اسپیرولینا و گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ($P \leq ۰/۰۵$). در حالی که در شاخص های انسولین و مقاومت به انسولین تفاوت بین گروهی مشاهده نشد($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین هوازی با و بدون مصرف اسپیرولینا بر گلوکز خون اثر معناداری داشته ودر کنترل قند خون زنان مبتلابه دیابت نوع دو دارای اضافه وزن مؤثر می باشد. از طرفی، مصرف هم‌زمان مکمل اسپیرولینا همراه با تمرین هوازی تأثیر بیشتری برکاهش گلوکز خون داشت.

کلمات کلیدی: تمرین هوازی، اسپیرولینا، گلوکز خون، انسولین، مقاومت به انسولین، دیابت نوع دو

Doi: 10.22038/MJMS.2022.55953.3257

مقدمه

چاقی و اضافه وزن به عنوان یک بیماری متابولیک مزمن، به یکی از چالش‌های اصلی بهداشت عمومی در سراسر جهان در قرن حاضر تبدیل شده است و علی رغم هشدارهای‌جهانی و افزایش آگاهی از عوارض آن، شواهد حاکی از افزایش قابل ملاحظه چاقی و اضافه‌وزن در جهان می باشد (۱). به علاوه افزایش شیوع چاقی منجر به افزایش پیشرونده درشیوع بیماری های قلبی-عروقی و دیابت نوع دو شده است (۲). دیابت نوع دو به‌عنوان شایع‌ترین بیماری ناشی از اختلالات متابولیسم و درون ریز پیچیده، یک چالش پراهمیت جهانی محسوب می‌شود. که با افزایش‌گلوکز خون، ترشح ناکافی یا اختلال عملکرد انسولین باعث بروز درجات متغیری از مختل شدن کارکرد سلول های بتاپانکراس و مقاومت به انسولین می شود (۳). مقاومت به انسولین به عنوان کاهش توانایی انسولین برای تحریک جذب گلوکز توسط بافت هدف تعریف می‌شود (۴). مقاومت به انسولین، اصلی ترین عامل ایجاد بیماری دیابت نوع دو است که به دلیل نقص در پیام رسانی انسولین و تغییر در بیان پروتئین یا ژن های هدف انسولین به وجود می آید. از جمله مکانیسم های مولکولی ایجاد مقاومت انسولین اختلال در نقل و انتقال مولکول GLUT4 در سه بافت هدف عضلات اسکلتی، بافت چربی و کبد است. جذب گلوکز در سلول های هدف هورمون انسولین، توسط ناقل قندیGLUT4 انجام می شود. در بررسی های به عمل آمده در افراد مبتلا به دیابت نوع دو و مقاومت به انسولین میزان بیان GLUT4 طبیعی است، اما میزان انتقال آن به سطح سلول کاهش می یابد و این وضعیت موجب هیپرگلیسمی و هیپرانسولینمی می شود (۵).

مطالعات نشان می دهد که کم تحرکی عامل خطر مستقل برای مقاومت انسولین و دیابت نوع دو است (۶). فعالیت ورزشی به‌عنوان یکی از محوری‌ترین عوامل کنترل بیماری دیابت نوع دو و همچنین چاقی مدنظر است و دارای فواید متعددی همچون بهبود حساسیت انسولین، کاهش هموگلوبین گلیکوزیله، کاهش وزن و کنترل بهتر قند خون است (۷). تمرینات هوازی نوع رایج فعالیت ورزشی در معالجه افراد دیابتی نوع دو است که باعث بهبود در کنترل گلیسیمیک، کاهش چربی بدن و کاهش گلوکز خون ناشتا می‌شود (۸). این تمرینات با افزایش مصرف قند کلی بدن توسط سلول‌های عضلانی و هم‌چنین فعال‌تر کردن سوخت‌و ساز چربی‌ها، سبب کاهش غلظت گلوکز و اضافه وزن می‌شود (۹). برخی مطالعات نشان دادند که فعالیت بدنی می تواند تاثیرات مطلوبی بر شاخص های نیم رخ قندی و کنترل دیابت نوع دو داشته باشد. اما نتایج برخی مطالعات دیگر حاکی از عدم این همراهی است. به نحوی که گیانوپولو و همکاران (۲۰۰۵) پس از بررسی چهارده هفته برنامه تمرین هوازی کاهش مقاومت انسولین را مشاهده کردند (۱۰). در مقابل جونز و همکاران (۲۰۰۹) پس از هشت ماه تمرین هوازی عدم تغییر مقاومت انسولین را در نوجوانان چاق نشان دادند (۱۱).

از طرفی محققان عنوان می کنند که تمرینات ورزشی از جمله تمرین هوازی به تنهایی کافی نیست و رژیم غذایی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ و به تبع آن افراد دارای اضافه وزن حائز اهمیت است(۱۲). در همین راستا، اخیرا متخصصان علم تغذیه و علوم پزشکی توجه زیادی به گیاهان دارویی به دلیل طبیعی بودن و نداشتن عوارض آنها دارند. آنچه که امروزه در رژیم غذایی بیماران دیابتی می تواند بسیار مفید باشد، جلبک دریایی اسپیرولینا می‌باشد(۱۳). گزارشات حاکی از آن است که اسپیرولینا به جهت دارا بودن انواع ویتامین‌ها و اسیدهای چرب غیراشباع، منجر به بهبود و تقویت سوخت‌وساز قندها و سوزاندن کالری می‌شود(۱۴). هم‌چنین در تولید انسولین هم نقش بسزایی می‌تواند داشته باشد، لذا می تواند در درمان دیابت نوع ۲ و چاقی نیز مؤثر باشد (۱۳). در واقع اسپیرولینا یک ریز جلبک سبز-آبی رشته ای، دارای فیلامنت‌های فنر مانند، فتوسنتز کننده و بسیار کوچکی به اندازه ۲-۸ میکرون است (۱۵). این جلبک دارای مقادیر بالایی از پروتئین،

ویتامین، مواد معدنی، آمینواسیدهای ضروری، اسیدهای چرب و رنگدانه های آنتی اکسیدانی نظیر بتاکاروتن است (۱۶) و گزارشات حاکی از آن است که اسپیرولینا اثرات مفیدی در درمان بیماری هایی نظیر چاقی، کاهش وزن، مهار اشتها و کاهش میل به پرخوری دارد (۱۵). همچنین نتایج برخی از تحقیقات نشان داده است که اسپیرولینا در پیشگیری از دیابت می تواند موثر باشد زیرا حاوی مقادیر زیادی از ویتامین B1 است که باعث بهبود سوخت و ساز قندها در بدن می شود، همچنین وجود ویتامین B2 که با کمک به سوزاندن کالری مانع از چاقی می شود و ویتامین B6 که در ساخت هورمون انسولین در بدن نقش دارد در این مکمل می تواند در پیشگیری از دیابت تاثیر گزار باشد (۱۳). در این خصوص پاریخ و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی بر روی ۲۵ بیمار مبتلا به دیابت نوع دو به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل اسپیرولینا می تواند باعث کاهش گلوکز خون ناشتا و غیر ناشتا شود (۱۷). در تحقیقی دیگر که توسط آنیتا و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد، مشخص گردید که تجویز اسپیرولینا به بیماران دیابت نوع دو می تواند با کاهش گلوکز ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله همراه باشد (۱۸).

لذا با توجه به اینکه تعداد اندکی از پژوهش ها به تاثیر مصرف مکمل اسپیرولینا در افراد مبتلا به دیابت نوع دو بر روی نیم رخ قندی آنها پرداخته اند و همچنین به دلیل وجود نتایج ضد و نقیض در خصوص اثر مکمل اسپیرولینا بر شاخص های قندی، و از آنجا که در خصوص اثر فعالیت هوازی در ترکیب با مصرف مکمل اسپیرولینا بر عوامل گلوکز، انسولین و مقاومت انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو دارای اضافه وزن به طور جامع بررسی دقیقی صورت نگرفته است. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر ترکیب تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا بر روی شاخص‌های گلوکز خون، انسولین و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو و دارای اضافه وزن بود، تا به این سوال پاسخ داده شود که کدام یک از روش های مورد استفاده، مانند انجام صرفا تمرین هوازی ، مصرف مکمل اسپیرو لینا یا ترکیب تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا بر شاخص های نیمرخ قندی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو می تواند موثرتر باشد؟

روش کار

آزمودنی‌ها

این پژوهش با طرح نیمه تجربی تصادفی و چهارگروهی با اندازه گیری دو مرحله ای پیش و پس آزمون انجام گرفت. جامعه آماری در این مطالعه را زنان دیابتی نوع ۲ شهر قم تشکیل دادند که از بین این افراد، افرادی که ابتلا به دیابت نوع دو بیش از ۲ سال، سن ما بین ۴۵ تا ۵۵ سال، یائسگی، شاخص توده بدن ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع، محدوده قند خون بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی گرم در دسی لیتر، عدم فعالیت منظم ورزشی طی شش ماه گذشته، عدم سابقه ابتلا به بیماری های قلبی عروقی،عدم استفاده از انسولین و نداشتن عوارض دیابت از جمله زخم پای دیابتی، انتخاب شدند. پس از توزیع فرم همکاری شرکت در طرح تحقیقاتی با حضور داوطلبانی که جهت شرکت در طرح پژوهش اعلام آمادگی کرده بودند در جلسه هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش های اندازه گیری توسط محقق، با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسش نامه های سابقه پزشکی و یادآمد تغذیه ای ۲۴ ساعته مورد معاینه پزشکی قرار گرفتند که از میان داوطلبین واجد شرایط تعداد ۴۰ نفر به عنوان نمونه تحقیق شاخص توده بدن همگن سازی وبه صورت تصادفی در ۴ گروه ۱۰ نفر (هوازی– اسپیرولینا، هوازی–دارونما، اسپیرولینا، و دارونما) تقسیم شدند که در پایان تعداد ۲۸ نفر از آزمودنی ها موفق به اتمام دوره تحقیق شدند و ۱۲ نفر به علت بیماری و عدم شرکت در تمرین حذف شدند. در این زمینه هیچ یک از افراد تحت انسولین درمانی نبودند و بیماران هر ۴ گروه در طول دوره تحقیق از داروهای متفورمین گلی بن کلامید به صورت خوراکی استفاده می کردند. لازم به 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.

برنامه تمرینی

ابتدا حداکثر ضربان قلب با استفاده از فرمول (سن ۰/۷)-۲۰۸ (۱۹) برای هر فرد اندازه گیری شد. در این پژوهش گروه تمرینی به اجرای برنامه تمرین هوازی شش هفته ای 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 ۶۰-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب آزمودنی ها انجام گرفت. به نحوی که آزمودنی ها 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 ۷۰ 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 پله ای دو دقیقه به زمان دویدن افزوده شد و تا آخر جلسه هجدهم زمان دویدن به ۲۶ دقیقه افزایش یافت. شدت تمرین با استفاده از کمربند ضربان سنج (pollar) کنترل شد و در انتهای هر جلسه، عمل سرد کردن با اجرای دوی نرم، حرکات کششی و نرمشی به مدت ده دقیقه انجام گرفت.

مکمل

گروه های مصرف کننده مکمل اسپیرولینا روزانه سه کپسول۵۰۰ میلی گرمی اسپیرولینا را قبل از هر وعده غذایی به مدت شش هفته مصرف کردند. لازم به یادآوری است، گروه تمرین_دارونما و گروه دارونما، از کپسول های دارونما به طور کاملا مشابه با کپسول های اسپیرولینا، پر شده با نشاسته و با دوز روزانه مشابه، دریافت کردند. آزمودنی های گروه دارونما در طول انجام مطالعه نیز فعالیت ورزشی نداشتند.

روش اندازه گیری متغیرهای خونی

عمل خون گیری بین ساعت ۸-۹ 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 شد. در مرحله اول ۵ سی سی خون از ورید بازویی دست چپ آزمودنی ها در حالت نشسته و در وضعیت استراحت گرفته شد. سپس، آزمودنی های 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 مرحلهٔ اول از آزمودنی ها خون گیری به عمل آمد. پس از خون‌گیری، بلافاصله سرم ها با سانتریفوژ 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 و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق گذاشته شد تا ذوب شده و به دمای اتاق برسند. سپس ۵ مرتبه سروته شدند تا گرادیان غلظت ناشی از فریز و ذوب برطرف شده و غلظت نمونه ها یکدست شود. اندازه گیری انسولین با روش الایزا ساخت شرکت Diamtera ایتالیا اندازه‌گیری شد؛ اندازه گیری گلوکز با روش نورسنجی با دستگاه بیوشیمی هیتاچی ۹۱۱ و کیت شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران انجام گرفت.

اندازه‌گیری متغیرهای ترکیب بدن

اندازه‌گیری وزن افراد با استفاده از ترازوی دیجیتالی آلمانی با دقت ±۰/۱ کیلوگرم بدون کفش با حداقل لباس اندازه‌گیری شد. قد افراد با استفاده از قد سنج دیواری ۴۴۴۴۰ ساخت شرکت کاوه با دقت ±۰/۱ سانتی‌متر در وضعیت ایستاده کنار دیوار بدون کفش درحالی‌که کتف‌ها در شرایط عادی بودند و وزن بدن به طور مساوی روی هر دو پا تقسیم شده و چشم ها موازی سطح افق بود اندازه‌گیری شد. جهت اندازه گیری نمایه توده بدنی آزمودنی ها، ابتدا قد و وزن آن ها اندازه گیری شده، سپس با استفاده از تقسیم وزن به مجذور قد، نمایه توده بدن آزمودنی ها به دست آمد. در این فرمول، وزن بر حسب کیلوگرم و قد بر حسب متر و واحد نمایه توده بدن کیلوگرم بر مترمربع می باشد. درصد توده چربی بدن آزمودنی ها با استفاده از دستگاه بادی کامپوزیشن (Body Composition) اندازه‌گیری شد.

روش‌های آماری

برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین

(leven) استفاده شد و با توجه به معنی‌دار بودن آزمون‌های فوق جهت تعیین تأثیر یک دوره تمرین هوازی و مکمل اسپیرولینا بر روی شاخص‌های گلوکز خون، انسولین و مقاومت به انسولین زنان مبتلا به دیابت نوع دو دارای اضافه وزن، از آزمون T وابسته برای بررسی تفاوت های دورن گروهی و تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. نتایج آزمون با سطح معناداری (P≤۰/۰۵) در نظر گرفته شد.

نتایج

مشخصات آزمودنی های گروه های تحقیق در جدول۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج جدول۱، تفاوت معناداری بین سن، قد، وزن و شاخص توده بدن بین گروه های تحقیق وجود نداشت (P>۰/۰۵). همچنین آزمون کلموگروف-اسمیرنوف توزیع طبیعی داده ها در بین گروه ها و آزمون لوین همگنی واریانس چهار گروه مورد مطالعه را نشان دادند.

جدول۱. مقایسه شاخص های تن سنجی در چهار گروه

گروه ها / متغیر	اسپیرولینا-تمرین	دارونما-تمرین	اسپیرولینا	دارونما	سطح معنی داری
	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	
سن(سال)	۸/۶۰±۵۰ /۸۷	۵/۷۶±۴۹/۵۷	۶/۲۱±۴۶/۲۸	۷/۴۴±۴۷/۱۶	۰/۵۹
قد(سانتی متر)	۵/۳۵±۱۵۴/۸۷	۴/۷۴±۱۵۴/۱۴	۳/۴۰±۱۵۲/۷۱	۵/۸۷±۱۵۹/۱۶	۰/۱۳
وزن(کیلوگرم)	۹/۰۸±۶۹/۶۲	۸/۹۹±۶۸/۴۵	۶/۲۰±۶۷/۲۵	۷/۵۶±۷۴/۳۸	۰/۴۴
شاخص توده بدن(کیلوگرم بر متر مربع)	۳/۱۹±۲۹/۷۷	۲/۳۴±۲۹/۱۴	۵/۱۸±۳۱/۰۱	۲/۶۲±۲۸/۹۱	۰/۷۰
درصد چربی بدن	۳/۲۳±۳۹/۸۵	۳/۳۲±۳۹/۸۸	۵/۱۲±۳۸/۴۱	۳/۰۱±۳۷/۶۶	۰/۶۴

تفاوتی بین گروه ها مشاهده نشد (آزمون تحلیل واریانس یکطرفه، سطح معناداری(P ≤۰/۰۵))

جدول۲. مقایسه شاخص های خونی شرکت کنندگان در چهار گروه مورد مطالعه

(اطلاعات به صورت میانگین ± انحراف استاندارد نشان داده شده اند)

متغیرها	گروه ها	زمان اندازه گیری			**P** بین گروهی**
		پیش آزمون	پس آزمون	**P** درون گروهی*	
گلوکز	**اسپیرولینا-تمرین**	۳۴/۴۹±۱۸۶/۲۵	۲۵/۰۲±۱۷۰/۳۳	۰/۰۰۶	
	دارونما-تمرین				
	اسپیرولینا	۳۲/۴۹±۱۲۹/۸۵	۱۳/۶۰±۹۷/۸۳	۰/۰۵۳	۰/۰۰۶
	دارونما				
		۲۸/۹±۱۴۵/۲۸	۲۵/۵۵±۱۲۲/۵۰	۰/۰۱	
		۲۶/۳۹±۱۸۰/۶۶	۳۵/۱۴±۱۸۴/۸۳	۰/۵۱۶	

انسولین	**اسپیرولینا-تمرین دارونما-تمرین اسپیرولینا دارونما**	۳/۰۹±۱۰/۸۷ ۳/۶۵±۱۲/۸۴ ۳/۲۶±۱۰/۴۴ ۲/۱۶±۷/۷۳	۳/۸۱±۱۰/۱۸ ۲/۱۴±۷/۴۶ ۳/۲۹±۹/۱۰ ۲/۸۳±۶/۵۹	۰/۵۵۹ ۰/۰۰۶ ۰/۴۱۰ ۰/۹۳۹	۰/۹۰۳
مقاومت انسولین	**اسپیرولینا-تمرین دارونما-تمرین اسپیرولینا دارونما**	۱/۷۲±۳/۹۴ ۱/۶۰±۳/۴۴ ۱/۱۸±۳/۸ ۱/۶۱±۲/۹۵	۱/۳۷±۳/۵۹ ۰/۵۹±۱/۷۹ ۰/۸۳±۲/۷۹ ۱/۱۴±۳/۴۸	۰/۲۹۲ ۰/۰۳۱ ۰/۲۴۷ ۰/۶۷۸	۰/۴۲۲

* مقدار p برای نتایج آزمون تی نمونه های وابسته (سطح معناداری۰/۰۵≥ P)، ** مقدار p برای نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه (سطح معناداری۰/۰۵≥ P)

بر اساس یافته های تحقیق آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که در میزان گلوکز خون بین چهارگروه تحقیق تفاوت وجود دارد. به نحوی که سطوح گلوکز بین گروه دارونما با گروه اسپیرولینا (p=۰/۰۲) و بین گروه دارونما با گروه تمرین (p=۰/۰۰۱) تفاوت معنی داری نشان داد اما این تغییر بین گروه دارونما با گروه اسپیرولینا-تمرین معنادار نبود (جدول۲). این در حالی بود که تفاوت بین گروهی در شاخص های انسولین و مقاومت به انسولین بین چهار گروه تحقیق مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

نتایج آزمون درون گروهی تی وابسته کاهش معنی داری در شاخص گلوکز خون از مرحله پیش آزمون به پس آزمون در گروه اسپیرولینا-تمرین (p=۰/۰۰۶) و گروه اسپیرولینا (۰/۰۱۹ =p) نشان داد (جدول۲). در حالیکه در گروه دارونما-تمرین و گروه دارونما از مرحله پیش آزمون به پس آزمون تفاوت معنی‌داری در شاخص گلوکز خون مشاهده نشد(P>۰/۰۵). همچنین ارزیابی درون گروهی داده ها در خصوص میزان انسولین از مرحله پیش آزمون به پس آزمون کاهش معناداری در گروه دارونما-تمرین نشان داد (۰/۰۰۶)، این کاهش در گروه تمرین-اسپیرولینا و گروه اسپیرولینا معنی دار نبود (P>۰/۰۵). و ارزیابی درون گروهی تی وابسته نشان داد که مقاومت انسولین در گروه دارونما-تمرین کاهش معنی دار یافت (p=۰/۰۳)، درحالی که در گروه تمرین-اسپیرولینا و گروه اسپیرولینا کاهش معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

بحث

مقاومت به انسولین و اختلال متابولیسم گلوکز معمولا یک روند تدریجی است و با زیاد شدن بیش از حد وزن شروع می شود. مقاومت به انسولین پایه مرکزی سندرم متابولیک در نظر گرفته شده است. مطالعات نشان داده اند که تمرین هوازی باعث بهبود هموستاز گلوکز و افزایش حساسیت انسولین می شود (۲۰). از طرفی رژیم غذایی بیماران دیابت نوع دو نیز بسیار حائز اهمیت است. از این رو پژوهش حاضر با هدف کلی بررسی تاثیر شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل اسپیرولینا بر روی شاخص های گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو دارای اضافه وزن، انجام گرفت. نتایج پژوهش حاضر کاهش معنی دار سطح گلوکز خون را درگروه اسپیرولینا-تمرین نشان داد. نتایج حاصل از این تحقیق با یافته های چاکارون و همکاران (۲۰۱۲) که مطالعه ای روی ۲۹ مرد و زن مبتلا به دیابت نوع دو انجام دادند و دریافتند که متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی و برنامه کاهش وزن کاهش معنی

داری در گلوکز خون و انسولین ایجاد می شود (۲۱). همچنین با یافته های حبیبی و همکاران (۱۳۹۲) که با بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین یوگا به مدت ۷۵ دقیقه و سه جلسه در هفته بر سطح سرمی گلوکز و انسولین زنان مبتلا به دیابت نوع دو، کاهش معنادار گلوکز و انسولین را گزارش کردند (۲۲)، همسو بود. در حالی که با یافته های بیژه و همکاران (۱۳۹۶) که با بررسی اثر شش ماه تمرین هوازی در ۱۹ زن میان سال غیرفعال عدم تغییر معنادار انسولین و گلوکز خون را گزارش کردند (۲۳)، مغایر است. تفاوت در پاسخگویی افراد به ورزش مربوط باشد، کافی نبودن دورهٔ مداخله مکمل دهی و ورزش، تواتر و شدت تمرینات و فعال و غیر فعال بودن نمونه ها می تواند از جمله علل احتمالی عدم تأثیر تمرین و مکمل در تحقیقات باشد. شواهد موجود نشان می دهد در توجیه کاهش میزان گلوکز خون میتوان گفت که اثر تمرین هوازی بر هموستاز گلوکز تا حدود زیادی به عملکرد عضلات اسکلتی برمی‌گردد. عضلات اسکلتی تقریباً بیش از نیمی از وزن بدن را تشکیل می‌دهند و اصلی‌ترین جایگاه مصرف گلوکز می‌باشند. انقباض در عضله اسکلتی دارای نقش شبه انسولینی بوده و موجب می‌شود تا مقدار زیادی گلوکز به درون سلول وارد شده و صرف تولید انرژی گردد (۲۴). سازوکار احتمالی این پدیده به نفوذپذیری غشا به گلوکز و به دلیل افزایش تعداد ناقل‌های گلوکز در غشای پلاسمایی (GLUT4) و افزایش بیان ژنی یا فعالیت پروتئین‌های مختلف درگیر در آبشار پیام‌رسانی انسولین و افزایش فعالیت گلیکوژن سنتتاز در انقباض عضلانی برمی‌گردد. از این‌رو، با انجام فعالیت ورزشی مداوم در افراد دیابتی که با افزایش انقباض عضلانی ناشی از تمرین همراه است، میزان GLUT4 در عضلات تمرین کرده افزایش می یابد که سبب بهبود در عبور گلوکز پلاسما به درون سلول عضلانی می‌گردد (۲۵).

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تجویز اسپیرولینا به بیماران مبتلا به دیابت نوع دو باعث کاهش معنادار گلوکز خون می شود. این نتیجه با مطالعه ی کارکامال و همکاران و مانی و همکاران مطابقت دارد (۲۶و۲۷). در مطالعه ی کارکامال و همکاران (۲۰۰۸) مشخص گردید که تجویز اسپیرولینا به مدت دو ماه می تواند منجر به کاهش گلوکز خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو گردد (۲۶). مطالعه ی مانی و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان داد که تجویز اسپیرولینا به میزان دو گرم در روز به مدت ۸ هفته در ۱۵ بیمار مبتلا به دیابت نوع دو باعث کاهش معنادار گلوکز خون و هموگلوبین گلیکوزیله می گردد (۲۷)، که کاملا همسو با نتایج پژوهش حاضر می باشد. در تحقیقات انجام شده توسط بلای و همکاران (۲۰۰۴) نشان داده شد که جلبک اسپیرولینا به علت وجود پروتئین ها و ویتامین ها و اسیدهای آمینه ضروری در آن می تواند اثرات قابل توجهی در کاهش گلوکز خون، لیپیدهای سرم و همچنین تقویت سیستم ایمنی داشته باشد (۱۴). مکانیزم اثر اسپیرولینا بر شاخص‌های نام برده بدین شرح است که افزایش ترشح انسولین در اثر مصرف اسپیرولینا تا حدود زیادی به اثرات آن بر سیستم ایمنی بدن نسبت داده می‌شود، چرا که بر اساس مطالعات گذشته این مداخله می‌تواند باعث کاهش سطح اینترلوکین۶ شود. IL-6 از طریق مهار مولکول‌های دخیل در پیام‌رسانی انسولین، مثل سوبستراهای گیرنده‌های انسولین و در نهایت مهار قرارگیری ناقل گلوکز-۴ (GLUT-4) در غشای سلول، باعث جذب کمتر گلوکز در عضله و بافت چربی می‌شود. پیشگیری از این فرایند توسط ترکیبات مؤثر اسپیرولینا احتمالاً می‌تواند منجر به بهبود تنظیم قند خون شود (۲۸).

همچنین نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری انسولین و مقاومت به انسولین کاهش معناداری را در گروه تمرین نشان داد؛ نتایج حاصل از پژوهش با یافته های مایرانا و همکاران، سوری و همکاران و یوسفی پور و همکاران هم راستا است (۲۹،۳۰و۳۱). مایرانا و همکاران (۲۰۰۲) متعاقب ۸ هفته تمرین مقاومتی و تمرین هوازی نشان دادند که هموگلوبین گلیکوزیله، گلوکز ناشتا و مقاومت به انسولین کاهش یافت (۲۹). سوری و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی تحت عنوان تأثیر تمرین هوازی بر انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در بیماران دیابتی نوع دو که با شدت ۸۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۸ هفته انجام دادند، کاهش معنادار سطح انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین را گزارش کردند (۳۰). یوسفی پور و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی اثر

۸ هفته تمرینات ورزشی هوازی و ترکیبی بر سطوح مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو کاهش معنادار انسولین و مقاومت به انسولین که احتمالا به دلیل کاهش وزن و ماهیت ضد التهابی تمرینات هوازی بود را مشاهده کردند (۳۱). در حالی که با یافته های گری و همکاران (۲۰۰۹) که به بررسی تأثیر ۱۲ هفته پیاده‌روی بر شاخص‌های التهابی مقاومت انسولین و التهاب سیستمیک کاهش معناداری را در سطح انسولین و گلوکز خون گزارش نکردند (۳۲)، ناهمسو بود. این اختلاف می تواند ناشی از تفاوت در مدت زمان ابتلا به دیابت، وزن آزمودنی ها، جنسیت، ژنتیک، شدت مقاومت به انسولین و شاخص های دیگر اندازه گیری باشد. به‌طور کلی تجمع چربی اضافی از دو مسیر اصلی مجزا، موجب مقاومت به انسولین می‌شود که شامل دگرگون شدن سیگنال های انسولین یا سایتوکاین‌های ترشح شده از بافت چربی و آسیب سلول‌های بتاپانکراس در اثر تجمع اسیدهای چرب آزاد است، ولی تمرینات طولانی مدت ورزشی با کاهش تجمع چربی، احتمالاً ضمن تغییر در میزان برخی آدیپوکاین‌ها و کاهش تجمع اسیدهای چرب، حساسیت به انسولین را بهبود می‌بخشد و از مقاومت به انسولین نیز پیشگیری می‌کند (۳۳). برخی محققان سازوکار بهبود عمل انسولین را تنظیم مثبت اجزای پس‌گیرنده‌ی انسولین مانند غلظت پروتئین گیرنده‌ی انسولین، پروتئین کیناز B و سنتز گلیکوژن و همچنین پروتئین انتقال دهنده گلوکز (GLUT4) می‌دانند (۳۴). در راستای این فرایند، انسولین با استریفیه کردن دوباره NEFA سبب کاهش اکسیداسیون چربی می‌شود و از سوی دیگر میزان سوخت‌وساز کربوهیدرات را افزایش می‌دهد (۳۵). از سوی دیگر به نظر می‌رسد که فیکوسیانین به عنوان مهم‌ترین ترکیب آنتی‌اکسیدانی موجود در جلبک اسپیرولینا در افزایش حساسیت به انسولین، بهبود مقاومت به انسولین در بافت‌های محیطی و تنظیم متابولیسم قند و چربی مؤثر خواهد بود (۱۳). احتمالا اسپیرولینا از طریق افزایش پاکسازی چربی احشایی و کبدی توسط ماکروفاژها و کاهش استرس اکسیداتیو و التهاب بر کاهش اضافه وزن و چربی بدن موثر است. اگر مکمل یاری اسپیرولینا منجر به کاهش چربی شکمی و افزایش توده بدون چربی شود در کاهش مقاومت به انسولین نیز موثر خواهد بود (۳۶). ازجمله دلایل عدم تأثیرگذاری مکمل اسپیرولینا بر روی میزان انسولین و شاخص مقاومت به انسولین را می‌توان طول دوره مکمل دهی ناکافی عنوان کرد. در مجموع احتمالا تعداد کم آزمودنی ها در گروه های مختلف پژوهش حاضر، بر نتایج آزمون های آماری و تفاوت با نتایج مطالعات دیگر، اثرگذار بوده است. پژوهش حاضر، از نوع نیمه تجربی در جامعهٔ بیماران دیابتی نوع دو دارای اضافه وزن بود، ازاین رو کنترل تمام عوامل مؤثر مانند عوامل ژنتیکی یا دیگر عوامل مستقل از چاقی و دیابت از عهدهٔ محققان خارج بود و این عوامل می توانند بر نتایج تأثیرگذار باشند.

نتیجه گیری

در مجموع می توان گفت شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل اسپیرولینا موجب کاهش سطوح گلوکز در دو گروه تمرین-اسپیرولینا و اسپیرولینا شد در واقع مصرف مکل اسپیرولینا به تنهایی و یا ترکیب با تمرین هوازی در کاهش قند خون موثر می باشد در حالی که کاهش انسولین و شاخص مقاومت به انسولین صرفا در گروه تمرین هوازی مشاهده شد. لذا با توجه به نتایج این تحقیق می توان جهت کنترل قند خون مصرف مکل اسپیرولینا به تنهایی یا ترکیب با تمرین هوازی را به بیماران دیابتی توصیه نمود هرچند با توجه به اینکه در شاخص انسولین و مقاومت به انسولین تفاوتی در گروه های دریافت کننده مکمل وجود نداشت و صرفا گروه تمرین هوازی کاهشی را در این شاخص ها نشان داد که به هر حال برای رسیدن به نتایج دقیق در این خصوص، نیاز به پژوهش های بیشتری در ارتباط با اثر ترکیب تمرین و مصرف مکمل اسپیرولینا در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو می باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از زحمات تمام آزمودنی‌های این مطالعه که در انجام پژوهش حاضر محقق را یاری کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Bhupathiraju SN, Hu FB. Epidemiology of obesity and diabetes and their cardiovascular complications. Circulation research. 2016; 118(11): 1723-1735.
2. Roth GA, Huffman MD, Moran AE, Feigin V, Mensah GA, Naghavi M, Murray CJ. Global and regional patterns in cardiovascular mortality from 1990 to 2013. Circulation 2015; 132(17): 1667-1678.
3. Haydarisafa M,Treatment of diabetes 2. Medicine Novin Magazine 2011; 512: 270-283.
4. Mather KJ, Steinberg HO, Baron AD. Insulin resistance in the vasculature. The Journal of clinical investigation 2013; 123(3): 1003-1004.
5. Sarookhani M, Arefian E. Molecular mechanism of insulin resistance. The Journal of Qazvin University of Medical Sciences 2014; 18(5): 57-64. [Persian]
6. Alizadeh A. Effect of Eight-week aerobic exercise on C-re active protein, and Hemoglobin A1c and lipid profile in Female Diabetic Type 2 Patients (Doctoral dissertation, Master Thesis]. Mashhad, Iran: Ferdowsi University of Mashhad) 2013. [Persian]
7. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, Chrousos GP, Sidossis LS. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. Metabolism 2005; 54(11): 1472-149.
8. Segal KR, Edano AL, Abalos A, Albu JE, Blando LO, Tomas MB, Pi-Sunyer FX. Effect of exercise training on insulin sensitivity and glucose metabolism in lean, obese, and diabetic men. Journal of Applied Physiology 1991; 71(6): 2402-2411.
9. Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. Diabetologia 2003; 46(8): 1071-1081.
10. Giannopoulou I, Fernhall B, Carhart R, Weinstock RS, Baynard T, Figueroa A, Kanaley JA. Effects of diet and/or exercise on the adipocytokine and inflammatory cytokine levels of postmenopausal women with type 2 diabetes. Metabolism 2005; 54(7): 866-875.
11. Jones TE, Basilio JL, Brophy PM, McCammon MR, Hickner RC. Long-term exercise training in overweight adolescents improves plasma peptide YY and resistin. Obesity 2009; 17(6): 1189-1195.
12. Akbarpour M, Samari Z. The effect of aerobic training and Spirulina supplementation on Resistin and C-reactive protein in women with type 2 diabetes with overweight. KAUMS Journal (FEYZ). 2020;24(5):576-84
13. Hatami E, Ghalishourani S-S, Najafgholizadeh A, Pourmasoumi M, Hadi A, Clark CC, et al. The effect of spirulina on type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Journal of Diabetes & Metabolic Disorders. 2021;20(1):883-92
14. Mazloomi SM, Samadi M, Davarpanah H, Babajafari S, Clark CC,Ghaemfar Z, et al. The effect of Spirulina sauce, as a functional food, on cardiometabolic risk factors, oxidative stress biomarkers, glycemic profile, and liver enzymes in nonalcoholic fatty liver disease patients: A randomized double-blinded clinical trial. Food Science & Nutrition. 2022;10(2):317-28.
15. Huang H, Liao D, Pu R, Cui Y. Quantifying the effects of spirulina supplementation on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure. Diabetes, metabolic syndrome and obesity :targets and therapy. 2018;11:729.
16. Akbarpour M, Ebrahimzadeh ZS. Effect of Spirulina supplementation and aerobic exercise on the level of cortisol and body composition in women with type 2 diabetes. Advancements in Life Sciences. 2019;6(3):116-24.
17. Anitha L, Chandralekha K. Effect of supplementation of Spirulina on blood glucose, glycosylated hemoglobin and lipid profile of male non-insulin dependent diabetics. Asian Journal of Experimental Biological Sciences 2010; 1(1): 36-46.
18. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. Journal of the american college of cardiology 2001; 37(1): 153-156.
19. Lakka TA, Laaksonen DE. Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. Applied physiology, nutrition, and metabolism 2007; 32(1): 76-88.

21. Chakaroun R, Raschpichler M, Klöting N, Oberbach A, Flehmig G, Kern M, Schön MR, Shang E, Lohmann T, Dreßler M, Fasshauer M. Effects of weight loss and exercise on chemerin serum concentrations and adipose tissue expression in human obesity. Metabolism 2012; 61(5): 706-714.
22. Habibi AH, Rezaei H. Comparison of Acute Aerobic Exercise in Low and Moderate Intensity on Lipid Profiles in Overweight Elderly Men, Jundishapur Scientific Medical Journal 2015; 14(6): 691-701. [Persian]
23. 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.
24. Ivy JL. Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. Sports medicine 1997; 24(5): 321-336.
25. Esposito K, Nappo F, Giugliano F, Di Palo C, Ciotola M, Barbieri M, Paolisso G, Giugliano D. Meal modulation of circulating interleukin 18 and adiponectin concentrations in healthy subjects and in patients with type 2 diabetes mellitus. The American journal of clinical nutrition 2003; 78(6): 1135-1140.
26. Kaur K, Sachdeva R, Grover K. Effect of supplementation of Spirulina on blood glucose and lipid profile of the non-insulin dependent diabetic male subjects. Journal of Dairying, Foods and Home Sciences 2008; 27(3,4): 202-208.
27. Mani UV, Desai S, Iyer U. Studies on the long-term effect of spirulina supplementation on serum lipid profile and glycated proteins in Niddm patients. Journal of nutraceuticals, functional & medical foods 2000; 2(3): 25-32.
28. Deng R, Chow TJ. Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina. Cardiovascular therapeutics 2010; 28(4): 33-45.
29. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. Diabetes research and clinical practice 2002; 56(2): 115-123.
30. Souri RH, Vahabi K, Shabkhiz F. Effects of interval aerobic training on serum RBP4 and insulin resistance in type 2 diabetic patients. Iran J Diabetes Metabol 2011; 10(4): 388-397. [Persian]
31. Yousefipoor P, Tadibi V, Behpoor N, Parnow A, Delbari E, Rashidi S. The effect of 8-week aerobic and concurrent (aerobic-resistance) exercise training on serum il-6 levels and insulin resistance in type 2 diabetic patients. SSU_Journals 2013; 21(5): 619-631. [Persian]
32. Gray SR, Baker G, Wright A, Fitzsimons CF, Mutrie N, Nimmo MA, Scottish Physical Activity Research Collaboration. The effect of a 12 week walking intervention on markers of insulin resistance and systemic inflammation. Preventive Medicine 2009; 48(1): 39-44.
33. Kim ES, Im JA, Kim KC, Park JH, Suh SH, Kang ES, Kim SH, Jekal Y, Lee CW, Yoon YJ, Lee HC. Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. Obesity 2007; 15(12): 3023-3030.
34. Henriksen EJ. Invited review: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. Journal of applied physiology 2002; 93(2): 788-796.
35. Wagenmakers AJ, Bonen A, Dohm GL, van Loon LJ. Lipid metabolism, exercise and insulin action. Essays in biochemistry 2006; 42: 47-59.
36. Fujimoto M, Tsuneyama K, Fujimoto T, Selmi C, Gershwin ME, Shimada Y. Spirulina improves non-alcoholic steatohepatitis, visceral fat macrophage aggregation, and serum leptin in a mouse model of metabolic syndrome. Digestive and Liver Disease 2012; 44(9): 767-774.

Original Article

The effect of combined aerobic exercise taining and spirulina supplementation on blood glucose, insulin and insulin resistance index in women with type 2 diabetes with overweight

Received: 24/02/2021 - Accepted: 28/09/2022

Mohsen Akbarpour[1*]
Elahe Mehradizadeh[1]
Zahra Samari[1]

[1] Department of Physical Education, University of Qom,IRAN

Email: m_akbary64@hotmail.com

Abstract

Introduction: Physical training accompanied with herbal supplement consumption is one of the proposed methods for controlling obesity and its complications, such as diabetes and insulin resistance. Therefore, the aim of this study was to investigate the changes in blood glucose, insulin and insulin resistance following aerobic exercise, spirulina supplementation and the combination of aerobic exercise and spirulina supplementation in overweight women with type 2 diabetes.

Methods: In this semi-experimental study, 28 women with type 2 diabetes and overweight with mean age of 48.4 ±7 and body mass index 29.7±3.33, were randomly assigned to spirulina groups+ aerobic training, placebo+aerobic training, spirulina and placebo. The aerobic training program included six weeks (three sessions per week) and running with a severity of 60-70% of maximum heart rate. The recipient groups received three 500 mg capsules of spirulina daily for six weeks before each meal. Blood samples were collected for pre-test and post-test stages in order to study the variables studied in fasting conditions. Data analysis was performed using one way ANOVA and t-test with a significant level ($p \leq 0.05$) and using SPSS software.

Results: Glucose levels in the Spirulina+training group ($p = 0.006$) and Spirulina group ($p=0.01$) showed a significant decrease from the pre-test to post-test. Also, In the training group, insulin levels ($p=0.006$) and insulin resistance ($p=0.03$) showed a significant decrease from pre-test to post-test. On the other hand, there was a significant difference in glucose levels between the spirulina group and the the training group compared to the control group ($P\leq 0.05$). However, there was no significant difference between groups in insulin and insulin resistance ($P> 0.05$).

Conclusion: The results this study showed that aerobic training with and without the use of spirulina significant effect on blood glucose. On the other hand, Use of spirulina supplements With the aerobic training It has a greater effect on blood glucose.

Keywords: Aerobic Exercise, Spirulina, blood glucose, insulin, insulin resistance, Type 2 Diabetes, Overweight