(مقاله پژوهشی)

اثر روی و تمرینات ورزشی بر فاکتورهای التهابی و مقاومت به انسولین در دیابت نوع ۲

وحید تایید [۱*]، حمید طالبی فرد [۲]، مسعود رحمتی [۳] عزیز زینی وند لرستانی[۱]، واحد خزایی [۴]، رحیم میرنصوری [۵]، پیمان طحان[۶]

۱-دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی.
۲-دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی.
۳-دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی.
۴-کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی.
۵-استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی.
۶-دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی.

۱و۳-گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.
۲-گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم ورزشی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول، ایران
۴-دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.
۵-دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.
۶-گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول:
وحید تایید؛ گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۸۹۵۲۷۶۷۱
Email: taeidresearch@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: التهاب نقش اساسی در مقاومت به انسولین دارد. هدف تحقیق حاضر بررسی اثر مصرف مکمل روی و تمرینات ترکیبی بر سطح برخی از فاکتورهای التهابی در مردان مبتلا به دیابت نوع۲ بود.

روش بررسی: در تحقیق نیمه تجربی حاضر ۴۸ مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ به روش تصادفی انتخاب شدند و به صورت تصادفی در ۴ گروه کنترل، مکمل، تمرین و ترکیبی (مکمل + تمرین) قرار گرفتند. پروتکل تمرین شامل شش هفته تمرین، سه جلسه در هفته و هر جلسه تمرین شامل ۶۰ دقیقه تمرینات ترکیبی همزمان مقاومتی و تمرین هوازی بود. مکمل روی روزانه یک کپسول حاوی روی سولفات ۳۰ میلی گرمی مصرف شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که تمرینات ورزشی موجب کاهش معنی دار فاکتورهای التهابی و شاخص های گلیسمی نسبت به گروه کنترل می شود ($P < ۰/۰۵$).. مصرف مکمل نیز موجب کاهش معنی دار فاکتورهای التهابی بدون اثر معنی دار بر شاخصهای گلیسمی نسبت به گروه کنترل شد ($P < ۰/۰۵$). تغییرات IL-1β و مقامت به انسولین در گروه تمرین و ترکیبی نسبت به گروه مکمل به صورت معنی داری بیشتر بود ($P < ۰/۰۵$) همچنین تغییرات CPR و قند خون ناشتا نیز در گروه ترکیبی نسبت به گروه مکمل بیشتر بود ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که هر دو مداخله مکمل و تمرینات ورزشی موجب کاهش سطح التهاب در بیماران دیابتی می شود ولی برای اثر بخشی بیشتر و بهبود مقاومت به انسولین نیاز به مداخلات ورزشی می باشد.

واژگان کلیدی: دیابت نوع ۲، تمرینات ترکیبی، مکمل روی، فاکتورهای التهابی.

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۷/۲۳ دریافت مقالهٔ اصلاح‌شده: ۱۳۹۹/۱۰/۹ اعلام قبولی: ۱۳۹۹/۱۰/۱۰

مقدمه

بیماری دیابت نوع ۲ یک اختلال متابولیک چند علتی و پیچیده است که تداخل بین چندین عامل محیطی و ژنتیکی باعث بروز درجات متغیری از مقاومت به انسولین و اختلال کارکرد سلول‌های بتای پانکراس شده و در نهایت منجر به ابتلا به دیابت نوع ۲ می‌شود (۱, ۲). انسولین یک هورمون آنابولیک بوده و ترشح آن علاوه بر جذب گلوکز، مسیر سنتز آدیپوسیت را فعال و به ذخیره سازی چربی کمک می‌کند. در پی افزایش بافت چربی، ترشح برخی آدیپوکاین ها نیز افزایش می‌یابد (۳, ۴). در همین خصوص تحقیقات نشان داده است که بافت چربی سایتوکاین‌های پیش التهابی مانند اینترلوکین-۶ (IL-6) و عامل نکروز تومور آلفا (TNFα) را تولید و ترشح می‌کند که بر حساسیت به انسولین اثر گذاشته و با چاقی ناشی از مقاومت به انسولین در ارتباط هستند (۵, ۶).

پروتئین واکنشگر-C (CPR) زیست نشانگری از التهاب سیستمیک و یکی از پروتئین‌های مهم مرحله حاد است که در واکنش به افزایش سطوح سایتوکین‌های التهابی مانند اینترلوکین-۱ بتا (IL-1β) و IL-6 توسط کبد ترشح می‌شود. افزایش CRP با افزایش فشار خون، افزایش شاخص توده‌ی بدنی، سندرم متابولیکی، دیابت، عفونت و التهاب در ارتباط است (۷). التهاب ناشی از افزایش غلظت سایتوکین‌های پیش التهابی گردش خون، از عوامل اصلی بروز سندرم متابولیک و دیابت نوع دو می باشد. IL-1β یک سایتوکاین التهابی در نظر گرفته می‌شود، بنابراین سطوح بالای این بیومارکر به همراه افزایش ثانویه در سطح TNFα عملکرد مطلوب انسولین بر غشاء سلول ها را کاهش می دهد و منجر به بروز مقاومت نسبت به انسولین و دیابت نوع ۲ می‌گردد. بنابراین کاهش سطوح IL-1β یکی از اهداف درمانی در دیابت نوع ۲ می باشد که با استفاده از مداخلات رژیم‌های غذایی کنترل شده و فعالیت بدنی منظم می‌تواند ب کاهش بروز مقاومت انسولین موثر باشد (۸).

اگرچه مشخص شده که بیماری دیابت نوع ۲ در ارتباط با اختلال در متابولیسم درشت مغذی ها می باشد ولی تحقیقات جدید حاکی از اهمیت نقش ریزمغذی ها در این بیماری می باشد (۹, ۱۰). یکی از این ریزمغذی ها روی می باشد که در بدن به عنوان یک عامل اصلاح کننده می تواند تحت تاثیر هموستاز گلوکز قرار گیرد و در نتیجه یک هدف مهم برای پیشگیری دیابت و مدیریت آن است (۱۱). نارسایی روی منجر به استرس و فعال شدن مونوسیت های ماکروفاژ شده و در نتیجه موجب افزایش تولید سایتوکین‌های التهابی مانند TNFα و IL-1β می-شود (۱۲). همچنین روی در سنتز، ذخیره و ترشح انسولین نقش دارد و ثابت شده است که کمبود روی ممکن است عامل مهمی برای مقاومت به انسولین، عدم تحمل گلوکز، دیابت و همچنین بیماری های قلبی-عروقی می باشد. از طرفی با توجه به فعالیت‌های آنتی اکسیدانی روی، از درمان های مکمل برای کنترل قد خون در بیماران دیابت معرفی شده است (۱۳).

یکی از ارکان اصلی درمان دیابت نوع ۲ سبک زندگی فعال می باشد (۱۴). تمرینات ورزشی منظم اثرات ضد التهابی دارند و موجب سرکوب التهاب سیستمیک با درجه پایین می‌شود، که می‌تواند در مدیریت دیابت نقش اساسی داشته باشد (۵, ۱۵). مارکرهای التهابی با تغییرات سبک زندگی همچون کاهش دریافت انرژی و افزایش فعالیت جسمانی کاهش می‌یابند (۱۶). انجمن دیابت آمریکا و کالج پزشکی- ورزشی آمریکا تایید کرده‌اند که برنامه‌ی توانبخشی برای بیماران دیابتی بهتر است ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی باشد که اثرات مفید هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی را در برای بیماران فراهم کند (۱۷). همچنین مشخص شده است که ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی بیشتر از انجام تمرینات هوازی یا مقاومتی به صورت جداگانه در کاهش نشانگرهای التهابی نقش دارد (۱۸) و با توجه به اثرات مفید تمرینات ترکیبی بر کنترل قند خون این سبک تمرینات برای افراد مبتلا به

دیابت نوع ۲ توصیه می شود (۱۹). همچنین چندین مطالعه نیز کاهش بیشتر سطوح خونی IL-6 را بر اثر تمرینات ترکیبی در مقایسه با انجام تمرینات هوازی یا مقاومتی به صورت جداگانه در بیماران دیابتی نوع ۲ گزارش کرده‌اند (۱۹, ۲۰).

با توجه به نقش تمرینات ورزشی و مکمل روی در مکانیسم های مرتبط با مدیریت دیابت نوع ۲، تا کنون پژوهشی که به طور خاص به بررسی اثر تمرینات ترکیبی همزمان (مقاومتی–هوازی) به همراه مصرف مکمل روی بر فاکتورهای التهابی در بیماران دیابتی نوع ۲ انجام نشده است. بنابراین هدف تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر هشت هفته تمرینات ترکیبی (هوازی– مقاومتی) و مصرف مکمل روی بر مقاومت به انسولین و سطوح سرمی IL-1β و CRP برخی از فاکتورهای التهابی در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ طراحی شد.

روش بررسی

در پژوهش نیمه تجربی حاضر تعداد ۴۸ مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ به صورت تصادفی در ۴ گروه کنترل، مکمل، تمرین ورزشی و گروه ترکیبی (مکمل + تمرین) قرار داده شدند. در جلسه هماهنگی، هدف‌ها و مراحل پژوهش تشریح و رضایت نامه کتبی شرکت در پژوهش از آزمودنی‌ها اخذ شد. شرایط ورود به تحقیق شامل عدم ابتلا به بیماری قلبی– عروقی، اسکلتی– عضلانی و متابولیکی، نداشتن عوارض دیابتی (نروپاتی، نفروپاتی، رتینوپاتی) عدم سابقه‌ی ورزشی در طی شش ماه گذشته، مصرف داروهای ضد التهابی و یا مصرف مکمل روی سولفات بود. ۲۴ ساعت قبل از شروع برنامه تمرین متعاقب ۱۲ ساعت ناشتایی، مقدار ۱۰ میلی لیتر خون ورید قدامی دست چپ آزمودنی‌ها گرفته شد، به منظور جداسازی سرم نمونه‌های خونی پس از لخته شدن به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند، سپس سرم حاصل تا زمان اندازه‌گیری متغیرها در فریز منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگه-داری شد. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین مجددا خونگیری تکرار شد.

مشخصات دموگرافی آزمودنی ها با استفاده از پرسشنامه گرفته شد. قد آزمودنی ها بدون کفش به صورت ایتساده و با استفاده از قد سنج SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۱ میلی متر اندازه گیری شد. وزن آزمودنی ها نیز با حداقل لباس ممکن و با استفاده از ترازوی دیجیتال SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه گیری شد. شاخص توده بدنی نیز با تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور محاسبه شد (۲۱). سطح گلوکز سرم با کیت اندازه‌گیری گلوکز ساخت شرکت پارس آزمون ایران با حساسیت یک میلی گرم در صد میلی لیتر به روش گلوکز اکسیداز و سطح انسولین سرم با کیت اندازه‌گیری انسولین ساخت شرکت موباس ایران به روش ایمونواسی و همچنین مقاومت به انسولین با استفاده از فرمول مدل هوموشستاز بر اساس غلظت انسولین و گلوکلز محاسبه گردید. سپس غلظت CRP سرم به روش Sandwich ELISA و با استفاده از کیت ساخت شرکت Dignostics Biochem Canada (۲۲) و همچنین غلظت سرمی IL-1β با روش ELISA و با استفاده از کیت اندازه‌گیری ساخت شرکت Bender MedSystems در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

پروتکل تمرینی: برنامه تمرینی به مدت ۶ هفته و ۳ جلسه در هفته شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۲۰ دقیقه تمرین مقاومتی شامل دازو نشست، بارفیکس اصلاح شده، اسکوات با دمبل و شنای سوئدی بود که در ۳ ست ۸ تا ۱۲ تکراری با فواصل استراحتی ۳۰ ثانیه بین هر ست و دو دقیقه استراحت فعال بین حرکات تمرین بود. پس از تمرینات مقاومتی، تمرینات هوازی انجام شد که شامل ۲۰ دقیقه تمرین هوازی با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود. در انتهای تمرین نیز ۱۰ دقیقه سرد کردن فعال اجرا شد. دو هفته اول در گروه ترکیبی آشنایی با روش‌های صحیح تمرینات مقاومتی بود. تمرینات مقاومتی در این

پژوهش با توجه رهنمودهای انجمن دیابت آمریکا انجام گرفت و سعی بر آن شد که تمریناتی انتخاب شود که گروه‌های عضلانی عمده بدن را در برگیرد و همچنین بدون نیاز به وسیله خاصی باشند که این دسته از افراد دیابتی بتوانند این نوع تمرینات را به راحتی در منزل خود انجام دهند و از مزایای این تمرینات به خوبی استفاده کنند. این نوع تمرینات از نوع تمرینات ایزوتونیک بود که به صورت انبقاض های درونگرا و برونگرا صورت می‌گرفت و تنها نشت و برخاست با دمبل های سبک صورت می‌گرفت و تمرینات دیگر به کمک وزن بدن خود آزمودنی ها انجام شد و با توجه به سن و سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها به از وزنه استفاده نشد و تمامی تمرینات در ۳ ست ۸ تا ۱۲ تکرار انجام شد. در تحقیق حاضر گروه کنترل افرادی بودند که در طول دوره تحقیق هیچگونه مداخله ورزشی دریافت نکردند و همان سبک زندگی سابق خود را ادامه می دادند (۲۳).

مصرف مکمل روی به مدت شش هفته روزانه یک کپسول حاوی روی سولفات ۳۰ میلی گرمی پس از هر وعده غذایی اصلی مصرف شد. در گروه های کنترل و تمرین دارونما به صورت کپسول های حاوی نشاسته ذرت استفاده شد (۲۴).

به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و بررسی همسانی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آماری تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون آماری تی وابسته استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد و سطح معنی‌داری $p <$ ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

جدول ۱، مربوط به مشخصات سن، وزن، قد و شاخص توده بدن آزمودنی ها می باشد که به تفکیک گروه های تحقیق ارایه شده است.

تفاوت معنی داری در متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده بدن آزمودنی ها بین گروه های تحقیق وجود نداشت (جدول ۱).

در بررسی تغییرات درون گروهی نتایج آزمون تی وابسته (جدول ۲) نشان داد که در گروه تمرینات ورزشی کاهش معنی داری در سطوح IL-1β (P = ۰/۰۰۲)، CRP (P < ۰/۰۰۱)، قند خون ناشتا (P = ۰/۰۴۳) و مقاومت به انسولین (P < ۰/۰۰۱) مشاهده شد. در گروه مکمل نیز کاهش معنی داری در سطوح IL-1β (P < ۰/۰۰۱) و مقاومت به انسولین (P < ۰/۰۰۱) مشاهده شد ولی تفاوت معنی داری در سطوح CRP (P = ۰/۰۷۹) و قند خون ناشتا (P = ۰/۳۵۲) مشاهده نشد. در گروه ترکیبی (تمرین + مکمل) کاهش معنی داری در سطوح IL-1β (P = ۰/۰۰۲)، CRP (P < ۰/۰۰۱)، قند خون ناشتا (P = ۰/۰۱۲) و مقاومت به انسولین (P < ۰/۰۰۱) مشاهده شد. در گروه کنترل تفاوت معنی داری در هیچکدام از متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد (P > ۰/۰۵).

در مقایسه تغییرات بین گروهی نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (جدول ۳) نشان داد که اگر چه تفاوت معنی‌داری در سطوح متغیرهای IL-1β، CRP، گلوکز و مقاومت به انسولین در مرحله پیش آزمون وجود نداشت (P > ۰/۰۵) اما پس از شش هفته مداخله تفاوت معنی داری در سطح IL-1β (P < ۰/۰۰۱)، CRP (P < ۰/۰۰۱)، گلوکز (P < ۰/۰۰۲) و مقاومت به انسولین (P < ۰/۰۰۱) بین گروه های تحقیق مشاهده شد. برای بررسی های بیشتر از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد که خلاصه نتایج آن در جدول ۴، ارایه شده است.

جدول ۱: مشخصات دموگرافی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه ترکیبی	گروه تمرین	گروه مکمل	گروه کنترل
سن (سال)	۴۴/۵±۳/۲	۴۵/۲۳±۵/۸	۴۴/۲±۷/۸	۴۴/۹±۳/۹
قد (cm)	۱۷۸/۱۲ ± ۷/۵	۱۷۲/۴ ± ۴/۴۴	۱۷۵/۶۵± ۴/۱۸	۱۷۱/۱۲ ± ۲/۴۵
وزن (kg)	۸۰/۶۵ ± ۱۱/۱۳	۷۸/۲۰ ± ۲۳/۳۰	۸۵/۳۴ ± ۸/۴۵	۸۳/۷۶ ± ۲۳/۴
BMI (kg/m^2)	۲۶/۴۴ ± ۳/۱۳	۲۷/۵۰ ± ۱/۸۷	۲۸/۰۹ ± ۲/۳۴	۲۷/۹۳ ± ۲/۲۵

جدول ۲: یافته‌های آزمون t وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی متغیرهای مورد بررسی

متغیرها	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	t	p
اینترلوکین ۱ بتا	تمرین + مکمل	۳/۸۴ ± ۰/۲۹	۲/۳۲±۰/۱۳	۹/۷۳	۰/۰۰۲
(pg/ml)	مکمل	۳/۹۸±۰/۳۳	۳/۱۶±۰/۳۱	۴/۸۹	۰/۰۰۱
	کنترل	۳/۷۸ ± ۰/۵۱	۳/۸۱ ±۰/۵۳	−۰/۰۶	۰/۹۶
	تمرین	۴/۰۷ ± ۰/۲۶	۲/۶۲ ± ۰/۴۹	۷/۶۳	۰/۰۰۲
پروتئین واکنشگر-C	تمرین + مکمل	۶/۷۴ ± ۰/۵۰	۴/۷۲ ± ۰/۳۸	۱۸/۱۴	۰/۰۰۱
(mg/L)	مکمل	۷/۰۸ ± ۰/۷۸	۶/۲۲ ± ۰/۲۸	۷/۹۶	۰/۰۷۹
	کنترل	۷/۱۲ ± ۰/۴۱	۷/۱۰ ± ۰/۷۸	۰/۰۵	۰/۹۴۰
	تمرین	۷/۰۲ ± ۰/۷۳	۵/۴۰ ± ۰/۳۵	۷/۹۶	۰/۰۰۱
گلوکز خون ناشتا (میلی	تمرین + مکمل	۱۴۵/۸۱ ± ۳/۸۳	۱۳۰/۷۹ ± ۴/۶۶	۴/۴۰	۰/۰۱۲
گرم بر دسی لیتر)	مکمل	۱۴۷/۶۱ ± ۷/۱۹	۱۴۱/۱۱ ± ۷/۵۱	۲/۹۲	۰/۳۵۲
	کنترل	۱۴۴/۱۲ ± ۴/۶۰	۱۴۵/۴۲ ± ۶/۲۷	−۰/۱۸۲	۰/۸۶۴
	تمرین	۱۴۱/۰۱ ± ۶/۶۷	۱۳۲/۲۱ ± ۳/۱۱	۲/۹۲	۰/۰۴۳
شاخص مقاومت به	ترکیبی	۸/۲۳ ± ۰/۴۵	۵/۲۰ ± ۰/۷۱	۷/۹۷	۰/۰۰۱
انسولین (HOMA)	مکمل	۸/۲۶ ± ۰/۶۱	۷/۷۰ ± ۰/۸۹	۸/۲۹	۰/۰۴۶
	کنترل	۸/۴۸ ± ۰/۷۷	۸/۲۴ ± ۰/۵۹	۰/۵۵۷	۰/۶۰۷
	تمرین	۸/۳۸ ± ۰/۳۹	۶/۰۸ ± ۰/۲۸	۸/۲۹	۰/۰۰۱

جدول ۳: نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه

متغیرها	مرحله	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	p
اینترلوکین-۱ بتا	پیش آزمون	۰/۲۷۳	۰/۰۹۱	۰/۶۹۶	۰/۵۶۸
(pg/ml)	پس آزمون	۷/۱۲۱	۲/۳۷۴	۲۳/۲۱۶	۰/۰۰۱
پروتئین واکنشگر C	پیش آزمون	۰/۴۴۲	۰/۱۴۷	۰/۳۸۰	۰/۷۶۸
(mg/L)	پس آزمون	۱۵/۸۹۲	۵/۲۹۷	۲۲/۰۹۵	۰/۰۰۱
قند خون ناشتا (میل	پیش آزمون	۱۱۶/۴۰۰	۳۸/۸۰۰	۱/۱۷۴	۰/۳۵۱
گرم بر دسی لیتر)	پس آزمون	۷۳۷/۷۵۰	۲۴۵/۹۱۷	۷/۷۳۳	۰/۰۰۲
مقاومت به انسولین	پیش آزمون	۰/۲۱۰	۰/۰۷۰	۰/۲۱۳	۰/۸۸۶
(HOMA)	پس آزمون	۲۹/۸۰۹	۹/۹۳۶	۲۳/۰۴۱	۰/۰۰۱

جدول ۴: نتایج آزمون تعقیبی توکی

گروه ۱	گروه ۲	IL-1β	CRP	FBS	HOMA-IR
تمرین	مکمل	۰/۰۳۴	۰/۰۷۵	۰/۱۰۴	۰/۰۰۶
تمرین	تمرین + مکمل	۰/۹۹۱	۰/۱۶۷	۰/۹۷۹	۰/۱۸۹
تمرین	کنترل	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱
مکمل	تمرین + مکمل	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۴۸	۰/۰۰۱
مکمل	کنترل	۰/۰۰۶	۰/۰۱۲	۰/۶۱۵	۰/۵۷۵
تمرین + مکمل	کنترل	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در گروه های تمرین ورزشی به تنهایی و به همراه مکمل روی کاهش معنی داری در سطوح قند خون ناشتا و مقاومت به انسولین مشاهده شد. نتایج تحقیقات قبلی نیز نشان داد که مداخله تمرینات ورزشی نقش مثبتی در کنترل قند خون از طریق افزایش حساسیت به انسولین دارند (۱۴, ۲۵-۲۷). در خصوص مکانیسم اثر تمرینات ورزشی بر بهبود مقاومت به انسولین می توان گفت که سازگاری های مزمن فعالیت بدنی منظم موجب افزایش سطوح ناقل کلوگز نوع ۴ (GLUT4) در عضلات می شود که می تواند موجب افزایش برداشت گلوکز از خون شود، همچنین تمرینات ورزش باعث بهبود سیگنالینگ انسولین می شود و این حساسیت به انسولین تقریباً تا ۷۲ ساعت پس از جلسه تمرین نیز ادامه دارد (۲۸, ۲۹). می توان گفت که فعالیت بدنی منظم از طریق افزایش حساسیت سلولی با مسیرهای وابسته به انسولین و مسیرهای مستقل از انسولین موجب کنترل گلیسمی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می شود (۲۸, ۳۰). در بررسی اثر مکمل روی بر کنترل قند خون پس از دوره مداخله تفاوت معنی داری در قند خون ناشتا و مقاومت به انسولین مشاهده نشد. سهیل خواه و همکاران در تحقیقی روی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ (۳۱) و روشنروان و همکاران نیز در تحقیقی روی زنان باردار مبتلا به اختلال در تحمل گلوکز (۳۲) پس از دوره مکمل دهی روی تفاوت معنی داری در قند خون ناشتا و مقاومت به انسولین بیماران گزارش نکردند؛ که نتایج این دو تحقیق با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. راسل و همکاران حتی پس از شش ماه مصرف مکمل روی با دوز مشابه با تحقیق حاضر تفاوت معنی داری در کنترل قند خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ تونسی گزارش نکردند(۳۳) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. با این وجود در در برخی مطالعات روی حیوانات آزمایشگاهی (۳۴) و نمونه های انسانی (۳۵) مبتلا به دیابت نوع ۲، نقش مثبت مکمل دهی روی بر کاهش مقاومت به انسولین گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر همسو نمی باشند. در مقایسه اثر گروه های مداخله تمرین بر شاخص‌های گلیسمیک تفاوت معنی داری بین دو گروه تمرین ورزشی به تنهایی و به همراه مصرف مکمل روی مشاهده نشد؛ با توجه به نبودن اثر معنی دار مکمل روی بر کنترل گلیسمیک، عدم تفاوت معنی دار بین گروه های تمرین قابل توجیه می باشد. از طرفی در گروه تمرینات ورزشی نیز کاهش مقاومت به انسولین نسبت به گروه مکمل به صورت معنی داری بیشتر بود. همچنین در گروه ترکیبی (تمرین + مکمل) تغییرات قند خون ناشتا و مقاومت به انسولین نسبت به گروه مکمل معنی دار شد که نشان دنده اهمیت فعالیت بدنی به عنوان یک روش درمانی غیردارویی در کنترل گلیسمیک در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می باشد.

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در گروه های تمرین ورزشی کاهش معنی داری در فاکتورهای IL-

1β و CRP مشاهده شد. تحقیقات قبلی نیز نشان داده که مداخله تمرینات ورزشی موجب کاهش فاکتورهای التهابی و کنترل گلیسمیک در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می شود (۵, ۳۶). نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است که سایتوکاین‌های پیش التهابی در ارتباط با مقاومت به انسولین می باشند (۳۷) التهاب ناشی از اختلال غلظت سایتوکین-های پیش و ضد التهابی گردش خون، از عوامل اصلی بروز سندرم متابولیک و دیابت نوع دو می‌باشد. ترکیب CPR یکی از پروتئین‌های مهم مرحله حاد است که در واکنش به افزایش سطوح سایتوکین‌های التهابی مانند IL-6 و IL-1β می‌شود (۳۸). در بررسی اثر مکمل روی بر فاکتورهای التهابی، نتایج نشان داد که مصرف شش هفه مکمل روی سولفات موجب کاهش معنی دار IL-1β و CRP نسبت به گروه کنترل شد. با وجود اثر بخشی هم مداخله تمرین و هم مداخله مکمل روی بر تعدیل سطوح IL-1β و CRP تفاوت معنی داری در دو گروه تمرین ورزشی و گروه ترکیبی (مکمل + ورزش) مشاهده نشد. نصراصفهانی و تقویان نیز پس از هشت هتفه تمرین یوگا و مصرف مکمل روی کاهش منی داری در سطوح IL-1β و CRP در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ گزارش کردند ولی تفاوتی بین دو گروه تمرین و مکمل و گروه تمرین و دارونما گزارش نکردند (۳۹) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. در مقایسه اثر تمرینات ورزشی نسبت به مکمل روی نتایج حاکی از اثر بخشی بیشتر تمرین ورزشی بر سطح IL-1β نسبت به گروه مکمل به تنهایی بود و هنگامی که ترکیب مداخله تمرین و مکمل روی انجام شد، کاهش سطوح هر دو متغیر IL-1β و CRP در گروه ترکیبی نسبت به گروه مکمل به تنهایی معنی دار شد که حاکی از اثربخشی بیشتر تمرینات ورزشی در کنار مکمل روی بر کاهش بود ولی با توجه به نبود تفاوت معنی دار در اثر گروه های تمرین بر سطوح IL-1β و CRP می توان گفت با وجود اثر بخشی مکمل روی بر کاهش IL-1β و CRP نقش تمرینات ورزشی برای کاهش فاکتورهای التهابی برجسته‌تر می باشد.

نتیجه گیری

در مجموع می توان گفت که اگر چه هر دو روش مداخله مکمل روی و تمرینات ورزشی روش های موثر بر کاهش التهاب در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می باشند؛ ولی با توجه به اینکه فقط در گروه های تمرینات ورزشی کاهش مقاومت به انسولین مشاهده شد می توان گفت که با وجود اهمیت ریز مغذی روی در کاهش فاکتورهای التهابی نیاز به مداخلات تمرینات ورزشی برای بهینه سازی کنترل قند خون در این بیماران می باشد.

قدردانی

در پایان از تمامی افراد شرکت کننده در این پژوهش و کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری داده اند تقدیر و تشکر می‌نمائیم.

منابع

1-Mir Hossein M, Esfarjani F, Marandi M, Khalilzadeh S, Mirhosseini H. Yoga Effects on Type 2 Diabetes Mellitus Parameters. Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2014;1(22):880-91.
2-Ghalavand A, Motamedi P, Delaramnasab M, Khodadoust M, Mahmoodkhani Koosskaki R. Cardiometabolic Effects of Urtica Dioica in Type II Diabetes. Journal of Diabetes Nursing. 2017;5(1):59-69.
3-Davoodi SH, Vahidian-Rezazadeh M, Fanaei H. The effect of endurance and resistance exercises and consumption of hydro-alcoholic extract of nettle on the changes in weight and plasma levels of nesfatin-1 in type 1 diabetic rats. Feyz Journal of Kashan University of Medical Sciences. 2018;22(4):362-9.
4-Hörbelt T, Knebel B, Fahlbusch P, Barbosa D, de Wiza DH, Van de Velde F, et al. The adipokine sFRP4 induces insulin resistance and lipogenesis in the liver. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease. 2019;1865(10):2671-84.
5-HosseinpourDelavar S, Soleymani-khezerabad A, Boyerahmadi A, Ghalavand A. Effect of Eight Weeks of Aerobic Interval Training and Nettle Supplement on Some Inflammatory Indicators and Glycemic Control in Men with Type 2 Diabetes. Jundishapur Sci Med J. 2020;19(2):123-35.

6-Mokgalaboni K, Dludla PV, Nyambuya TM, Yakobi SH, Mxinwa V, Nkambule BB. Monocyte-mediated inflammation and cardiovascular risk factors in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis of pre-clinical and clinical studies. JRSM cardiovascular disease. 2020;9:2048004019900748.
7-Hosseini H, Koushki M, Khodabandehloo H, Fathi M, Panahi G, Teimouri M, et al. The effect of resveratrol supplementation on C-reactive protein (CRP) in type 2 diabetic patients: Results from a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Complementary Therapies in Medicine. 2020;49:102251.
8-Bijeh N, Abbasian S. The Effect of aerobic training and change in dietary pattern on IL-1β and insulin resistance in dexes in inactive obese subjects. Journal of Arak Medical Sciences University. 2013;16(76):1-10.
9-Ghalavand A, Motamedi P, Rajabi H, Khaledi N. Effect of Diabetes Induction and Exercisetraining on the Level of Ascorbic Acid and Muscle SVCT2 in Male Wistar Rats. The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2019;27(12):2149-58.
10-Shah M, Garg A. The relationships between macronutrient and micronutrient intakes and type 2 diabetes mellitus in South Asians: A review. Journal of Diabetes and its Complications. 2019;33(7):500-7.
11-Taghdir M, Djazayeri A, Sepandi M, Ashourpour M, Fatehi F, Djalali M. Relationship between serum zinc level and inflammatory factors and glycemic control in postmenopausal women with type 2 diabetes. Iranian Journal of Diabetes and Lipid Diseases. 2011;10:178-84.
12-Prasad AS. Zinc: role in immunity, oxidative stress and chronic inflammation. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care. 2009;12(6):646-52.
13-Kelishadi R, Hashemipour M, Adeli K, Tavakoli N, Movahedian-Attar A, Shapouri J, et al. Effect of zinc supplementation on markers of insulin resistance, oxidative stress, and inflammation among prepubescent children with metabolic syndrome. Metabolic syndrome and related disorders. 2010;8(6):505-10.
14-Ghalavand A, Delaramnasab M, Afshounpour M, Zare A. Effects of continuous aerobic exercise and circuit resistance training on fasting blood glucose control and plasma lipid profile in male patients with type II diabetes mellitus. Journal of Diabetes Nursing. 2016;4(1):8-19.
15-Loshali A, Joshi B, Sundriyal A. Pharmacognostical and Pharmacological Review of Urtica dioica L. 2019:23-30.
16-Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. Sports Medicine. 2014;44(2):211-21.
17-Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra A-M. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. European journal of applied physiology. 2004;92(4-5):437-42.
18-Hopps E, Canino B, Caimi G. Effects of exercise on inflammation markers in type 2 diabetic subjects. Acta diabetologica. 2011;48(3):183-9.
19-Sigal RJ, Kenny GP. Combined aerobic and resistance exercise for patients with type 2 diabetes. JAMA. 2010;304(20):2298-9.
20-Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. Journal of the American Geriatrics Society. 2008;56(11):2045-52.
21-Ghalavand A, Shakerian S, Zakerkish M, Shahbazian H, MonazamNejad A. The Effect of Resistance Training on Anthropometric Characteristics and Lipid Profile in Men with Type 2 Diabetes Referred to Golestan Hospital. jundishapur scientific medical journal. 2017;13(6):709-20.
22-Holvoet P, Vanhaecke J, Janssens S, Van de Werf F, Collen D. Oxidized LDL and malondialdehyde-modified LDL in patients with acute coronary syndromes and stable coronary artery disease. Circulation. 1998;98(15):1487-94.
23-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):619-31.
24-Farvid M, Siasi F, Jalai M. The Impact of vitamin C and E, magnesium and Zinc on glycemic control and insulin resistance in type II diabetic patients. Tehran University Medical Journal TUMS Publications. 2006;64(10):67-75.
25-Ghalavand A, Motamedi P, Delaramnasab M, Khodadoust M. The Effect of Interval Training and Nettle Supplement on Glycemic Control and Blood Pressure in Men WithType 2 Diabetes. International Journal of Basic Science in Medicine. 2017;2(1):33-40.
26-Jorge MLMP, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz ALD, 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(9):1244-52.
27-Newton Jr RL, Johnson WD, Larrivee S, Hendrick C, Harris M, Johannsen NM, et al. A Randomized Community-based Exercise Training Trial in African American Men: Aerobic Plus Resistance Training and

Insulin Sensitivity in African American Men. Medicine and science in sports and exercise. 2020;52(2):408-16.
28-Jensen J, O'Rahilly S. AMPK is required for exercise to enhance insulin sensitivity in skeletal muscles. Mol Metab. 2017;6(4):315.
29-Ghalavand A, Shakeriyan S, Rezaee R, Hojat S, Sarshin A. The effect of resistance training on cardio respiratory factors in men with type 2 diabetes. Alborz University Medical Journal. 2015;4(1):59-67.
30-Tangseefa P, Martin SK, Fitter S, Baldock PA, Proud CG, Zannettino AC. Osteocalcin-dependent regulation of glucose metabolism and fertility: Skeletal implications for the development of insulin resistance. J Cell Physiol. 2018;233(5):3769-83.
31-Soheylikhah S, Dehestani MR, Mohammadi SM, Afkhami AM, Eghbali SA, Dehghan F. The effect of zinc supplementation on serum adiponectin concentration and insulin resistance in first degree relatives of diabetic patients. 2012.
32-Roshanravan N, Alizadeh M, Hedayati M, Asghari JM, Tarighat EA. Effect of zinc supplementation on insulin resistance and metabolic indices in non diabetic women with impaired glucose tolerance. 2014;1(1):225.
33-Roussel A-M, Kerkeni A, Zouari N, Mahjoub S, Matheau J-M, Anderson RA. Antioxidant effects of zinc supplementation in Tunisians with type 2 diabetes mellitus. Journal of the American College of Nutrition. 2003;22(4):316-21.
34-Adachi Y, Yoshida J, Kodera Y, Kiss T, Jakusch T, Enyedy EA, et al. Oral administration of a zinc complex improves type 2 diabetes and metabolic syndromes. Biochemical and biophysical research communications. 2006;351(1):165-70.
35-Perez A, Rojas P, Carrasco F, Basfi-Fer K, Perez-Bravo F, Codoceo J, et al. Association between zinc nutritional status and glycemic control in individuals with well-controlled type-2 diabetes. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2018;50:560-5.
36-Kadoglou NP, Iliadis F, Angelopoulou N, Perrea D, Ampatzidis G, Liapis CD, et al. The anti-inflammatory effects of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. 2007;14(6):837-43.
37-Kazemi F, Asl SZ. Antiinflammatory effect of 8 weeks aerobic training on plasma apelin concentration in male diabetic rats. Journal of Diabetes and Metabolism of Iran. 2016;16(2):85-94.
38-Zarei M, Hamedinia M, Haghighi A, Nour Afshar R, Amini S. Effect of three programs of combined resistance aerobic exercise with different intensities on metabolic control and visfatin levels in men with type 2 diabetes. Journal of Diabetes and Metabolism of Iran. 2016;16(1):63-76.
39-Nasr Esfahani N, Taghian F. Effect of Eight Weeks of Yoga Training and Zinc Supplementation on the Levels of Interleukin-1 and C-reactive Protein in Women with Type II Diabetes. Journal of Diabetes Nursing. 2018;6(1):374-85.

The Effect of Zinc and Training on Inflammatory Factors and Insulin Resistance in Type 2 Diabetes

Vahid Taeid [1*], Hamid Talebifard [2], Masoud Rahmati [3], Aziz Zeinivand Lorestani [1], Vahed Khazaei [4], Rahim Mirnasuri [5], Peyman Tahan [6]

1-PhD Student in Exercise Physiology.
2-PhD Student in Exercise Physiology.
3-Associated Professor in Exercise Physiology.
4-MSc in Physical Education and Sport Sciences.
5-Assistant Professor in Exercise Physiology.
6-PhD Student in Exercise Physiology.

1,3-Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Khoramabad, Iran
2-Department of Physical Education, Faculty of Sports Science, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran
4-Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
5-Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Khoramabad, Iran.
6-Department of Physical Education Tehran north Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Corresponding author:*
Vahid Taeid; Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Khoramabad, Iran
Tel:+989189527671
Email: taeidresearch@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Inflammation plays a major role in insulin resistance. The aim of this study was to investigate the effect of zinc supplementation and combination of Zn supplementation and exercise on the level of some inflammatory factors in men with type 2 diabetes.

Subjects and Methods: In the present quasi-experimental study, 48 men with type 2 diabetes were randomly selected and randomly divided into 4 groups: control, Zn supplementation, exercise and Zn supplementation plus exercise. The training protocol comprised of six weeks of training, three sessions/week, and each training session consisted of 60 min of combined resistance training and aerobic training. Zn supplementation was taken daily in a capsule containing 30 mg of Zn sulfate .

Results: The results showed that exercise training significantly reduces inflammatory factors and glycemic index compared to the control group ($P < 0.05$). Supplemental consumption also significantly reduces inflammatory factors without a significant effect on glycemic index compared to the control group ($P < 0.05$). Changes in IL-1β and insulin resistance were significantly higher in the training and combination groups than in the supplement group ($P < 0.05$). Also, changes in CPR and fasting blood sugar were higher, significant in the combination group than in the supplement group ($P < 0.05$).

Conclusion: The results showed that both zinc supplementation and exercise interventions reduce the level of inflammation in diabetic patients. But exercise interventions are needed for greater effectiveness and improving the insulin resistance.

Key words: Type 2 diabetes, Exercise, Zinc supplementation, Inflammatory factors.

►*Please cite this paper as:*
Taeid V, Talebifard H, Rahmati M, Zeinivand Lorestani A, Khazaei V, Mirnasuri R, Tahan P. The Effect of Zinc and Training on Inflammatory Factors and Insulin Resistance in Type 2 Diabetes. Jundishapur Sci Med J 2020; 19(6):555-564

Received: Oct 14, 2020 **Revised: Dec 29, 2020** **Accepted: Dec 30, 2020**