

تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل روی بر IL-1 β و TNF- α در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲

سولماز بابایی بناب[✉]، مرتضی فتاح پور مرنندی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۸

چکیده

۱. دانشیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

s.babaei@maragheh.ac.ir

۲. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

هدف: با توجه به نقش فعالیت بدنی در کنترل بیماری های متابولیک، در این پژوهش تاثیر تمرینات هوازی با شدت متوسط و مصرف مکمل روی بر عامل نکروز دهنده تومور-آلفا (TNF- α) و اینترلوکین ۱ بتا (IL-1 β) در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی گردید.

روش شناسی: در این مطالعه تجربی، ۵۰ زن مبتلا به دیابت نوع ۲ با دامنه سنی (سن 35 ± 8 سال، قد $162/5 \pm 1/3$ سانتی متر، وزن $87/67 \pm 4/3$ کیلوگرم، شاخص توده بدن $31/12 \pm 3/6$ کیلوگرم بر متر مربع) که هیچگونه فعالیت بدنی منظمی نداشتند به عنوان آزمودنی تحقیق انتخاب و به صورت تصادفی ساده در چهار گروه تمرین هوازی، تمرین - مکمل روی، مکمل روی و کنترل تقسیم شدند. نمونه های خون در حالت ناشتا قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین جهت اندازه گیری سطح سرمی IL-1 β و TNF- α جمع آوری شدند. تجزیه و تحلیل داده ها توسط تحلیل واریانس یک راهه (ANOVA) با نرم افزار spss نسخه ۲۲ صورت گرفت.

یافته ها: نتایج ANOVA نشان داد که پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط تفاوت معنی داری در سطح IL-1 β ($p=0.001$) و TNF- α ($p=0.001$) بین گروه ها مشاهده گردید.

نتیجه گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مصرف مکمل روی به همراه انجام تمرینات هوازی با شدت متوسط می تواند سطح سرمی IL-1 β و TNF- α را کاهش دهد؛ در نتیجه این می تواند به عنوان یکی از پتانسیل های درمانی احتمالی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ باشد.

واژگان کلیدی: اینترلوکین-۱ بتا، عامل نکروز دهنده تومور آلفا، دیابت نوع ۲، تمرینات هوازی.

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:

بابایی، سولماز، فتاح پور مرنندی، مرتضی، تاثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل روی بر اینترلوکین ۱ بتا و TNF- α در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲. پژوهش در تغذیه ورزشی، ۱۴۰۱، ۳(۳): ۳۳-۴۱. صفحه. doi: 10.22034/REN.2023.140130.1025



The Effect of 12 Weeks of Aerobic Training and Zinc Supplementation on IL-1 β and TNF- α in Women with Type 2 Diabetes

Solmaz Babaei Bonab^{1✉}, Morteza Fattahpour marandi²

Received: 2023/11/21

Accepted: 2023/12/09

Abstract

Aims: This study aims to explore the impact of moderate-intensity aerobic training and zinc supplementation on tumor necrosis factor-alpha (TNF- α) and interleukin 1 beta (IL-1 β) in women diagnosed with type 2 diabetes, considering the role of physical activity in controlling metabolic diseases.

Method: In this experimental study, a total of 50 women with type 2 diabetes who did not engage in regular physical activity were selected as participants (age range: 8 to 35 years, height: 162 \pm 1.53 cm, weight: 87.67 \pm 4.3 kg, body mass index: 31.12 \pm 3.6 kg/m²). They were randomly divided into four groups: aerobic training, aerobic training with zinc supplement, zinc supplement only, and control. Fasting blood samples were collected before and after 12 weeks of training to measure the serum levels of IL-1 β and TNF- α . Data analysis was conducted using one-way analysis of variance (ANOVA) with SPSS version 22 software.

Results: The ANOVA results revealed a significant difference in the levels of IL-1 β ($p=0.001$) and TNF- α ($p=0.001$) among the groups after 12 weeks of moderate-intensity aerobic training.

Conclusion: The findings of this study suggest that combining zinc supplementation with moderate-intensity aerobic exercise can lead to a reduction in serum levels of IL-1 β and TNF- α . Therefore, this approach may prove beneficial in reducing inflammatory factors in patients with type 2 diabetes.

Keywords: interleukin-1 beta, tumor necrosis factor alpha, diabetes, aerobic exercise

^{1✉} Associate Professor, Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

✉ Corresponding: s.babaei@maragheh.ac.ir

² Assistant Professor, Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Citation:

Babaei Bonab, S and Fattahpour Marandi, M. The effect of 12 weeks of aerobic training and zinc supplementation on interleukin 1 beta and TNF alpha in women with type 2 diabetes. Research in Exercise Nutrition, 2022. 1(3): p. 33-41. doi.org/10.22034/REN.2023.140130.1025

مقدمه

برخی مطالعات پیشین تأثیر برخی مداخلات بیرونی مانند رژیم غذایی و انجام فعالیت‌های بدنی بر سطوح سرمی میانجی‌های التهابی در جمعیت‌های چاق و دیابتی را دنبال کرده و بر کاهش التهاب مزمن به ویژه در افراد چاق و بیماری‌های وابسته به واسطه برنامه‌های تمرینی هوازی و مقاومتی به ویژه در آنهایی که از سطوح بالای میانجی‌های التهابی برخوردارند، تأکید کرده‌اند (۸).
 تعدیل شیوه زندگی از طریق افزایش سطح فعالیت‌های بدنی، یکی از روش‌های مؤثر در پیشگیری از بروز بیماری‌های متابولیکی و همچنین جز مهمی از درمان غیر دارویی محسوب می‌شود. مطالعات ورزشی انجام شده از نقش آدیپوکاین‌ها به عنوان مکانیسم‌های احتمالی دخیل در اثرات مفید ورزشی حمایت می‌کنند، به طوری که مطالعات قبلی نشان داده‌اند اثرات مفید فعالیت ورزشی بر بهبود مقاومت انسولینی و اختلالات متابولیکی، می‌تواند تا حدی ناشی از تغییرات در آدیپوکاین‌ها باشد. در این راستا، برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که تمرینات ورزشی اعم از هوازی و تناوبی با شدت‌های مختلف، می‌توانند سبب افزایش آدیپونکتین شوند (۹). پترسون و همکاران (۲۰۰۶) با استناد به یافته‌های خود بیان کرد که ورزش منظم به واسطه سرکوب $TNF-\alpha$ و افزایش اینترلوکین ۱۰ به کاهش مقاومت انسولینی ناشی از $TNF-\alpha$ در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ منجر می‌شود (۱۰). از طرفی مطالعاتی نیز عدم تغییر سایتوکین‌های پیش التهابی مانند $TNF-\alpha$ را به واسطه برنامه‌های طولانی مدت در مردان و زنان چاق دیابتی گزارش کردند (۱۱). در مطالعه‌ای عدم تغییر معنی‌داری سطح $TNF-\alpha$ بر اثر ۱۲ هفته تمرین هوازی در بیماران دیابت نوع ۲ گزارش گردید (۱۲). محققان تناقض در یافته‌های موجود را به نوع و مدت و یا شدت تمرین، سن و نوع آزمودنی نسبت داده‌اند. روی یکی از آنتی اکسیدان‌های قوی است و کمبود آن منجر به افزایش آسیب‌های اکسیداتیو در اندام‌های مختلف می‌شود به طوریکه روی در تصحیح فرایندهای استرس اکسیداتیو نقش دارد (۱۳). یکی از مهمترین مواد معدنی موجود در بدن روی می‌باشد که در همه‌ی بافت‌ها و سلول‌های زنده وجود دارد و به دلیل تأثیر معنی‌دار آن بر بیشتر فعالیت‌های آنزیمی و متابولیسم سلولی، به عنوان یک مؤلفه‌ی اساسی در تغذیه انسان می‌باشد که در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی نقشی شبه آنتی اکسیدانی دارد (۱۴). پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه تأثیرات آنتی اکسیدانی مکمل‌های معدنی، به خصوص روی و ارتباط آنها با فعالیت بدنی بسیار محدود است به طوری که بیشتر مطالعات در زمینه مکمل روی بر روی بیماری‌ها می‌باشد (۱۴). تمرین منظم اثرات ضدالتهابی دارد و موجب سرکوب التهاب سیستمی با درجه پایین می‌شود

دیابت نوع دو، یک اختلال متابولیک و درون ریز 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 می‌شود (۱). منابع علمی اشاره کرده‌اند که مکانیسم‌های مؤثر در تعادل مثبت کالری مانند التهاب و رهایی آدیپوکین‌ها تعیین کننده پاتوفیزیولوژی ناهنجاری‌های متابولیکی در بیماری‌های مرتبط با چاقی‌اند (۲). چاقی و افزایش ذخایر چربی از عوامل اصلی شیوع سندروم مقاومت به انسولین، دیابت نوع دو و آترواسکلروزیس هستند (۳). همچنین دیابت نوع دو به وسیله چاقی هورمونی / چاقی ناشی از اختلال در عملکرد غدد درون‌ریز و آدیپوکین‌های تنظیم کننده التهاب پیشگویی می‌شود و این فرضیه وجود دارد که بافت چربی احشایی بیان کننده سطوح بالاتر مولکول‌های التهابی در دیابت نوع دو است (۴).

سلول‌های بافت چربی علاوه بر ذخیره چربی، موادی به نام آدیپوکین ترشح می‌کنند که اثرات مختلفی بر سیستم‌های بدن دارند. لذا افزایش ذخیره چربی و تغییر در عملکرد سلول‌های چربی (به عنوان یک بافت اندوکراین) بر اثر چاقی، باعث بروز اختلالاتی در ترشح آدیپوکاین‌ها می‌شود (۵). نشان داده شده است که بافت چربی سایتوکین‌های پیش التهابی مانند اینترلوکین ۶ و $TNF-\alpha$ را تولید و ترشح می‌کند که بر حساسیت به انسولین اثر گذاشته و با چاقی ناشی از مقاومت به انسولین در ارتباط هستند (۳). بنابراین، التهاب ناشی از اختلال غلظت سایتوکین‌های پیش و ضدالتهابی گردش خون، از عوامل اصلی بروز سندرم متابولیک و دیابت نوع ۲ می‌باشد (۳). اینترلوکین ۱ بتا ($IL-1\beta$) یک سایتوکاین التهابی در نظر گرفته می‌شود، بنابراین سطوح بالای این بیومارکر به همراه افزایش ثانویه در سطوح لیپوکالین ۲ و $TNF-\alpha$ از عملکرد مطلوب انسولین بر روی غشا سلول‌ها کاسته و منجر به بروز مقاومت انسولینی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌شود بنابراین کاهش $IL-1\beta$ از طریق رژیم‌های غذایی کنترل شده و به ویژه از طریق تمرین‌های ورزشی منظم می‌تواند زمینه کاهش بروز مقاومت انسولینی را فراهم کند (۶).

روی می‌تواند به عنوان یک عامل اصلاح کننده هومئوستاز گلوکز شناخته شود و در نتیجه یک عامل مهم برای پیشگیری از بیماری دیابت قرار می‌گیرد. مطالعاتی نشان دادند که بین مقدار روی و فاکتورهای التهابی در بیماران مبتلا به دیابت ارتباط وجود دارد (۷). کمبود روی باعث استرس و فعال شدن ماکروفاژها شده و در نتیجه باعث افزایش تولید سایتوکین‌های التهابی مانند $IL-1\beta$ و $TNF-\alpha$ می‌شود (۷).

اندازه‌گیری شاخص‌های آنترپومتریک

آزمودنی‌ها در دو مرحله، پیش از شروع پروتکل پژوهشی و پس از ۱۲ هفته در محل کلینیک حاضر شده، وزن، قد و شاخص توده بدن آن‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها توسط قدسنج مارک seca ساخت کشور چین و با دقت ۲/۶ سانتیمتر در صبح انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن آزمودنی‌ها فرد با حداقل لباس و بدون کفش روی ترازو قرار گرفت که از ترازوی دیجیتال مارک seca ساخت کشور چین و با ضریب خطای ۲/۶ کیلوگرم استفاده شد. شاخص توده بدن از تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) به دست آمد. ضربان قلب آزمودنی‌ها هم از طریق کمربندهای ضربان سنج Polar که به دور سینه شرکت‌کننده‌گان بسته می‌شد، اندازه‌گیری گردید.

برنامه تمرینی

گروه تجربی، یک برنامه تمرینات هوازی (ایروبیکی) با تکرار سه جلسه در هفته، به مدت شش هفته، در دامنه شدت بین ۶۰ تا ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره روی سطح صاف بدون شیب را اجرا کردند. برنامه تمرینی شامل تمرینات ایروبیکی، شامل حرکات مارش، وی استپ، استپ تاج، گریپ وان، مامبو در جهات مختلف و پیووت بود که تحت نظر مربی انجام شد (۱۶). کلیه حرکات به صورت ساده و بدون پرش اجرا شدند. برنامه تمرین در هر جلسه شامل حدود ۱۰ دقیقه گرم کردن و پنج دقیقه سرد کردن بود. بدنه تمرین ابتدا حدود ۳۵ دقیقه طول کشید، و در هفته‌های آخر به ۶۰ دقیقه تمرین افزایش یافت (جدول یک) رعایت اصل اضافه بار با توجه به کم تحرک بودن شرکت‌کنندگان، با افزایش زمان تمرین، صورت گرفت و در کلیه جلسات تمرینی، شدت تمرین در حدود ۶۰ الی ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره ثابت ماند. این شدت از آنجا انتخاب شد که طبق گزارش‌ها، در شدت (حدود) ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، اکسیداسیون اسیدهای چرب به حداکثر می‌رسد. ضربان قلب بر حسب تعداد در دقیقه، توسط مربی و یا کمک مربی، با استفاده از لمس شریال رادیال (روش انگشتی) کنترل شد (۱۶). در طول این دوره، آزمودنی‌های گروه کنترل در هیچ برنامه تمرینی شرکت نداشتند (۱۶).

تحقیقات نشان داده‌اند که مارک‌های التهابی با تغییرات سبک زندگی همچون کاهش دریافت انرژی و افزایش فعالیت جسمانی است کاهش می‌یابد (۱۵). لذا با توجه بدین حقیقت که التهاب یکی از پدیده‌های همراه با بیماری دیابت نوع ۲ است و فعالیت‌های بدنی و روی می‌توانند روند التهاب را کند نماید، در این پژوهش تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل روی بر سطح IL-1 β و TNF- α در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و تجربی بود. نمونه آماری این پژوهش طی فراخوان و از بین زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو مراجعه کننده به انجمن دیابت شهرستان ارومیه با دامنه سنی ۴۵-۳۵ سال بصورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. در این پژوهش از بین ۸۶ زن چاق دیابتی، تعداد ۳۸ شرکت کننده به دلایل عدم رعایت معیارها از مطالعه حذف شدند و ۴۸ نفر پس از تکمیل فرم رضایتنامه و پرسشنامه تندرستی به عنوان نمونه انتخاب شده و بصورت تصادفی در چهار گروه کنترل و گروه تمرینی+مکمل، گروه مکمل و گروه تمرین تقسیم شدند. در طول مطالعه، ۲ نفر از گروه کنترل (n=10) و ۲ نفر از گروه تمرینی (n=10) و ۱ نفر از گروه تمرین مکمل (n=11) و ۲ نفر از گروه مکمل (n=10) از ادامه پژوهش حذف شدند. آزمودنی‌های گروه تمرینی به مدت ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته به تمرینات ورزشی هوازی پرداختند و گروه کنترل هیچ فعالیت ورزشی را در طول ۱۲ هفته تجربه نکردند. معیارهای ورود به مطالعه شامل ابتلا به دیابت نوع دو (داشتن میزان قند خون ناشتا بالاتر از ۲۱۶ میلی گرم بر دسی لیتر)، شرکت نکردن در فعالیت‌های منظم ورزشی، عدم مصرف سیگار، عدم ابتلا به سرطان و آسم، داشتن اضافه وزن (شاخص توده بدن بالاتر، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی و زخم پای دیابتی در نظر گرفته شد. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل عدم شرکت در سه جلسه متوالی تمرینات ورزشی و همچنین عدم تمایل آزمودنی برای ادامه همکاری بود. به افراد شرکت کننده در پژوهش اعلام گردید که نتایج آزمایشات محرمانه خواهند ماند و می‌توانند از نتایج خود آگاهی داشته باشند و هر وقت که بخواهند می‌توانند از شرکت در مطالعه انصراف دهند. کلیه آزمودنی‌ها جهت شرکت در تمرینات، فرم رضایت نامه کتبی را نیز تکمیل نمودند.

جدول ۱. برنامه تمرین هوازی

یازدهم و دوازدهم	نهم و دهم	هفتم و هشتم	پنجم و ششم	سوم و چهارم	اول و دوم	هفته
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	گرم کردن (دقیقه)
۶۰	۵۵	۵۵	۵۰	۴۰	۳۵	بدنه اصلی تمرین (دقیقه)
۵	۵	۵	۵	۵	۵	سرد کردن (دقیقه)
۶۵-۶۰	۶۵-۶۰	۶۵-۶۰	۶۵-۶۰	۶۵-۶۰	۶۵-۶۰	شدت تمرین (درصد حداکثر ضربان قلب)

تجزیه و تحلیل آماری

جهت توصیف نتایج تحقیق از آمار توصیفی استفاده شد. بررسی نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک انجام شد و برای بررسی تفاوت درون گروهی از روش آماری تی همبسته و به منظور مقایسه بین گروهی از روش آماری تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) و در صورت معنی داری از آزمون تعقیبی توکی برای تعیین اختلافها بین گروهها استفاده شد و داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و سطح معنی داری $P < 0.05$ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

شاخص‌های توصیفی متغیرها مانند، سن، قد، وزن، BMI، در جدول ۲ آورده شده است. در جدول ۲ یافته‌های آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه در مورد ترکیبات بدن آورده شده است.

اندازه‌گیری شاخص‌های آزمایشگاهی

خونگیری یک روز قبل از شروع مداخله و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی در آزمایشگاه در حالت ناشتا، بین ساعت ۸-۹ صبح از ورید بازویی صورت گرفت. به منظور جداسازی سرم، نمونه‌های خونی پس از لخته شدن، به مدت ۲۷ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس سرم حاصل، تا زمان اندازه‌گیری متغیرها در فریز منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سطوح سرمی $TNF-\alpha$ ، با کیت Bayocamper با حساسیت ۳۰ پیکوگرم بر میلی لیتر به روش الایزا و سطح سرمی $IL-1\beta$ نیز به وسیله کیت الایزا اندازه‌گیری شرکت Biovendor کشور آلمان با حساسیت ۰/۰۲۳ اندازه‌گیری شد.

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی متغیرهای کمی در گروه‌های مطالعه

گروه	متغیر	تمرین	مکمل	تمرین+مکمل	کنترل
سن (سال)		۳۶/۳۲ ± ۱/۲۶	۳۷/۱ ± ۱/۲۵	۳۷/۱۲ ± ۷/۲۶	۳۶/۶۵ ± ۱/۸۳
قد (سانتی متر)		۱۶۰/۱۲ ± ۴/۱	۱۶۱/۱۷ ± ۱/۳	۱۶۰/۶۵ ± ۲/۳۷	۱۶۱/۱ ± ۰/۳
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۸۷/۵۶ ± ۱/۴۲	۸۸/۴۵ ± ۳/۵	۸۷/۶۵ ± ۴/۷	۸۸/۵۴ ± ۳/۴
	پس آزمون	۸۴/۲۳ ± ۲/۴۴	۸۶/۴ ± ۱/۲	۸۱/۲۳ ± ۰/۳	۸۹/۳ ± ۰/۵
نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	پیش آزمون	۳۰/۴۳ ± ۰/۵	۳۱/۲ ± ۲/۱	۳۰/۶۵ ± ۳/۸	۳۱/۲ ± ۲/۳
	پس آزمون	۳۰/۱۲ ± ۱/۲	۳۰/۰ ± ۱/۲	۲۹/۱ ± ۳/۱	۳۱/۸ ± ۱/۶

*اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

جدول ۳. یافته‌های آزمون آماری تی همبسته و آنالیز واریانس یک راهه

متغیرها	گروه ها	زمان اندازه گیری		T	P	F	P	Eta squared
		پیش آزمون	پس آزمون					
IL-1β (نانوگرم بر میلی لیتر)	تمرین	۲/۷ ± ۳/۵۶	۱/۹۸ ± ۲/۱۲	۳/۴۳	۰/۰۱	۶/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۲۶
	مکمل	۲/۶۸ ± ۴/۷۶	۲/۳ ± ۱/۶۴	۷/۶۵	۰/۰۰۱			
	تمرین+مکمل	۲/۷۸ ± ۱/۳۴	۱/۶۷ ± ۲/۸۷	۳/۳۴	۰/۰۰۲			
TNF-α (میلی لیتر بر پیکو گرم)	کنترل	۲/۸ ± ۲/۱۲	۲/۸۱ ± ۴/۲	-۲/۶۴	۰/۰۳۵	۴/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۲۸
	تمرین	۳۵/۳ ± ۱/۷۸	۳۳/۳ ± ۱/۸	۴/۱۲	۰/۰۲			
	مکمل	۳۵/۲ ± ۵/۶۱	۳۳/۹ ± ۱/۵	۸/۳۷	۰/۰۰۱			
IL-1β	تمرین	۲/۷ ± ۳/۵۶	۱/۹۸ ± ۲/۱۲	۳/۴۳	۰/۰۱	۶/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۲۶
	مکمل	۲/۶۸ ± ۴/۷۶	۲/۳ ± ۱/۶۴	۷/۶۵	۰/۰۰۱			
	تمرین+مکمل	۲/۷۸ ± ۱/۳۴	۱/۶۷ ± ۲/۸۷	۳/۳۴	۰/۰۰۲			
TNF-α	کنترل	۲/۸ ± ۲/۱۲	۲/۸۱ ± ۴/۲	-۲/۶۴	۰/۰۳۵	۴/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۲۸
	تمرین	۳۵/۳ ± ۱/۷۸	۳۳/۳ ± ۱/۸	۴/۱۲	۰/۰۲			
	مکمل	۳۵/۲ ± ۵/۶۱	۳۳/۹ ± ۱/۵	۸/۳۷	۰/۰۰۱			
IL-1β	تمرین	۲/۷ ± ۳/۵۶	۱/۹۸ ± ۲/۱۲	۳/۴۳	۰/۰۱	۶/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۲۶
	مکمل	۲/۶۸ ± ۴/۷۶	۲/۳ ± ۱/۶۴	۷/۶۵	۰/۰۰۱			
	تمرین+مکمل	۲/۷۸ ± ۱/۳۴	۱/۶۷ ± ۲/۸۷	۳/۳۴	۰/۰۰۲			
TNF-α	کنترل	۲/۸ ± ۲/۱۲	۲/۸۱ ± ۴/۲	-۲/۶۴	۰/۰۳۵	۴/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۲۸
	تمرین	۳۵/۳ ± ۱/۷۸	۳۳/۳ ± ۱/۸	۴/۱۲	۰/۰۲			
	مکمل	۳۵/۲ ± ۵/۶۱	۳۳/۹ ± ۱/۵	۸/۳۷	۰/۰۰۱			
IL-1β	تمرین	۲/۷ ± ۳/۵۶	۱/۹۸ ± ۲/۱۲	۳/۴۳	۰/۰۱	۶/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۲۶
	مکمل	۲/۶۸ ± ۴/۷۶	۲/۳ ± ۱/۶۴	۷/۶۵	۰/۰۰۱			
	تمرین+مکمل	۲/۷۸ ± ۱/۳۴	۱/۶۷ ± ۲/۸۷	۳/۳۴	۰/۰۰۲			
TNF-α	کنترل	۲/۸ ± ۲/۱۲	۲/۸۱ ± ۴/۲	-۲/۶۴	۰/۰۳۵	۴/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۲۸
	تمرین	۳۵/۳ ± ۱/۷۸	۳۳/۳ ± ۱/۸	۴/۱۲	۰/۰۲			
	مکمل	۳۵/۲ ± ۵/۶۱	۳۳/۹ ± ۱/۵	۸/۳۷	۰/۰۰۱			
IL-1β	تمرین	۲/۷ ± ۳/۵۶	۱/۹۸ ± ۲/۱۲	۳/۴۳	۰/۰۱	۶/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۲۶
	مکمل	۲/۶۸ ± ۴/۷۶	۲/۳ ± ۱/۶۴	۷/۶۵	۰/۰۰۱			
	تمرین+مکمل	۲/۷۸ ± ۱/۳۴	۱/۶۷ ± ۲/۸۷	۳/۳۴	۰/۰۰۲			
TNF-α	کنترل	۲/۸ ± ۲/۱۲	۲/۸۱ ± ۴/۲	-۲/۶۴	۰/۰۳۵	۴/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۲۸
	تمرین	۳۵/۳ ± ۱/۷۸	۳۳/۳ ± ۱/۸	۴/۱۲	۰/۰۲			
	مکمل	۳۵/۲ ± ۵/۶۱	۳۳/۹ ± ۱/۵	۸/۳۷	۰/۰۰۱			

بحث

با توجه به نقش تمرینات ورزشی به عنوان راهکاری مناسب، کم هزینه و مفید جهت بیماران دیابتی هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط و مکمل روی بر سطح سرمی IL-1β و TNF-α در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که انجام تمرینات هوازی به همراه مصرف مکمل روی باعث کاهش معنی داری سطح سرمی IL-1β در سه گروه تمرین+مکمل، تمرین و مکمل شد. IL-1β از جمله سایتوکاین‌هایی است که در ارتباط با چاقی، دیابت و مقاومت به انسولین عمل می‌کند. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان به این نتیجه رسید که با کاهش یافتن سطوح IL-1β در افراد چاق میزان مقاومت به انسولین آنها نیز کاهش می‌یابد. در همین راستا با کاهش مقاومت انسولینی، گلوکز خون کاهش می‌یابد. همچنین نشان داده شده که تمرین هوازی با کاهش در سطوح IL-1β می‌تواند عاملی در کاهش التهاب باشد (۱۷). همچنین، یافته‌های ما همسو با نتایج مطالعه لارسن و همکاران (۲۰۰۲) است که اثر تمرین ورزشی هوازی با شدت ۸۰ درصد اوج ضربان قلب را به مدت ۱۲ هفته بررسی کردند. یکی از دلایل اصلی بروز مقاومت به انسولین افزایش توده چربی بدن است، لذا با کاهش یافتن مقادیر توده چربی بدن می‌توان انتظار داشت تا میزان مقاومت به انسولینی افراد کاهش یافته و در نتیجه IL-1β کاهش یابد (۱۸). شاید علت همخوانی این دو مطالعه با مطالعه حاضر کاهش وزن مشترک آزمودنی‌ها در مطالعات و در نهایت تأثیر آنها بر کاهش IL-1β باشد. از طرفی فیلدینگ و همکاران (۱۹۹۳) دو دقیقه دویدن روی تردمیل را با شیب ۱۶ درصد و با ضربان قلب بیش از ۷۰ درصد بیشینه روی داوطلبان اجرا کردند. پس از فعالیت ورزشی افزایش ۱۲۰ درصدی در IL-

سطح اینترلوکین ۱ بتا و TNF آلفا در همه‌ی گروه‌ها تغییر معنی‌داری داشت و همچنین در مقایسه با گروه کنترل سطح اینترلوکین ۱ بتا و TNF آلفا سرم در هر چهار گروه تغییر معنی‌داری را نشان داد.

نتایج آزمون t زوجی (وابسته) نشان داد که سطح سرمی IL-1β در تمامی گروه‌های مداخله کاهش معنی‌داری نسبت به پیش آزمون داشت ($p \leq 0.05$)، اما در گروه کنترل افزایش معنی‌دار مشاهده گردید ($p \leq 0.05$). همچنین، مقایسه بین گروهی با آزمون تحلیل آنالیز واریانس یک راهه مربوط به IL-1β نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود دارد ($F=6.03, p=0.001$). بنابراین جهت مشخص کردن تفاوت از آزمون تعقیبی توکی استفاده گردید و یافته‌ها حاکی از تفاوت معنی‌دار بین گروه تمرین+مکمل با گروه تمرین ($p=0.001$) و بین گروه مکمل با گروه کنترل ($p=0.001$) می‌باشد. نتایج آزمون t زوجی (وابسته) نشان داد که سطح سرمی TNF آلفا در تمامی گروه‌های مداخله کاهش معنی‌داری نسبت به پیش آزمون داشت ($p \leq 0.05$)، اما در گروه کنترل افزایش معنی‌دار مشاهده گردید ($p \leq 0.05$). همچنین، مقایسه بین گروهی با آزمون تحلیل آنالیز واریانس یک راهه مربوط به TNF آلفا نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود دارد ($F=4.34, p=0.001$). بنابراین جهت مشخص کردن تفاوت از آزمون تعقیبی توکی استفاده گردید و یافته‌ها حاکی از تفاوت معنی‌دار بین گروه تمرین+مکمل با گروه تمرین ($p=0.001$) و بین گروه مکمل با گروه کنترل ($p=0.001$) می‌باشد.

آدیپوکین‌ها معروف‌اند، مرکز تعادل دینامیکی متابولیسم انرژی و عهده دار کنترل هر دو جذب و هزینه انرژی و حساسیت انسولین هستند (۲۵). بین آنها، $TNF-\alpha$ از مهمترین سایتوکین‌های پیش التهابی است (۲۶). $TNF-\alpha$ سایتوکین التهابی مؤثر در افزایش مقاومت به انسولین به‌ویژه در حضور چاقی است (۲۵) (۲۷). اندازه‌گیری $TNF-\alpha$ تا اندازه‌ای توجیهی برای افزایش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی در بیماران با کاهش HDL-C است (۲۷). علاوه بر تأثیر روی ارگان‌های متفاوت، $TNF-\alpha$ همچنین نقش مهمی در پاتوژنز چاقی و مقاومت به انسولین دارد این سایتوکین التهابی با تخریب علائم میانجی‌های گیرنده‌های انسولین به مقاومت به انسولین منجر می‌شود (۲۵). دیگر مکانیسم‌های معرفی شده برای $TNF-\alpha$ شامل تنظیم منفی ژن-هایی که جهت عملکرد نرمال انسولین مورد نیازند است. افزایش آن همچنین به تنظیم منفی بیان ژنهایی که به طور مستقیم عملکرد انسولین را متأثر می‌کنند و سبب افزایش اسیدهای چرب آزاد به‌واسطه تحریک لیپولیز می‌شود، منجر می‌شود (۲۸). لذا در مجموع، تمرینات ایروبیک با شدت متوسط احتمالاً می‌تواند جهت بهبود و تعدیل شاخص‌های متابولیکی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک، به عنوان مداخله غیر دارویی، مورد استفاده قرار گیرد. در تحقیقات آتی می‌توان به بررسی تأثیر انواع تمرینات و همچنین میزان ماندگاری پس از قطع تمرین، بر شاخص‌های مرتبط با سندرم متابولیک پرداخت. جهت نتیجه‌گیری بهتر می‌توان، علاوه بر اندازه‌گیری در ابتدا و انتهای تحقیق، در طول اجرای تحقیق نیز اندازه‌گیری‌های مکرر انجام گیرد تا بتوان، زمان بندی تأثیر تمرین را مورد بررسی قرار داد.

تقدیر و تشکر

از تمامی افرادی که ما را در انجام این پروژه یاری رساندند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله هیچ گونه تضاد منافی در رابطه با انتشار آن ندارند.

منابع

- [1] Mir Hossein M, Esfarjani F, Marandi M, Khalilzadeh S, Mirhosseini H. Yoga Effects on Type 2 Diabetes Mellitus Parameters. Shahid

1β را مشاهده کردند (۱۹). به نظر می‌رسد دلیل این تفاوت در اجرای نوع پروتکل تمرینی (حاد در مقابل مزمن) باشد. که بدیهی است اجرا و افزایش شدت فعالیت ورزشی (تک وهله ای) و نزدیکی شدت تمرینی به حد بیشینه خویش رهایی $IL-1\beta$ را به همراه دارد. نتایج مطالعه حبیبی و همکاران (۱۳۹۵) و زمانپور و همکاران (۱۳۹۵) که به بررسی تأثیر تمرین بر غلظت سرمی برخی مارکرهای التهابی زنان دیابتی نوع دو پرداختند با نتایج تحقیق ما همخوانی ندارد (۲۰, ۲۱).

همچنین در مطالعه‌ی حاضر کاهش معنی‌داری در سطوح سرمی $TNF-\alpha$ در گروه تمرین+مکمل روی و گروه تمرین و گروه مکمل روی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد که بیشترین تغییر در گروه تمرین+مکمل روی بود. همسو با نتایج تحقیق حاضر در یک مطالعه ۱۲ هفته تمرین هوازی در قالب ۳ جلسه در هفته با کاهش معنی دار سطوح $TNF-\alpha$ در مردان و زنان چاق دیابتی نوع ۲ گزارش شده است (۲۲). همچنین در مطالعه‌ی دیگری دو برنامه تمرین هوازی مجزا با شدت‌های متوسط و خفیف به مدت ۱۲ هفته توسط زنان و مردان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ به کاهش معنادر هموگلوبین گلیکولیزه و $TNF-\alpha$ و دیگر میانجی‌های پیش التهابی مانند $IL-6$ منجر شد با این تفاوت که میزان بهبود در گروه تمرین با شدت متوسط به مراتب بیشتر از تمرینات خفیف بود (۷). همچنین، کاهش معنی‌دار $TNF-\alpha$ پس از ۸ هفته تمرینات اینتروال با شدت بالا (HIIT) و مصرف مکمل دارچین در افراد چاق و اضافه وزن گزارش شده است (۹).

کاهش معنادر $TNF-\alpha$ در پاسخ به تمرینات ورزشی در بیماران دیابتی و قلبی-عروقی نیز گزارش شده است. از طرفی، برخی مطالعات نیز غیرهمسو با یافته‌های حاضر، عدم تغییر $TNF-\alpha$ را متعاقب تمرینات ورزشی نسبتاً طولانی مدت گزارش کرده‌اند. برای مثال، در مطالعه‌ی ۱۲ هفته تمرین هوازی با ۳ جلسه در هفته توسط بیماران دیابتی نوع دو، با وجود کاهش معنادر گلوکز خون و مقاومت انسولین و بهبود نیمرخ چربی، اما سطوح $TNF-\alpha$ متعاقب مداخله ورزشی دستخوش تغییر معناداری نشد (۲۳). همچنین در مطالعه‌ی زویینی و همکاران (۲۰۰۶) با وجود کاهش معنادر HDL به واسطه تمرینات هوازی ۱۲ هفته‌ای در بیماران دیابتی نوع دو، اما سطوح $TNF-\alpha$ و آدیپونکتین سرم تغییر معناداری پیدا نکردند (۲۴). اخیراً مشخص شده که ماکروفاژها اجزای مهمی در بافت چربی هستند که منبع اصلی ترشح سایتوکین‌های التهابی مانند $IL-6$ و $TNF-\alpha$ به شمار می‌روند. از طرفی، افزایش سطوح این فاکتورهای مشتق از ماکروفاژها در گردش خون افراد چاق به التهاب مزمن مرتبط با مقاومت به انسولین و دیابت نوع دو منجر می‌شود (۲۵). این پروتئین‌ها که به

- aerobic exercise training on MDA and TNF- α levels in patients with type 2 diabetes mellitus. *International Scholarly Research Notices*. 2014;2014.
- [13] Sidhu P, Garg M, Dhawan D. Protective effects of zinc on oxidative stress enzymes in liver of protein deficient rats. *Nutr Hosp*. 2004;19(6):341-7.
- [14] Ghorbani R, Tofighi A, Babaei S. Copper supplementation response to lipid peroxidation and total antioxidant capacity in passive girls following exhaustive activity. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2017;4(1):74-81.
- [15] 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;44:211-21.
- [16] Vizvari E, Gharavi O. The effect of moderate aerobic exercises on serum levels of adiponectin, TNF- α and the adiponectin/TNF- α ratio in men with metabolic syndrome. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2023;11(27):60-70.
- [17] Bijeh N, Abbasian S. the effect of intensity of aerobic training and change in dietary pattern on interleukin-1 β and insulin resistance indexes in inactive obese subjects. 2013.
- [18] Larsen AI, Lindal S, Aukrust P, Toft I, Aarsland T, Dickstein K. Effect of exercise training on skeletal muscle fibre characteristics in men with chronic heart failure. Correlation between skeletal muscle alterations, cytokines and exercise capacity. *International journal of cardiology*. 2002;83(1):25-32.
- [19] Fielding R, Manfredi T, Ding W, Fiatarone M, Evans W, Cannon JG. Acute phase response in exercise. III. Neutrophil and IL-1 beta accumulation in skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 1993;265(1):R166-R72.
- [20] Habibi A, Abolfathi F, Nagafian N. The effect of aerobic interval training on IL-6 and IL-10 serum concentration in women with type II diabetes. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2016;19:۳۶-۴۵(۷)
- [21] Zamanpour L, Bani Talibi AHA. One-dimensional Effects of Aerobic-Predictive Speed and Parallel Exercise on Some Inflammatory Markers and Insulin Resistance in Women with Sadoughi University of Medical Sciences. 2014;1(22):880-91.
- [2] Davood K, Hamidreza S, Saeid A. improved Fasting glucose by aerobic training program is independent of insulin resistance. 2014.
- [3] Gustafson B. Adipose tissue, inflammation and atherosclerosis. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*. 2010;17(4):332-41.
- [4] Samaras K, Botelho NK, Chisholm DJ, Lord RV. Subcutaneous and visceral adipose tissue gene expression of serum adipokines that predict type 2 diabetes. *Obesity*. 2010;18(5):884-9.
- [5] Haram Baf A, Nikbakht M, Habibi A. Acute effect of incremental aerobic exercise with arm and leg on response of heart rate and blood pressure recovery in active and inactive girls. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2017;4(1):37-44.
- [6] Eizadi M, Haji Rasouli M, Khorshidi D. The Effect of 3 Months of Aerobic Training on TNF- α and Insulin Resistance in Obese Men with Type 2 Diabetes. *Journal of Sport Biosciences*. 2019;11(3):253-69.
- [7] Abd El-Kader SM, Gari A, El-Den AS. Impact of moderate versus mild aerobic exercise training on inflammatory cytokines in obese type 2 diabetic patients: a randomized clinical trial. *African Health Sciences*. 2013;13(4):857-63.
- [8] Kazemi A, Ghanbarzadeh M, Navidi Z, Soltani M. The effect of 8 weeks of intermittent exercise with consumption of black seed on serum levels of vaspin and lipid profile of obese women. *Research in Exercise Nutrition*. 2022;1(2):11-9.
- [9] Bayat H, Khalounejad H, Babaei M, Arnavazi yamchi N, Azarbayjani MA. Interactive effect of a period of high-intensity interval training and cinnamon supplementation on the levels of some inflammatory and anti-inflammatory markers in overweight men. *Research in Exercise Nutrition*. 2022;1(2):35-42.
- [10] Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise: its role in diabetes and cardiovascular disease control. *Essays in biochemistry*. 2006;42:105-17.
- [11] Oh EG, Bang SY, Kim SH, Hyun SS, Chu SH, Jeon JY, et al. Therapeutic lifestyle modification program reduces plasma levels of the chemokines CRP and MCP-1 in subjects with metabolic syndrome. *Biological research for nursing*. 2013;15(1):48-55.
- [12] Arslan M, Ipekci SH, Kebapcilar L, Dogan Dede N, Kurban S, Erbay E, et al. Effect of

- Diabetes Mellitus Type 2. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. ۵:۳۰۰-۱۱; ۲۰۱۶ .
- [22] Abd El-Kader SM, Al-Jiffri OH, Al-Shreef FM. Aerobic exercises alleviate symptoms of fatigue related to inflammatory cytokines in obese patients with type 2 diabetes. African health sciences. 2015;15(4):1142-8.
- [23] 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 Preventive Cardiology. 2007;14(6):837-43.
- [24] Zoppini G, Targher G, Zamboni C, Venturi C, Cacciatori V, Moghetti P, et al. Effects of moderate-intensity exercise training on plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in older patients with type 2 diabetes. Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases. 2006;16 (8):543-0.
- [25] Galic S, Oakhill JS, Steinberg GR. Adipose tissue as an endocrine organ. Molecular and cellular endocrinology. 2010;316(2):129-39.
- [26] Merghani T, Alawad A, Ballal M. Plasma TNF- α in obese patients with diabetes and its relation to resting metabolic rate. Journal of Diabetology. 2014;5(1):4.
- [27] Yamagishi Si, Adachi H, Matsui T, Nakamura K, Enomoto M, Fukami A, et al. Decreased High-Density Lipoprotein Cholesterol Level is an Independent Correlate of Circulating Tumor Necrosis Factor- α in a General Population. Clinical Cardiology: An International Indexed and Peer-Reviewed Journal for Advances in the Treatment of Cardiovascular Disease. 2009;32(9):E29-E32.
- [28] Moller DE. Potential role of TNF- α in the pathogenesis of insulin resistance and type 2 diabetes. Trends in Endocrinology & Metabolism. 2000;11(6):212-7.