

## *The Effect of 8 Weeks of Cardio Kickboxing Training on Some Metabolic and Inflammatory Indicators in Adults with Type 2 Diabetes*

Seyed Morteza Tayebi<sup>1</sup>,  
Aref Mehdipour<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Assosated Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Ph.D Student in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

(Received August 5, 2023; Accepted October 15, 2023)

### **Abstract**

**Background and purpose:** The aim of this study was to investigate the effect of 8 weeks of cardio kickboxing training on some metabolic and inflammatory indicators in adults with type 2 diabetes.

**Materials and methods:** In this semi-experimental study, 22 men with T2DM were purposefully selected. Eligible volunteers to participate in the research with the age range of 35 to 55 years (exercise group 49.54±0.59, control group 49.9±0.75) were selected and randomly divided into two groups: exercise group (n=11) and control group (n=11). BMI, fasting blood glucose, HbA1c, lipid profile, HOMA-IR and CRP were measured 48 hours before and after the experimental period.

**Results:** In the intervention group, compared to the control group, after 8 weeks of cardio kickboxing a significant decrease in body weight and in the levels of HbA1c, HOMA-IR, FBS, BMI, TG and CRP was observed after completing the training program ( $P<0.05$ ). Moreover, the results of Pearson's correlation test showed that there was a significant relationship between the reduction of CRP levels, HbA1c ( $R=0.596$ ,  $P<0.01$ ) and blood glucose ( $R=0.386$ ,  $P<0.05$ ). Furthermore, cardio kickboxing training had no significant effect on LDL, HDL, TC and plasma insulin ( $P>0.05$ ).

**Conclusion:** These results revealed that cardio kickboxing exercises had a significant effect on TG, which was a lipid parameter, as well as CRP, which was an inflammatory marker, and contribute to the development of diabetes.

**Keywords:** Cardio kickboxing, glycosylated hemoglobin, C-reactive protein, Type 2 diabetes

J Mazandaran Univ Med Sci 2023; 33 (Supple 2): 212-221 (Persian).

**Corresponding Author:** Aref Mehdipour - University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. (E-mail: mehdipour13574@gmail.com)

## تأثیر ۸ هفته تمرینات کاردیو کیک بوکسینگ بر برخی شاخص‌های متابولیکی و التهابی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو

سید مرتضی طیبی<sup>۱</sup>

عارف مهدی پور<sup>۲</sup>

### چکیده

**سابقه و هدف:** این مطالعه با هدف بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین کاردیو کیک بوکسینگ بر برخی شاخص‌های متابولیکی و التهابی در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲، انجام پذیرفت.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه تجربی، ۲۲ نفر مرد مبتلا به T2DM، به طور هدفمند انتخاب شدند. افراد داوطلب واجد شرایط شرکت در پژوهش با محدوده سنی ۳۵ تا ۵۵ سال (گروه تمرین ۴۹/۵۴±۰/۵۹، گروه کنترل ۴۹/۹±۰/۷۵) انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تمرین (۱۱ نفر) و کنترل (۱۱ نفر) تقسیم شدند. BMI، گلوکز خون ناشتا، HbA1c، پروفایل لیپیدی، HOMA-IR و CRP ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره آزمایش اندازه‌گیری شدند.

**یافته‌ها:** در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل، ۸ هفته تمرین کاردیو کیک بوکسینگ کاهش معنی‌داری در وزن بدن و هم‌چنین در HbA1c، HOMA-IR، FBS، BMI، TG و CRP بعد از اتمام برنامه تمرینی مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). هم‌چنین نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد رابطه معناداری بین کاهش سطوح CRP، HbA1c ( $R = 0/596$ ،  $P < 0/01$ ) و گلوکز خون ( $R = 0/386$ ،  $P < 0/05$ ) وجود داشت. علاوه بر این تمرینات کاردیو کیک بوکسینگ تأثیر معنی‌داری بر TC، HDL، LDL و انسولین پلازما نداشت ( $P > 0/05$ ).

**استنتاج:** این نتایج نشان می‌دهد که تمرینات کاردیو کیک بوکسینگ تأثیر قابل توجهی بر TG که یک پارامتر لیپیدی است و هم‌چنین CRP که یک نشانگر التهابی است و به پیشرفت دیابت کمک می‌کند، دارد.

**واژه‌های کلیدی:** کاردیو کیک بوکسینگ، هموگلوبین گلیکوزیله، پروتئین واکنشی C، دیابت نوع دو

### مقدمه

حفظ وزن طبیعی بدن و اجتناب از مصرف دخانیات قابل پیشگیری هستند (۲). نشان داده شده است که اصلاحات سبک زندگی خطر ابتلا به T2DM را تا حدود ۴۰ تا ۷۰ درصد کاهش می‌دهد (۳). از این‌رو، مدیریت سبک زندگی بیماران عامل مهمی در پیشگیری از T2DM است.

در سراسر جهان، حدود ۴۶۲ میلیون نفر به دیابت نوع ۲ (Type 2 diabetes mellitus: T2DM) مبتلا هستند که سالانه بیش از یک میلیون نفر جان خود را از دست می‌دهند (۱). T2DM و عوارض ثانویه T2DM در بیش‌تر موارد با حفظ رژیم غذایی سالم، انجام فعالیت بدنی منظم،

E-mail: mehdiipour13574@gmail.com

**مؤلف مسئول:** عارف مهدی پور - سندج: دانشگاه کردستان، سندج، گروه فیزیولوژی ورزشی

۱. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه کردستان، سندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۴ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۴۰۲/۵/۲۸ تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۷/۲۳

فعالیت بدنی منظم نه تنها به جلوگیری از شروع T2DM کمک می کند، بلکه می تواند متغیرهای T2DM مانند شاخص توده بدن (Body mass index: BMI)، کنترل و تنوع قندخون، حساسیت به انسولین، پروفایل لیپیدی، استرس اکسیداتیو، ظرفیت آنتی اکسیداتیو و التهاب مزمن را بهبود بخشد (۴،۱). بنابراین افزایش فعالیت بدنی روزانه و برنامه های ورزشی ساختار یافته در درمان T2DM توصیه می شود (۱).

کلاس های تمرینات ورزشی گروهی مبتنی بر هنرهای رزمی به عنوان یکی از پنج برنامه یا خدمات مفید ارائه شده توسط مراکز تناسب اندام ذکر شده است (۵). کاردیو کیک بوکسینگ یک تمرین شدید است که از ترکیبی از حرکات بوکس و هنرهای رزمی استفاده می کند که شامل ضربات مشت، لگد و حرکت پا است. کیک بوکسینگ که با نام های ایروبیکی بوکس و کیک بوکسینگ قلبی عروقی نیز شناخته می شود، ترکیبی از بوکس، هنرهای رزمی و ایروبیکی است که تمرینات با شدت بالا برای تمام بدن (Full body) را ارائه می دهد (۶). پیشنهاد شده است که ورزش های رزمی تأثیر مثبتی بر تناسب اندام و سلامتی داشته باشند (۷). اثرات ورزش های رزمی (جودو، تکواندو و کاراته) در مطالعات متعددی بر روی بزرگسالان جوان، نوجوانان، سالمندان و افراد مبتلا به بیماری (مانند مالتیپل اسکلروزیس) مورد بررسی قرار گرفته است (۹،۸). اکثر این مطالعات گزارش کردند که تمرینات رزمی به طور قابل توجهی مهارت های فیزیکی و حرکتی را بهبود می بخشد (۱۱،۱۰). فواید ورزش های رزمی بر سلامت سیستم قلبی عروقی بسیار قابل توجه است. مطالعات متعددی اثرات ورزش های رزمی را بر سلامت سیستم قلبی عروقی در بزرگسالان مورد بررسی قرار دادند (۱۲-۱۵). این مطالعات به صورت متفق القول، ورزش های رزمی را به عنوان یک جایگزین بالقوه برای بهبود آمادگی قلبی عروقی در افراد بزرگسال کم تحرک تجویز می کنند. از این بین دو مطالعه مقطعی سفتی شریان را در تمرین کنندگان میانسال و در کونگ فو کاران

جوان و مسن تر که از نظر جنسیت مختلط بودند، اندازه گیری کردند (۱۵،۱۲). سفتی شریان کم تری در میان بزرگسالان میانسالی که هنرهای رزمی انجام می دادند در مقایسه با گروه کنترل بی تحرک مشاهده شد (۱۲). این تأثیر در میان تمرین کنندگان کونگ فو، با وجود بهبود آمادگی جسمانی در میان شرکت کنندگان مسن تر، یافت نشد (۱۵). در مقابل، یوشیمورا و ایمامورا (۲۰۱۰) افزایش مطلق و نسبی  $VO_{2Max}$  را در زنانی که در یک جلسه ۳۰ دقیقه ای پایه کاراته شرکت کردند، چهار بار در هفته به مدت ۱۰ هفته گزارش کردند. اما در گروه کنترل تغییری مشاهده نشد (۱۶). بنابراین، مزایای فیزیکی برنامه های تمرینی هنرهای رزمی بحث برانگیز است. با توجه به فواید تناسب اندام و سلامتی ورزش های رزمی، ارزیابی این که آیا در بهبود سلامت قلبی عروقی و همچنین کنترل وزن موثر است یا خیر، مهم است. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات کاردیو کیک بوکسینگ بر شاخص های متابولیکی و التهابی در بزرگسالان مبتلا به T2DM است.

## مواد و روش ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، با طرح پیش آزمون پس آزمون با دو گروه تمرین و کنترل می باشد. شرکت کنندگان از مرکز بهداشت و درمان شهرستان گنبد کاووس به صورت هدفمند جذب و به طور تصادفی به دو گروه تمرین و کنترل تقسیم شدند. سوابق پزشکی بیماران برای تعیین واجد شرایط بودن بررسی شد و بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ برای ارزیابی بیش تر دعوت شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل سابقه دیابت بین ۶ ماه تا ۲ سال،  $HbA1c$  بیش تر از ۶/۶ درصد، قندخون ناشتا دیابتی بین ۱۲۶ تا ۲۵۰ و استفاده از داروهای مشابه (متفورمین و گلی بن کلامید) بود. طبق نظر پزشک، بیماران غربالگری شدند. علاوه بر این، شرکت کنندگان به عنوان افراد غیرفعال تعریف شدند که طی ۶ ماه قبل از اجرای پژوهش در هیچ گونه فعالیت ورزشی مشارکت

نکرده بودند. معیارهای خروج شامل بیماران با عوارض شدید حاد و مزمن دیابت از جمله هیپوگلیسمی مکرر، نفروپاتی دیابتی با نارسایی کلیوی، رتینوپاتی پرولیفراتیو و هم چنین سابقه بیماری‌های قلبی عروقی یا سایر بیماری‌های نامناسب برای فعالیت بدنی و بیمارانی که در ۶ ماه گذشته به طور منظم ورزش کرده‌اند. در نهایت ۲۲ بیمار واجد شرایط وارد مطالعه شدند. هیچ یک از شرکت کنندگان انصراف ندادند. علاوه بر این به شرکت کنندگان از حق انصراف از مطالعه در هر زمان بدون ارائه دلیل خاصی اطمینان داده شد. قبل از شرکت در مداخله، رضایت کتبی آگاهانه از همه بیماران اخذ شد. از بیماران دعوت شد تا در حالت ناشتا به آزمایشگاه مراجعه کنند تا اندازه‌گیری‌های اولیه مانند آنالیز ترکیب بدن و نمونه‌گیری خون انجام شود. آزمودنی‌هایی که معیارهای ورود ( $n=22$ ) را داشتند به طور تصادفی در دو گروه تمرین یا کنترل قرار گرفتند. یک قانون تصادفی‌سازی، که توسط یک دستیار کور شده انجام شد، برای تخصیص بیماران به گروه‌ها اعمال شد. بیماران گروه تمرین (میانگین سن:  $49 \pm 1/6$  سال، میانگین وزن:  $85/2 \pm 2/8$  کیلوگرم) ابتدا در طی ۳ جلسه با تمرینات کاردیو کیک بوکسینگ آشنا شدند. هم چنین مشخصات آنترپومتریک شرکت کنندگان در جدول شماره ۱ ذکر شده است (جدول شماره ۱).

گروه تمرین سه بار در هفته به مدت ۸ هفته در مداخله مشارکت کردند. گروه تمرین در یک برنامه کاردیو کیک بوکسینگ که با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره انجام شد، شرکت کردند. کلاس تمرین یک فعالیت ورزشی گروهی بود که با موسیقی انجام می‌شد.

جدول شماره ۱: ویژگی‌های آزمودنی‌ها بر اساس گروه‌های مورد مطالعه

متغیرها	گروه تمرین (۱۱ نفر)	گروه کنترل (۱۱ نفر)
	(انحراف معیار $\pm$ میانگین)	(انحراف معیار $\pm$ میانگین)
سن (سال)	$50/3 \pm 2/3$	$49/5 \pm 3/5$
وزن (کیلوگرم)	$85/2 \pm 2/8$	$86/5 \pm 3/4$
قد (سانتی‌متر)	$174/4$	$175/5$
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	$28/4 \pm 1/1$	$28 \pm 1$

بخش گرم کردن شامل ترکیبی از حرکات کششی، گام برداشتن از پهلو به پهلو و خم شدن زانو و هم چنین شامل چرخش ملایم تنه و خم شدن/کشش ستون فقرات کمری بود. ۱۰ دقیقه برای بخش گرم کردن در نظر گرفته شده بود. بخش هوازی ۳۰ تا ۳۵ دقیقه‌ای کلاس شامل ضربات مشت و لگد زدن، اسکات/ایستادن بود که به تنهایی یا ترکیبی انجام می‌شد. حرکات توسط شرکت کنندگان به بهترین شکل ممکن انجام شد. ضربات استفاده شده شامل، یک ضربه از جلو، یک ضربه از پهلو و یک ضربه به پشت، بوده است. یک بخش معمولی از تمرین هوازی با مرور مختصری از هر ضربه مشت و لگد شروع شد. شرکت کنندگان در ابتدا شروع بدنه اصلی تمرین هر حرکت را برای ۲۴-۳۲ تکرار انجام دادند، سپس حرکات ترکیبی انجام شد (۱۷). علاوه بر این، برای اطمینان از ایمن بودن شدت تمرین برای شرکت کنندگان، میزان تلاش درک شده (Rating of perceived exertion: RPE) در طول تمرین نباید از ۱۵ تجاوز کند (۱۰). جلسات تمرینی بین ساعت ۱۷:۰۰ تا ۱۹:۰۰ عصر انجام شد و سطح گلوکز خون قبل از هر جلسه تمرین کنترل می‌شد. از شرکت کنندگان گروه کنترل (میانگین سنی:  $50/36 \pm 0/71$  سال، میانگین وزن:  $86/52 \pm 3/4$  کیلوگرم) خواسته شد تا سطح فعالیت بدنی معمول خود را حفظ کرده و هر گونه تغییر را به محقق اطلاع دهند. در طول مطالعه، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا عادات غذایی معمول خود را دنبال کنند. کلیه شرکت کنندگان موظف بودند ۴۸ ساعت قبل و پس از آخرین جلسه دوره آموزشی در آزمایشگاه حضور داشته باشند و از آن‌ها خواسته شد تا در روز خون‌گیری به صورت ناشتا (۱۲-۱۰ ساعت، ۸ تا ۱۰ صبح) در آزمایشگاه حضور یابند. نمونه‌های خون تازه برای تعیین محتوای HbA1c مورد استفاده قرار گرفت و باقیمانده بلافاصله سانتی‌فیوژ شد و نمونه‌های سرم جدا شدند تا در دمای ۴۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شوند. سطح سرمی گلوکز با روش‌های رنگ سنجی با استفاده از آنزیمی (GOD-PAP، گلوکز اکسیداز آمینوآنتی‌پیرین)

(پارس آزمون، تهران، ایران) اندازه‌گیری شد. میزان HbA1c توسط کروماتوگرافی مایع (پیش‌تاز، تهران، ایران) تعیین شد. هم‌چنین با روش آنزیمی و کیت تست پارس، غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا اندازه‌گیری شد. روش immunoturbidimetric از کیت تشخیص کمی CRP در سرم برای اندازه‌گیری غلظت پروتئین واکنشی C پلاسما استفاده شد. هم‌چنین مقاومت به انسولین با روش ارزیابی مدل هموستاز (HOMA-IR) و براساس فرمول زیر محاسبه شد (۱۷).

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{fasting glucose [mg/dl]} \times \text{fasting insulin [\mu U/ml]}}{405}$$

برای مقایسه میانگین‌ها در هر گروه از آزمون t وابسته (پیش آزمون و پس آزمون)، برای مقایسه تفاوت بین دو گروه مجزا از تحلیل کوواریانس چند متغیره و هم‌چنین برای ارزیابی نرمال بودن متغیرهای تحقیق کمی از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. علاوه بر این برای تشخیص ارتباط بین متغیرهای پژوهش از آزمون همبستگی پیرسون مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها کم‌تر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

نتایج آزمون درون گروهی (میانگین و انحراف معیار) نشان داد که سطوح متغیرهای آنروپومتریک شامل BMI و وزن بدن پس از هشت هفته در گروه تمرین نسبت به پیش آزمون تغییر قابل توجهی نشان داد ( $P < 0/05$ )، اما در گروه کنترل نسبت به پیش آزمون تغییر معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). از یک طرف، پس از هشت هفته مداخله، سطوح HbA1c، IR-HOMA، قند خون ناشتا (FBS) و BMI به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ( $P < 0/05$ ).

تری‌گلیسرید (Triglyceride: TG) و پروتئین واکنشی C (C-reactive protein: CRP) گروه تمرین نسبت به گروه کنترل داشت ( $P < 0/05$ )، ولی تمرینات کاردیو کیک بوکسینگ تأثیر قابل توجهی بر LDL،

HDL، کلسترول تام (Total cholesterol: TC) و انسولین پلاسما نداشت ( $P > 0/05$ ). یافته‌ها نشان دادند که در گروه کنترل تغییر معنی‌داری نسبت به پیش آزمون در هیچ یک از متغیرها مشاهده نشد ( $P < 0/05$ ). هم‌چنین، نتایج آزمون بین گروهی (تحلیل واریانس) نشان داد که سطح شاخص توده بدنی ( $P = 0/01$ ) و وزن بدن ( $P = 0/01$ ) پس از ۸ هفته تمرین کاردیو کیک بوکسینگ در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری کاهش یافت. هم‌چنین نتایج آزمون بین گروهی نشان داد که سطوح HbA1c ( $P = 0/00$ )، HOMA-IR ( $P = 0/01$ ) و گلوکز خون ( $P = 0/00$ ) کاهش معنی‌داری داشت. علاوه بر این، تمرین کاردیو کیک بوکسینگ پس از ۸ هفته در گروه آزمایش تأثیر قابل توجهی بر TG ( $P = 0/01$ ) و CRP ( $P = 0/01$ ) داشت، اما در گروه کنترل تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. بین سطوح HDL ( $P = 0/81$ )، LDL ( $P = 0/15$ )، TC ( $P = 0/94$ ) و انسولین پلاسما ( $P = 0/92$ ) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول شماره ۲). نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد رابطه معنی‌داری بین کاهش سطوح CRP، HbA1c ( $r = 0/596$ ) و گلوکز خون ( $P < 0/05$ ) وجود داشت ( $R = 0/386$ ) (جدول شماره ۳).

## بحث

این مطالعه نشان داد که هشت هفته تمرین کاردیو کیک بوکسینگ منجر به کاهش معنی‌داری HbA1c، CRP، TG، قندخون ناشتا، BMI، وزن بدن و مقادیر HOMA-IR شد. با این حال، تمرینات کاردیو کیک بوکسینگ هیچ تغییر قابل توجهی در سطوح TC و هم‌چنین لیپوپروتئین‌های با چگالی کم (LDL)، لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL) و میزان انسولین سرم آزمودنی‌ها نداشت. براساس یافته‌ها، زمانی که سطح سرمی HbA1c و گلوکز خون ناشتا در گروه کنترل در طول زمان تغییر معنی‌داری نداشت، در نتیجه ۸ هفته تمرین کاردیو کیک بوکسینگ، سطح آن‌ها در گروه آزمایش به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

جدول شماره ۲: مقایسه میانگین شاخص‌های آنترپومتریک و فیزیولوژیکی در ابتدا و پس از پایان دوره مداخله (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

سطح معنی داری	F	گروه کنترل		گروه تمرین		مقیاس
		بعد	قبل	بعد	قبل	
		(انحراف معیار $\pm$ میانگین)	(انحراف معیار $\pm$ میانگین)	(انحراف معیار $\pm$ میانگین)	(انحراف معیار $\pm$ میانگین)	
* / ۰.۰۱	۸/۱۷	۸۶/۶ $\pm$ ۳/۵	۸۶/۵ $\pm$ ۳/۴	* ۸۲/۴ $\pm$ ۳/۳	۸۵/۲ $\pm$ ۲/۸	وزن
* / ۰.۰۱	۷/۶۱	۲۸ $\pm$ ۱	۲۸ $\pm$ ۱	* ۲۷ $\pm$ ۰/۷۵	۲۸/۴ $\pm$ ۱/۱	شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)
** / ۰.۰۱	۲۳/۶۰	۱۴۹ $\pm$ ۶	۱۴۸/۴ $\pm$ ۴/۹	* ۱۳۵/۱ $\pm$ ۷/۲	۱۵۱ $\pm$ ۶	FBS (mg/dl)
** / ۰.۰۱	۲۳/۷۵	۹/۲ $\pm$ ۱/۱	۹/۳ $\pm$ ۱/۳	* ۷/۱ $\pm$ ۰/۹۴	۹/۴ $\pm$ ۱/۳	HbA1c (%)
۰/۱۵	۲/۱۶	۱۶۵/۵ $\pm$ ۵/۳	۱۶۵ $\pm$ ۶/۹	۱۶۲/۹ $\pm$ ۶/۲	۱۶۴ $\pm$ ۶/۷	LDL (mg/dl)
۰/۸۱	۰/۰۵	۴۰/۳ $\pm$ ۳/۲	۴۰/۴ $\pm$ ۳/۳	۴۰/۷ $\pm$ ۳/۹	۴۰/۱ $\pm$ ۳/۶	HDL (mg/dl)
** / ۰.۰۱	۱۶/۱۸	۱۶۱/۳ $\pm$ ۵/۹	۱۶۰/۹ $\pm$ ۴/۵	* ۱۵۲/۸ $\pm$ ۳/۸	۱۶۰/۶ $\pm$ ۴/۶	TG (mg/dl)
۰/۹۴	۰/۰۱	۲۱۹/۸ $\pm$ ۶/۳	۲۱۹/۶ $\pm$ ۸/۵	۲۱۹/۶ $\pm$ ۴/۵	۲۲۰/۶ $\pm$ ۸/۲	TC (mg/dl)
** / ۰.۰۱	۱۲/۰۸	۴ $\pm$ ۰/۴۴	۳/۶ $\pm$ ۰/۵۶	* ۳/۲ $\pm$ ۰/۵۷	۳/۷ $\pm$ ۰/۶۱	HOMA-IR
۰/۹۲	۰/۰۱	۹/۹ $\pm$ ۱	۹/۹ $\pm$ ۱/۲	۹/۸ $\pm$ ۱/۱	۹/۸ $\pm$ ۱/۴	انسولین ( $\mu$ IU/ml)
* / ۰.۰۱	۷/۳۳	۴/۲ $\pm$ ۱	۴/۳ $\pm$ ۱/۲	* ۳/۲ $\pm$ ۰/۶۶	۴/۱ $\pm$ ۱/۲	CRP

\* سطح معنی داری کم تر از ۰/۰۵

سطح معنی داری کم تر از ۰/۰۵

(HOMA-IR) نشان داد که تمرینات کاردیو کیک بوکسینگ منجر به کاهش معنی دار HOMA-IR می شود، اما تأثیر معنی داری بر میزان انسولین ندارد. مطابق با این مطالعه، در پژوهش عبدالباسط و همکاران (۲۰۲۱) نشان داده شده است که ۳ ماه تمرین هوازی بر HOMA-IR تأثیر معنی داری داشت، اما بر سطح انسولین تأثیر نداشت (۲۱). علاوه بر این، در مطالعه فیلی و همکاران (۲۰۱۸) پس از بررسی تأثیر ۶ هفته تمرین تناوبی هوازی با شدت بالا، به این نتیجه رسید که این نوع تمرین می تواند به طور قابل توجهی شاخص مقاومت به انسولین را کاهش دهد. فعالیت بدنی منظم متابولیسم قند، چربی و مقاومت به انسولین را کنترل می کند که عوارض دیابت را کاهش می دهد (۲۲).

در مطالعه حاضر مقاومت به انسولین به طور قابل توجهی کاهش یافت. از مکانیسم های درگیر می توان به مواردی مانند افزایش بیان ناقل گلوکز (GLUT4) و بهبود آبخار سیگنال دهی انسولین اشاره کرد که باعث افزایش برداشت گلوکز و در نتیجه گلوکز پلاسمای ناشتا نیز به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. براساس نتایج این مطالعه، دلیل اصلی کاهش مقاومت به انسولین می تواند کاهش قابل توجه سطح قند خون ناشتا در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ باشد (۲۳).

انتقال گلوکز با ورزش عمدتاً به دلیل سطوح بالاتر پروتئین انتقال گلوکز GLUT4 در غشاهای سطحی، به

جدول شماره ۳: ارتباط بین HbA1c، CRP و قند خون ناشتا پس از

۸ هفته مداخله ورزشی

متغیر	HbA1c		گلوکز خون	
	r-value	سطح معنی داری	r-value	سطح معنی داری
CRP	۰/۵۹۶	۰/۰۰	۰/۳۸۶	۰/۰۳

ورزش از دیرباز به عنوان سنگ بنای درمانی برای مدیریت T2DM در نظر گرفته شده است. مطالعات قبلی نشان داده اند که تمرینات هوازی و یا مقاومتی ساختار یافته منجر به بهبود قابل توجهی در کنترل گلوکز و مقاومت به انسولین می شود (۱۸).

مطالعه حاضر نشان می دهد که ورزش منظم به طور موثر سطح HbA1c و گلوکز خون ناشتا را در بیماران مبتلا به T2DM کاهش می دهد. با توجه به این یافته ها، مطالعه حاضر هم چنین نشان داد که سطح HbA1c در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ کاهش یافته است. مطابق با یافته های حاضر، امینی نجف آبادی و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود گزارش دادند که ورزش هوازی با کاهش قابل توجهی در سطح HbA1c و گلوکز خون در بیماران مبتلا به T2DM همراه است (۱۹). در این زمینه، یک مطالعه فرا تحلیلی نیز انجام شد که مربوط به تأثیر ورزش هوازی بر HbA1c بود. این مطالعه متاآنالیز نشان می دهد که ورزش هوازی مقادیر HbA1c را به طور قابل توجهی کاهش می دهد که کاهش مطلوبی برای بهبود کنترل قند خون است (۲۰). پژوهش حاضر بر روی مقادیر انسولین و شاخص های مقاومت به انسولین

تمرین قرار می‌گیرد (۳۵). علاوه بر این، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین کاردیو کیک بوکسینگ منجر به تغییر قابل توجهی در وزن بدن و شاخص توده بدنی آزمودنی شد. این نتایج با یافته‌های پژوهشی دلواتی و همکاران (۲۰۱۹) و ثاقبجو و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد (۳۷، ۳۶). با این حال، مطالعات یاور و همکاران (۲۰۱۲) و زارعی و همکاران (۲۰۱۷)، یافته‌های متناقضی را گزارش کرده‌اند (۳۹، ۳۸).

به‌طور کلی، این مطالعه نشان داد که هشت هفته (۳ بار در هفته) تمرینات کاردیو کیک بوکسینگ با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره به‌طور قابل توجهی BMI، HbA1c، CRP، TG، قندخون ناشتا، HOMA-IR و BMI مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ را کاهش داد. تغییرات ذکر شده نشان می‌دهد که این تمرین ورزشی می‌تواند برای سلامتی بیماران مفید باشد. عدم تغییر سطح لیپوپروتئین‌ها و کلسترول تام می‌تواند به دلیل نوع و شدت ورزش یا حتی جنسیت بیماران و نوع بیماری آن‌ها باشد. از نکات قوت این مطالعه می‌توان به متفاوت بودن سبک تمرینی آن اشاره کرد. با توجه به ریتمیک بودن ورزش کاردیو کیک بوکسینگ به نظر می‌رسد برای شرکت‌کنندگان بسیار سرگرم‌کننده باشد و این ویژگی می‌تواند این سبک تمرینی را از هم‌تاهای کسل‌کننده خود متمایز کند.

## سپاسگزاری

این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد از دانشگاه علامه طباطبایی با کد اخلاقی IR.ATU.REC.1400.057 استخراج شده است و توسط کمیته اخلاق دانشگاه علامه طباطبایی تایید گردید. بدین وسیله محقق از همه دست‌اندرکاران که در پیشبرد این تحقیق یاری رساندند کمال سپاسگزاری را دارد. هم‌چنین از زحمات بی‌دریغ جناب آقای دیاکو حیدری صمیمانه تشکر می‌کند.

ویژه سارکولما و توبول‌های عرضی (توبول‌های T) اتفاق می‌افتد. مکانیسم‌های پشت این ممکن است شامل چندین کیناز باشد که سیگنال‌های مربوط به تغییرات محیط درون سلولی را در طول انقباضات (مانند غلظت‌های بالاتر  $Ca^{2+}$ ، AMP) به پروتئین‌های تعریف نشده دیگری که در حرکت GLUT4 و وارد کردن آن به غشاء کمک می‌کنند، باشند (۲۴). برخلاف مطالعه حاضر، برخی از مطالعات قبلی تغییرات قابل توجهی را در CRP پس از ورزش هوازی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ نشان ندادند (۲۶، ۲۵). هم‌چنین، نتایج مطالعه حاضر با شواهد کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی شده که هیچ تغییری در سطح CRP پس از تمرین ورزشی مشاهده نکردند، در تضاد است (۲۸، ۲۷). در این رابطه تناقضات زیادی در مورد انواع ورزش‌های هوازی وجود دارد. به نظر می‌رسد روش‌های مختلف ورزش هوازی اثرات متفاوتی بر سطوح CRP دارند. یک بررسی سیستماتیک و مطالعه متاآنالیز نشان داد که تمرینات هوازی منظم می‌تواند بر کاهش سطح CRP در بزرگسالان مبتلا به T2DM تأثیر مثبت بگذارد (۲۹). علاوه بر این، مطالعات دیگری نیز وجود دارد که نتیجه این تحقیق را تایید می‌کند (۳۰-۳۲). در مطالعه حاضر هیچ تغییر قابل توجهی در سطوح HDL، LDL و TC مشاهده نشد که با نتایج برخی از مطالعات در تناقض است، اما با یافته‌های تحقیقاتی دیگر مطابقت دارد (۳۳، ۲۷، ۲۶).

با توجه به یافته‌های این مطالعه، تغییر معنی‌داری در تری‌گلیسرید سرم پس از هشت هفته تمرین کاردیو کیک بوکسینگ مشاهده شد که با یافته‌های پژوهش سلنتز و همکاران (۲۰۱۱) مطابق و با مطالعه ابوالفتحی و همکاران (۲۰۱۵) ناسازگار است (۳۴، ۱۷). به‌طور کلی، محققان معتقدند که HDL و LDL به سختی تحت تأثیر ورزش قرار می‌گیرند، به‌ویژه HDL تحت تأثیر شدت

## References

1. Meuffels FM, Isenmann E, Strube M, Lesch A, Oberste M, Brinkmann C. Exercise Interventions

- Combined With Dietary Supplements in Type 2 Diabetes Mellitus Patients-A Systematic Review of Relevant Health Outcomes. *Front Nutr* 2022; 9: 817724.
2. Khalafi M, Azali Alamdari K, Symonds ME, Rohani H, Sakhaei MH. A comparison of the impact of exercise training with dietary intervention versus dietary intervention alone on insulin resistance and glucose regulation in individual with overweight or obesity: a systemic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022 Apr 12: 1-5.
  3. Uusitupa M, Khan TA, Vigiuliouk E, Kahleova H, Rivellese AA, Hermansen K, et al. Prevention of Type 2 Diabetes by Lifestyle Changes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2019;1(11): 2611.
  4. Bennetsen SL, Feineis CS, Legaard GE, Lyngbæk MPP, Karstoft K, Ried-Larsen M. The Impact of Physical Activity on Glycemic Variability Assessed by Continuous Glucose Monitoring in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review. *Front Endocrinol* 2020; 11: 486.
  5. Ergun AT. Cardiovascular and metabolic responses to noncontact kickboxing in females. Master's Theses. San Jose State University; 2005.
  6. Tapps T, Walter AA, Tapps M. Cardio-kickboxing and dynamic balance in adults with developmental disabilities. *Am J Recreat Ther* 2017; 16(1): 33-38.
  7. Rojas J, Silver T, Antonio J, Peacock C. The Effects of Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrate on Body Composition in Trained MMA Fighters. *Research Directs in Strength and Performance* 2022; 2(1): 1-5.
  8. Jackson K, Edginton-Bigelow K, Cooper C, Merriman H. A group kickboxing program for balance, mobility, and quality of life in individuals with multiple sclerosis: a pilot study. *J Neurol Phys Ther* 2012; 36(3): 131-137.
  9. Ouerghi I, Hssin N, Haddad M, Padulo J, Franchini E, Gmada N, et al. The effects of five weeks of kickboxing training on physical fitness. *Muscles Ligaments Tendons J* 2014; 4(2): 106-113.
  10. Masleša S, Videmšek M, Karpljuk D. Motor abilities, movement skills and their relationship before and after eight weeks of martial arts training in people with intellectual disability. *Acta Gymnica* 2012; 42(2): 15-26.
  11. Cynarski WJ, Slopecki J, Dziadek B, Bösch P, Piepiora P. Indicators of targeted physical fitness in judo and jujutsu—Preliminary results of research. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(8):4347.
  12. Douris PC, Ingenito T, Piccirillo B, Herbst M, Petrizzo J, Cherian V, et al. Martial arts training attenuates arterial stiffness in middle aged adults. *Asian J Sports Med* 2013; 4(3): 201-207.
  13. Kanada Y, Sakurai H, Sugiura Y. Effects of intervention with to-balance exercise on the elderly requiring assistance and lower levels of care. *J Phys Ther Sci* 2014; 26(8): 1177-1183.
  14. Kim D-Y, Seo B-D, Choi P-A. Influence of taekwondo as security martial arts training on anaerobic threshold, cardiorespiratory fitness, and blood lactate recovery. *J Phys Ther Sci* 2014; 26(4): 471-474.
  15. McAnulty S, McAnulty L, Collier S, Souza-Junior TP, McBride J. Tai Chi and Kung-Fu practice maintains physical performance but not vascular health in young versus old participants. *Phys Sportsmed* 2016; 44(2): 184-189.



16. Yoshimura Y, Imamura H. Effects of basic karate exercises on maximal oxygen uptake in sedentary collegiate women. *J Health Sci* 2010; 56(6): 721-726.
17. Slentz CA, Bateman LA, Willis LH, Shields AT, Tanner CJ, Piner LW, et al. Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2011; 301(5): E1033-E1039.
18. Su X, He J, Cui J, Li H, Men J. The effects of aerobic exercise combined with resistance training on inflammatory factors and heart rate variability in middle-aged and elderly women with type 2 diabetes mellitus. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2022; 27(6): e12996.
19. Amini Najafabadi B, Keshavarz S, Asgary S. The 8-week aerobic exercise improves blood sugar, HbA1c and lipid profile in women with type 2 diabetes: A Controlled Randomized Clinical Trial. *Jorjani Biomed J* 2020; 8(3): 44-57.
20. Jayedi A, Emadi A, Shab-Bidar S. Dose-dependent effect of supervised aerobic exercise on HbA1c in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Med* 2022; 52(8): 1919-1938.
21. Abdelbasset WK. Resistance exercise versus aerobic exercise combined with metformin therapy in the treatment of type 2 diabetes: a 12-week comparative clinical study. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets* 2021; 21(8): 1531-1536.
22. Fealy CE, Nieuwoudt S, Foucher JA, Scelsi AR, Malin SK, Pagadala M, et al. Functional high-intensity exercise training ameliorates insulin resistance and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes. *Exp Physiol* 2018; 103(7): 985-994.
23. Stanford KI, Goodyear LJ. Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. *Adv Physiol Educ* 2014; 38(4): 308-314.
24. Rose AJ, Richter EA. Skeletal muscle glucose uptake during exercise: how is it regulated? *Physiology* 2005; 20(4): 260-270.
25. Dekker MJ, Lee S, Hudson R, Kilpatrick K, Graham TE, Ross R, et al. An exercise intervention without weight loss decreases circulating interleukin-6 in lean and obese men with and without type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 2007; 56(3): 332-338.
26. Swift DL, Johannsen NM, Earnest CP, Blair SN, Church TS. Effect of exercise training modality on C-reactive protein in type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44(6): 1028-1034.
27. Church TS, Earnest CP, Thompson AM, Priest EL, Rodarte RQ, Saunders T, et al. Exercise without weight loss does not reduce C-reactive protein: the INFLAME study. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(4): 708-716.
28. Stewart LK, Earnest CP, Blair SN, Church TS. Effects of different doses of physical activity on C-reactive protein among women. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(4): 701-707.
29. Zheng G, Qiu P, Xia R, Lin H, Ye B, Tao J, et al. Effect of Aerobic Exercise on Inflammatory Markers in Healthy Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Front Aging Neurosci* 2019; 11: 98.
30. Das S, Naina-Mohamed I, SZulfarina M, Salim HH, Zawawi A. The Effect of Type, Duration and Intensity of Exercise on Inflammatory Markers CRP, IL-6 and IL-18 in Metabolic Syndrome Patients: A Systematic

- Review. *Sains Malaysiana* 2021; 50(7): 1997-2006.
31. Ebrahimi M, Hosseini SH. A Comparison of Effect of Aerobic Exercise with Saffron Pills on CRP Levels and Quality of Life in Fibromyalgia Patients. *RJMS* 2022; 28(12): 75-84 (Persian).
32. Kargarfard M, Nobari H, Kamyar K, Zadeh AK, Oliveira R. Effects of 12-week moderate aerobic exercise on ROCK2 activity, hs-CRP and glycemic index in obese patients with impaired glucose tolerance. *Physiol Behav* 2022; 257: 113976.
33. Magalhães JP, Santos DA, Correia IR, Hetherington-Rauth M, Ribeiro R, Raposo JF, et al. Impact of combined training with different exercise intensities on inflammatory and lipid markers in type 2 diabetes: A secondary analysis from a 1-year randomized controlled trial. *Cardiovasc Diabetol* 2020; 19(1): 1-11.
34. Abolfathi F, Ranjbar R, Shakerian S, Yazdanpanah L. The effect of eight weeks aerobic interval training on adiponectin serum levels, lipid profile and HS-CRP in women with type II diabetes. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2015; 17(4): 316-324.
35. Olson TP, Dengel D, Leon A, Schmitz K. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. *Int J Obes (Lond)* 2007; 31(6): 996-1003.
36. Delevatti RS, Bracht CG, Lisboa SDC, Costa RR, Marson EC, Netto N, et al. The role of aerobic training variables progression on glycemic control of patients with type 2 diabetes: a systematic review with meta-analysis. *Sports Med Open* 2019; 5(1): 22.
37. Saghebjo M, Nezamdoost Z, Ahmadabadi F, Saffari I, Hamidi A. The effect of 12 weeks of aerobic training on serum levels high sensitivity C-reactive protein, tumor necrosis factor-alpha, lipid profile and anthropometric characteristics in middle-age women patients with type 2 diabetes. *Diabetes Metab Syndr* 2018; 12(2): 163-168.
38. Yavari A, Najafipour F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasseri M. Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardio-vascular risk factors in patients with type 2 diabetes. *Biology of Sport* 2012; 29(2): 135-143.
39. Zarei M, Hamedinia M, Haghghi A, Amini S. Effects of three combined aerobic-resistance exercise training protocols with different intensities on adiponectin, retinol binding protein 4 and lipid profile in men with type 2 diabetes. *Sport Physiology* 2017; 9(33): 69-84.