مقاله پژوهشی

اثر یک دوره تمرینات کراس‌فیت بر سطح سرمی فتوئین B و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲

سکینه مقدم[۱]، سعید شاکریان*[۲]، مسعودنیکبخت[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده تربیت بدنی

Email: sashakeryan@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۱/۴/۹ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۸

چکیده

مقدمه و هدف: اهداف سودمند تمرینات کراس‌فیت دوره کوتاه زمان اجرای آن است، که باعث دستاوردهای سلامتی بیشتری نسبت به تمرینات سنتی برای بیماران دیابت نوع ۲ می‌شود. هدف تحقیق حاضر تعیین اثر یک دوره تمرینات کراس‌فیت بر سطح سرمی فتوئین B و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

مواد و روش‌ها: در تحقیق نیمه تجربی حاضر۳۰ زن مبتلا به دیابت نوع ۲ به طور تصادفی به دو گروه کراس‌فیت (سن: ۳/۹۳ ± ۴۰/۷۵ سال؛ شاخص توده بدن: ۲/۳۱ ± ۲۹/۴۹ کیلوگرم بر مترمربع؛ قندخون ناشتا ۶/۲۰ ± ۱۶۸/۶۷ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) و کنترل (سن: ۳/۱۱ ± ۴۱/۵۵ سال؛ شاخص توده بدن: ۲/۴۵±۳۰/۵۵ کیلوگرم بر مترمربع؛ ؛ قندخون ناشتا ۶/۲۵ ± ۱۶۴/۴۶ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) تقسیم شدند. تمرینات کراس‌فیت (شدت تمرین در ٤ هفته اول با ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره و از هفته ۸-۵ با ۸۰-۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره) به صورت یک روز در میان (سه جلسه در هفته، هر جلسه تمرین شامل ٦-۳ ایستگاه تمرینی کراس‌فیت بود. حرکات مورد استفاده در این ایستگاه‌ها از حرکات چند مفصلی و فول‌بادی بودند) و به مدت هشت هفته انجام شد. نمونه‌گیری خون به صورت ناشتا و ٤٨ ساعت قبل و پس از مداخله تمرین اندازه‌گیری شد. شدت تمرینات به وسیله ضربان قلب کنترل شد. مقایسه درون‌گروهی از آزمون تی‌وابسته و مقایسه بین‌گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس، با سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

یافته‌ها: پس از هشت هفته تمرین کراس‌فیت کاهش معنی‌داری در سطح فتوئین B سرمی (P =۰/۰۳٦)، کلسترول تام (P<۰/۰۰۱)، لیپوپروتئین کم‌چگال (P<۰/۰۰۱) و افزایش معنی‌داری در لیپوپروتئین پرچگال (P<۰/۰۰۱) گروه تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج می‌توان گفت که کاهش فتوئین B به عنوان یک بیومارکر مرتبط با دیس لیپیدمی در ارتباط با بهبود پروفایل لیپیدی ناشی از سازگاری به تمرینات کراس‌فیت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین کراس‌فیت، فتوئین B، پروفایل لیپیدی، زنان دیابتی نوع ۲

مقدمه

دیابت نوع ۲ یک بیماری مزمن چندعاملی است که بخش بزرگی از جامعه جهانی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. دیابت یک بیماری مزمن دژنراتیو است، که به طور فزاینده‌ای شایع است و باری را بر سلامت عمومی جامعه وارد می‌کند. در سال ۲۰۱۹، تخمین زد شده که از هر ۱۱ بزرگسال در جمعیت ۲۰ تا ۷۹ ساله جهان، ۱ نفر با دیابت زندگی می‌کنند که معادل ٤٦٣ میلیون نفر در جهان است (۱). با توجه به سطح بالای هزینه‌های بهداشتی و درمانی بار سنگینی را به دوش بیماران و سازمان های بهداشتی تحمیل کرده است (۲). از طرفی مشخص شده است که حدود ۷۰ درصد بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲، دچار اختلالات کبدی می‌باشند و بیماران دیابتی نسبت

به جمعیت عمومی غیر دیابتی میزان بیماری کبد غیرالکلی (NASH)[1] بسیار بالاتری دارند (۳). بنابراین استفاده از روش‌های مداخله درمانی برای جلوگیری از عوارض دیابت می‌تواند علاوه بر کاهش هزینه‌های درمانی برای جلوگیری از مرگ و میر این بیماران مفید باشد (٤). با توجه به نقش کلیدی کبد در متابولیسم کربوهیدرات و چربی‌ها و با توجه به ارتباط اختلالات کبدی در سندرم‌های متابولیک و دیابت نوع ۲، بررسی متابولیسم این بافت می‌تواند یکی از اهداف درمانی مرتبط با سلامت در دیابت نوع ۲ باشد (۵). همچنین با توجه به نقش هپاتوکاین‌ها در عملکرد متابولیک کبد و با توجه به نقش فتوئین B در مقاومت به انسولین و ارتباط آن با اختلالات لیپیدی در دیابت نوع ۲ بررسی تغییرات سرمی این هپاتوکاین می‌تواند اطلاعات مهمی درخصوص سلامت و عملکرد کبد در اختیار محققین و جامعه پزشکی و ورزشی قرار دهد. همچنین تغییرات فتوئین B به عنوان یک هپاتوکاین موثر در درمان بیماری دیابت نوع ۲ تایید شده است (٦). محتوای لیپیدهای کبدی با تعامل پیچیده بین جذب و اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد، جذب اسیدهای چرب از تری‌گلیسیریدهای مشتق از شیلومیکرون، سنتز تری‌گلیسیرید از طریق استرسازی مجدد اسیدهای چرب و لیپوژنز جدید و ترشح تری‌گلیسیرید تنظیم می‌شود. بنابراین، نقص در هر یک از این فرایندها می‌تواند باعث عدم تعادل بین عرضه و تقاضای لیپیدها شود و متعاقباً منجر به استئاتوز کبدی شود (۷). مطالعات هدفمند چندین عامل غدد درون ریز مشتق از کبد را شناسایی کرده‌اند که بر متابولیسم محیطی تأثیر می‌گذارد. یکی از هپاتوکین‌های جدید که به عنوان یکی از بیومارکرهای کبد چرب می‌باشد، فتوئین B است، که سطح سرمی این هپاتوکین در افراد مبتلا به استئاتوز کبدی و بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ افزایش می‌یابد. فتوئین B عملکرد انسولین را در میوتوب‌ها و سلول‌های کبدی مختل کرده و باعث عدم تحمل گلوکز در موش‌ها می‌شود (۷،۸).

به علاوه، اختلالات لیپیدی یکی از ناهنجاری‌های مرتبط با دیابت نوع ۲ می‌باشد که به عنوان یکی از ریسک فاکتورهای قلبی – عروقی مانند بیماری عروق کرونر و فشار خون بالا معرفی شده است (۹). بر اساس مطالعات عوامل مختلفی می‌تواند بر سطوح هپاتوکاین‌ها و اختلالات لیپیدی اثر بگذارد از جمله: چاقی، رژیم غذایی، ژنتیک، سبک زندگی و فعالیت ورزشی، بیماری و درمان دارویی اشاره کرد (۱۰). از میان موارد بالا تحقیقات علمی نشان دادندکه مداخلات تمرینات ورزشی در کنار درمان پزشکی می‌تواند نقش مهمی در بهبود پروفایل لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ داشته باشد؛ ولی نتایج تحقیقات متفاوت می‌باشد از جمله ازما و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی پس از هشت هفته تمرینات اینتروال هوازی (با شدت متوسط و مدت زمان ٤٨ دقیقه در هر جلسه) تفاوت معنی‌داری در پروفایل لیپیدی گروه تمرین نسبت به گروه کنترل در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ مشاهده نکردند (۱۱). اما در تحقیق عظیمی همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند هشت هفته فعالیت ورزشی تناوبی(۳۵ تا ۵۰ دقیقه تمرین با شدت ٤٠ تا ۵۵ درصد ضربان قلب ذخیره) تغییر معنی‌داری در تمامی متغیرهای پروفایل لیپیدی گروه ورزش نسبت به گروه کنترل ایجاد کرد (۱۲)؛ این تفاوت در نتایج؛ نشان دهنده پیچیدگی درمان و مداخلات درمانی برای این ناهنجاری متابولیک می‌باشد. با توجه به تفاوت در نتایج، نیاز به تحقیقات بیشتر برای بررسی مکانیسم‌های موثر در این خصوص می‌باشد. از طرفی پیشینه تحقیقات تجربی و همچنین مقالات مروری و متاآنالیز حاکی از تاکید بیشتر و نقش موثر تمرینات ترکیبی نسبت به تمرینات هوازی و مقاومتی به‌تنهایی می‌باشد (۱۳–۱۱)؛ از طرفی تمرینات کراس‌فیت سبکی از تمرینات ترکیبی فانکشنال می‌باشد که همزمان می‌تواند مزایایی قلبی عروقی و همچنین بهبود ترکیب‌بدنی را برای بیماران دیابتی داشته باشد (١٤). با توجه به اینکه در تمرینات کراس‌فیت حرکات ترکیبی و عملکردی با شدت بالا انجام می‌شود، این سبک تمرینات می‌تواند برای بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ کاربردی باشد (۱۵). با توجه به شیوع بالای این بیماری برنامه های مداخله‌ای پیشگیری و درمانی این بیماری اهمیت ویژه‌ای دارد. علیرغم افزایش دانش ما در مورد عوامل خطر برای دیابت نوع ۲ و شواهد مربوط به برنامه‌های پیشگیری موفق، میزان شیوع و عوارض بیماری همچنان در سطح جهانی افزایش می‌یابد. تشخیص به موقع بیماری از طریق برنامه‌های غربالگری و در دسترس بودن روش‌های درمانی ایمن و موثر با پیشگیری یا به تأخیر انداختن عوارض، باعث کاهش عوارض و مرگ و میر در این بیماران می‌شود (١٦). درک بیشتر از عوامل پاتوژنز دیابت نوع ۲ و عوامل موثر بر تعدیل آن، برای مدیریت دقیق‌تر و متناسب درمان دیابت نوع ۲ ضروری

1. Non Alcoholic Fatty Liver Bisease

می‌باشد. از طرفی با توجه به اینکه فتوئین B یکی از هپاتوکاین‌های کلیدی مرتبط با عملکرد کبدی می‌باشد و از طرفی دیس‌لیپیدمی نیز در ارتباط با دیابت و اختلالات کبدی می‌باشد، ممکن است نتایج تحقیق حاضر بتواند یکی از مکانیسم‌های موثر در تغییرات لیپوپروتئین‌ها به ورزش را مشخص کند که هم از نظر تحقیقاتی و هم از نظر بالینی اهمیت ویژه‌ای دارد.

روش‌شناسی

تحقیق حاضر به روش نیمه‌تجربی و کاربردی بود که با طرح تحقیق پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه تمرین و کنترل انجام شد. در تحقیق حاضر پس از اعلام فراخوان (بیمارستان گلستان اهواز) و انتخاب آزمودنی‌ها، تعداد ۳۰ زن دیابتی نوع ۲ با توجه به شرایط ورود به تحقیق انتخاب شدند. شرایط ورود به مطالعه شامل: زنان مبتلا به دیابت نوع ۲، استفاده از داروهای روتین دیابت نوع ۲ مانند متفورمین و گلی‌بن‌کلامید، دامنه سنی ۵۰-۳۵ سال، شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۵ کیلوگرم بر متر مربع، قندخون ناشتا با دامنه ۱۲٦ تا ۲۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، قرارگرفتن در سطح کم خطر با استفاده از پرسشنامه PAR-Q، سبک زندگی کم‌تحرک و عدم سابقه تمرینات منظم ورزشی در شش ماه گذشته، عدم ابتلا به سایر بیماری‌های مزمن بجز دیابت نوع ۲ و عدم بارداری بود. شرایط خروج از مطالعه شامل: عدم‌شرکت منظم در برنامه تمرینی، هرگونه آسیب یا مشکلات جسمانی و عدم‌توانایی ادامه تمرینات، وخیم شدن شرایط بیماری و تغییر برنامه درمانی و دارویی، انجام تمرینات ورزشی بجز پروتکل تحقیق، ابتلا به سایر بیماری‌ها که موجب تغییر در سطوح آنزیم‌های کبدی شود و بارداری بود. و پس از کسب رضایت‌نامه آگاهانه و تکمیل پرسشنامه دموگرافی ، به روش نمونه‌گیری تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری، تمرین کراس‌فیت (سن: ۳/۹۳±۴۰/۷۵ سال؛ شاخص توده بدن ۲/۳۱±۲۹/٤۹ کیلوگرم بر مترمربع؛ قندخون ناشتا ٦/۲۰±۱٦۸/٦۷ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) و کنترل (سن: ۳/۱۱±٤۱/۵۵ سال؛ شاخص توده بدن: ۲/٤۵±۳۰/۵۵ کیلوگرم بر مترمربع؛ ؛ قندخون ناشتا ٦/۲۵± ۱٦٤/٤٦ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) تقسیم شدند. پس از پیش‌آزمون، مداخله تمرین کراس‌فیت در گروه تمرین انجام شد ولی در گروه کنترل هیچ مداخله تمرین انجام نشد و بیماران همان سبک زندگی معمول خود را ادامه دادند. فقط در اندازه‌گیری‌های مراحل پیش آزمون و پس آزمون با پژوهشگران همکاری کردند. تغذیه آزمودنی‌ها به وسیله‌ی یادآمد غذایی ۲٤ ساعته، برای هر یک از آزمودنی‌ها در ۳ نوبت غیرمتوالی (یک روز تعطیل و دو روز غیرتعطیل) تکمیل شد (سه روز ابتدایی و سه روز انتهای برنامه) کنترل شد. در تحقیق حاضر مشخصات تن‌سنجی بیماران شامل وزن و قد با استفاده از ترازوی دیجیتال و قدسنج اندازه‌گیری شد. همچنین درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه بادی‌کامپوزیشن مدل Inbody270 ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن بیماران از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر قد (متر) به توان دو محاسبه شد.

حداکثر اکسیژن مصرفی نمونه‌ها با استفاده از آزمون یک مایل پیاده‌روی راکپورت سنجیده شد. در این آزمون، هر فرد مسافت یک مایل را با حداکثر سرعت راه‌رفتن انجام می‌دهد و زمان طی مسیر و ضربان قلب بلافاصله پس از تمرین اندازه‌گیری می‌شود و حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از فرمول مربوطه محاسبه می‌شود. در این فرمول وزن بدن فرد برحسب پوند، سن بر حسب سال، فاکتور جنسیت (مردان=۱ و زنان =۰)، زمان کامل‌کردن یک مایل بر حسب دقیقه، ضربان قلب پس از انجام این تست بر حسب (ضربه بر دقیقه)، که در فرمول وارد شد (۱۷).

حداکثر اکسیژن مصرفی = ۱۳۲/۸۳۵ – (۰/۰۷٦۹ × وزن) – (زمان × ۳/۲٦٤۹) – (جنس × ٦/۳۱۵) + (سن × ۰/۳۸۷۷) – ضربان قلب × ۰/۱۵٦۵

به منظور نمونه‌گیری خون، آزمودنی‌ها ٤۸ ساعت قبل و پس از دوره مداخله تحقیق به صورت ناشتا که شامل ۱۰-۸ ساعت ناشتایی شبانه بود به آزمایشگاه گلستان شهر اهواز مراجعه کردند و پس از حداقل ۱۵-۱۰ دقیقه استراحت به صورت نشسته و با رعایت اصول استاندارد خونگیری توسط پرستار آزمایشگاه انجام گردید. از هر آزمودنی به میزان ۵ سی‌سی خون از ورید رادیال دست راست نمونه خون با استفاده از سرنگ مخصوص خونگیری شد. پس از خونگیری ۲ سی سی از خون به ظرف حاوی ماده ضدانعقاد ادتا منتقل شد و بقیه خون برای جداسازی سرم به لوله لخته شفاف ریخته شد. سرم به دست آمده با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ جداسازی شد و به منظور تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی در حالت فریز قرار گرفت. برای سنجش پارامترهای قندخون ناشتا و پروفایل لیپیدی شامل تری‌گلیسرید (حساسیت ۱ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)، کلسترول تام (حساسیت ۲ میلی‌گرم بر

دسی‌لیتر)، HDL (حساسیت ۱ میلی‌گرم بر دسی لیتر)، از روش کالری متری آنزیماتیک و کیت‌های پارس آزمون، ساخت کشور ایران استفاده شده؛ سنجش فتوئین B پلاسما به روش الایزا و با کیت نمونه انسانی استفاده شد. لیپوپروتئین کم‌چگال نیز به روش محاسباتی به روش فریدوالد[1] و با استفاده از سطوح ناشتای تری‌گلیسرید، کلسترول‌تام و لیپوپروتئین پرچگال پلاسما با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد(۱۸).

لیپوپروتئین چگالی بسیارپایین)-کلسترول تام=لیپوپروتئین چگالی‌کم (لیپوپروتئین با چگالی بالا+

۵ ÷ تری‌گلیسرید خون= لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین

در تحقیق حاضر دوره مداخله تمرینات ورزشی شامل ۸ هفته تمرینات کراس‌فیت بود که در سه جلسه تمرین در هفته و هر جلسه تمرین شامل ۶۰-۳۰ دقیقه تمرین کراس‌فیت بود، که تحت نظارت مربی و پژوهشگر انجام شد. ابتدای هر جلسه تمرین آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با حرکات کششی ایستا و پویا گرم می‌کردند. هر جلسه تمرین شامل ٦-۳ ایستگاه تمرینی کراس‌فیت بود. حرکات مورد استفاده در این ایستگاه‌ها از حرکات چند مفصلی و فول بادی بودند (شامل حرکات: اسکوات پرشی، اسکوات با هالتر از جلو، اسکوات با هالتر از پشت، پوش جرک، پوش پرس، حرکات سومو ددلیفت‌های پول، مدیسن بال کلین بود)؛ (۱۹). که با هدف ارتقای آمادگی جسمانی بیماران استفاده شد. شدت تمرین در طول تمرین هر ایستگاه و استراحت بین ایستگاه ها با استفاده از ضربان قلب ذخیره بیماران (با استفاده از بلت مدل Soleus ساخت کشور چین) کنترل شد (۹،۱۹). ضربان قلب ذخیره بر اساس ضربان قلب حداکثر محاسبه شد و بر طبق فرمول کارونن برای هر آزمودنی محاسبه شد و دامنه ضربان قلب آن به دست آمد. در حین تمرین نیز با اندازه‌گیری تعداد ضربان قلب آزمودنی برای مدت ۱۰یا ۱۵ ثانیه و ضرب آن در عدد ٦ یا ٤، تعداد ضربان برای هر فرد در دقیقه به دست آمد و شدت تمرین کنترل شد(۲۰). در تحقیق حاضر تعداد دایره‌های تمرین در ۳ هفته اول ٦-٤ دایره تمرین با ۳ ایستگاه تمرین کراس‌فیت بود و هفته چهارم دایره ها به ۳ دایره کاهش یافت ولی تعداد ایستگاه ها در هر دایره به ٦ ایستگاه رسید و تا انتهای هفته هشتم تعداد ایستگاه‌های دایره‌ها ثابت ماند. نسبت تمرین به استراحت در طول دوره تمرین ۱ به ۳ بود. شدت تمرین در ٤ هفته اول با ۷۰-۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره و از هفته ۸-۵ با ۸۰-۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره انجام شد. استراحت بین ایستگاه‌ها فقط در هفته های اول و دوم با توجه به سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها به صورت غیرفعال انجام شد ولی از هفته سوم تا اخرین جلسه تمرین استراحت بین ایستگاه‌ها به صورت فعال و دویدن به صورت جاگینگ (با توجه به سطح آمادگی‌جسمانی آزمودنی‌ها) انجام شد. استراحت بین دایره‌های تمرین نیز به مدت ۳ تا ۵ دقیقه به صورت غیرفعال بود (جدول۱). در انتهای هر جلسه تمرینی آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه با چند حرکت کششی(هر کشش ۳۰ ثانیه) بدن خود را سرد می‌کردند.

روش‌های آماری

در مطالعه حاضر جهت بررسی طبیعی و نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی که شامل میانگین و انحراف معیار است استفاده شد. در بخش آمار استنباطی از آزمون های آماری تی وابسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و ANCOVA برای بررسی تغییرات بین‌گروهی استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری ب نرم‌افزار SPSS نسخه ۲٦ و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

1. Friedwald method

جدول ۱. پروتکل تمرینات کراس‌فیت

هفته	گرم‌کردن (دقیقه)	دایره	ایستگاه	زمان‌تمرین (ثانیه)	شدت تمرین (ضربان قلب ذخیره)	نسبت تمرین به استراحت	استراحت بین ایستگاه‌ها	استراحت بین دایره‌ها	سردکردن (دقیقه)
۱	۱۰	٤	۳	۱۰	۷۰-۷۵	۳:۱	غیرفعال	غیرفعال	۵
۲	۱۰	۵	۳	۱۰	۷۰-۷۵	۳:۱	غیرفعال	غیرفعال	۵
۳	۱۰	۶	۳	۱۰	۷۰-۷۵	۳:۱	فعال	غیرفعال	۵
٤	۱۰	۳	۶	۱۰	۷۰-۷۵	۳:۱	فعال	غیرفعال	۵
۵	۱۰	۳	۶	۱۰	۷۵-۸۰	۳:۱	فعال	غیرفعال	۵
۶	۱۰	۳	۶	۱۰	۷۵-۸۰	۳:۱	فعال	غیرفعال	۵
۷	۱۰	٤	۶	۱۰	۷۵-۸۰	۳:۱	فعال	غیرفعال	۵
۸	۱۰	٤	۶	۱۰	۷۵-۸۰	۳:۱	فعال	غیرفعال	۵

یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیرو – ویلک نشان داد تمام داده‌های مورد سنجش نرمال بودند. نتایج مربوط به شاخص‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریک در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آماری در بررسی شاخص‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریک نشان داد بعد از هشت هفته تمرین کراس‌فیت بین شاخص‌های وزن، BMI، درصد چربی بدن، قندخون ناشتا و VO_{2max} گروه تمرین و کنترل تفاوت معناداری مشاهده شد($P\leq ۰/۰۵$). همچنین قندخون ناشتا آزمودنی‌ها در گروه تمرین بعد از هشت هفته نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری پیدا کرده بود($P=۰/۰۰۱$). در بررسی اثر تمرینات کراس‌فیت بر فتوئین B سرم ناشتا در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که فتوئین B در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری پیدا کرده بود($P=۰/۰۳٦$). نتایج آزمون تی وابسته نشان داد سطوح فتوئین B سرم در گروه تمرین کراس‌فیت از قبل تا پس از هشت هفته تمرین کاهش معناداری پیدا کرده بود، اما تغییر معناداری در سطوح فتوئین B سرم گروه کنترل مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد تمرینات کراس‌فیت سبب کاهش معنادار کلسترول تام در زنان مبتلا به دیابت نوع گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شده است($P=۰/۰۰۱$). نتایج آزمون تی وابسته نشان داد سطوح کلسترول تام در گروه تمرین کراس‌فیت از قبل تا پس از هشت هفته تمرین کاهش معناداری پیدا کرده بود، اما تغییر معناداری در سطوح کلسترول تام گروه کنترل مشاهده نشد. اما تمرینات کراس‌فیت تغییر معناداری در میزان تری‌گلیسرید گروه تجربی نسبت به کنترل در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ ایجاد نکرد ($P=۰/۱۹۹$).

در بررسی اثر تمرینات کراس‌فیت بر لیپوپروتئین کم‌چگال و لیپوپروتئین پرچگال و در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که افزایش معنی‌داری در تغییرات لیپوپروتئین پرچگال و کاهش معنادار لیپوپروتئین کم‌چگال در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده شد (به ترتیب$P=۰/۰۰۱$ ،$P=۰/ ۰۰۱$). همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد به ترتیب سطوح لیپوپروتئین کم‌چگال و لیپوپروتئین پرچگال در گروه تمرین کراس‌فیت از قبل تا پس از هشت هفته تمرین کاهش و افزایش معناداری پیدا کرده بود، اما تغییر معناداری در سطوح لیپوپروتئین کم‌چگال و لیپوپروتئین پرچگال گروه کنترل مشاهده نشد(جدول ۳). با توجه به اینکه تغذیه آزمودنی‌ها که به وسیله‌ی یادآمد غذایی ۲٤ ساعته کنترل شده بود؛ نتایج بررسی‌ها در این زمینه نشان داد بین دو گروه تفاوت معناداری از لحاظ تغذیه‌ای مشاهده نشد ($P=۰/۷۳$).

جدول ۲. نتایج مربوط به شاخص‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها

متغیر	گروه	مرحله	میانگین و انحراف معیار	P بین‌گروهی
سن (سال)	تمرین	پیش آزمون	۴۰/۷۵ ± ۳/۹۳	-
	کنترل	پیش آزمون	۴۱/۵۵ ± ۳/۱۱	
قد (سانتی‌متر)	تمرین	پیش آزمون	۱۵۷/۹۶ ± ۶/۲۶	-
	کنترل	پیش آزمون	۱۵۶/۵۲ ± ۵/۲۶	
وزن (کیلوگرم)	تمرین	پیش آزمون	۷۳/۶۱ ± ۷/۳۲	۰/۰۳*
		پس آزمون	۶۹/۰۹ ± ۷/۳۴	
	کنترل	پیش آزمون	۷۵/۰۰ ± ۸/۷۸	
		پس آزمون	۷۴/۶۸ ± ۸/۱۲	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر)	تمرین	پیش آزمون	۲۹/۴۹ ± ۲/۳۱	۰/۰۳۲*
		پس آزمون	۲۷/۶۶ ± ۲/۲۰	
	کنترل	پیش آزمون	۳۰/۵۵ ± ۲/۴۵	
		پس آزمون	۳۰/۴۴ ± ۲/۴۴	
قندخون ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تمرین	پیش آزمون	۱۶۸/۶۷ ± ۶/۲۰	۰/۰۰۱*
		پس آزمون	۱۵۶/۷۵ ± ۵/۵۵	
	کنترل	پیش آزمون	۱۶۴/۴۶ ± ۶/۲۵	
		پس آزمون	۱۶۳/۴۶ ± ۶/۷۹	
چربی بدن (درصد)	تمرین	پیش آزمون	۳۲/۶۴ ± ۲/۸۹	۰/۰۲*
		پس آزمون	۲۹/۲۰ ± ۲/۰۳	
	کنترل	پیش آزمون	۳۳/۲۲ ± ۲/۹۱	
		پس آزمون	۳۳/۱۴ ± ۲/۲۶	
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	تمرین	پیش آزمون	۳۰/۵۱ ± ۲/۸۷	۰/۰۰۱*
		پس آزمون	۴۰/۲۲ ± ۱/۸۴	
	کنترل	پیش آزمون	۳۰/۲۹ ± ۳/۳۸	
		پس آزمون	۳۰/۱۷ ± ۳/۵۱	
کالری مصرفی (کیلوکالری)	تمرین	۲۴۷۲/۱۱۷±۱۶/۳۰	۲۵۱۴/۱۳۰±۸۳/۰۳	۰/۷۳
	کنترل	۲۵۰۲/۱۰۱±۸۰/۱۲	۲۵۲۹/۱۲۴±۶۰/۴۲	

سطح معناداری بین گروه‌ها ۰/۰۵ ≥P می‌باشد.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس متغیرهای تحقیق

متغیر	گروه	میانگین و انحراف معیار		P درون‌گروهی	F	P بین‌گروهی
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون			
فتوئین (میکروگرم بر دسی‌لیتر)	تجربی	۱۴۸/۰۸ ± ۱۹/۱۷	۱۲۴/۷۵ ± ۲۳/۸۱	۰/۰۰۲	۵/۰۲۷	۰/۰۳۶*
	کنترل	۱۳۵/۶۴ ± ۱۸/۸۲	۱۳۹/۰۰ ± ۱۷/۴۸	۰/۶۵۴		
کلسترول (میلی‌لیتر بر دسی‌لیتر)	تجربی	۱۵۶/۳۳ ± ۱۲/۹۴	۱۴۷/۲۵ ± ۱۰/۱۸	۰/۰۰۸	۱۳/۶۷۶	۰/۰۰۱*
	کنترل	۱۵۱/۵۵ ± ۸/۵۷	۱۵۶/۹۱ ± ۹/۳۹	۰/۰۵۵		
تری‌گلیسرید (میلی‌لیتر بر دسی‌لیتر)	تجربی	۱۷۳/۵۰ ± ۱۷/۰۸	۱۶۰/۱۷ ± ۱۸/۰۹	۰/۰۳۶	۰/۱۹۹	۰/۱۹۹
	کنترل	۱۶۲/۷۳ ± ۲۱/۹۲	۱۶۶/۸۲ ± ۱۶/۶۴	۰/۵۸۱		
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی‌لیتر بر دسی‌لینر)	تجربی	۳۶/۶۷ ± ۴/۶۸	۴۰/۲۵ ± ۳/۱۹	۰/۰۰۱	۲۰/۹۵۷	۰/۰۰۱*
	کنترل	۳۹/۶۴ ± ۳/۰۱	۳۸/۰۰ ± ۲/۰۰	۰/۰۶۲		
لیپوپروتئین با چگالی کم (میلی‌لیتر بر دسی‌لینر)	تجربی	۸۴/۹۶ ± ۱۲/۷۳	۷۴/۹۷ ± ۱۰/۹۵	۰/۰۰۳	۱۹/۳۰۱	۰/۰۰۱*
	کنترل	۷۹/۳۶ ± ۱۰/۳۸	۸۵/۵۴ ± ۱۰/۶۴	۰/۱۶		

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات کراس‌فیت موجب کاهش معنی‌دار فتوئین B سرمی در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل شد. صمدی و همکاران (۲۰۲۰) نیز در تحقیقشان که روی مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شده بود گزارش کردند که تمرینات ورزشی موجب کاهش مقدار فتوئین B شد؛ که با نتایج تحقیق ما همخوانی داشت (۲۱). در تحقیق دیگری که توسط تیم تحقیقاتی ژو و همکاران (۲۰۱۷) انجام شد گزارش کردند که سطح سرمی فتوئین B در گروه سالم به صورت معنی‌داری پایین‌تر از بیماران مبتلا به کبد چرب غیرالکلی بود. غلظت فتوئین B پس از تنظیم شاخص توده بدن (BMI) افزایش یافت، همچنین با وزن و درصد چربی بدن و تری گلیسرید در ارتباط بود. در تحقیق حاضر نیز پس از هشت هفته تمرین مداخله کاهش معنی‌داری در وزن و درصد چربی بدن مشاهده شد (۲۲)؛ با توجه به نتایج تحقیق ژو و همکاران (۲۰۱۷) می‌توان کاهش فتوئین B در تحقیق حاضر را به کاهش وزن و درصد چربی بدن متعاقب تمرینات کراس‌فیت نسبت داد. همچنین در تحقیق حاضر بهبود معنی‌داری در پروفایل لیپیدی (کاهش معنی دار کلسترول تام و لیپوپروتئین کم‌چگال و افزایش معنی دار لیپوپروتئین پرچگال) نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. اگر چه در تحقیق ژو و همکاران (۲۰۱۷) عنوان شد که سطح سرمی فتوئین B در ارتباط با تری‌گلیسرید است ولی در تحقیق ما اگر چه کاهش معنی‌داری در تری‌گلیسرید در گروه تمرین دیده شد ولی در مقایسه با گروه کنترل این تغییرات معنی‌دار نبود، که تا حدودی با نتایج تحقیق فتوئین B ناهمسو می باشد؛ از دلایل احتمالی تفاوت در نتایج می‌توان به تفاوت در روش‌های تحقیق در تحقیق ما نسبت به تحقیق ژو و همکاران اشاره کرد. در تحقیق ژو و همکاران از روش ایمونوسوربنت متصل به آنزیم برای اندازه‌گیری فتوئین B شد، اما در تحقیق حاضر روش الایزا استفاده شد (۲۲).

همچنین نتایج تحقیق ما نشان داد که تمرینات کراس‌فیت موجب کاهش معنی‌دار ۵۸/۰۸ درصدی در کلسترول تام و ۱۱/۷۶ درصدی در سطح LDL و افزایش معنی دار ۹/۷۶ درصدی در سطح HDL شد اما با وجود کاهش ۷/۶۸ درصدی TG در گروه تمرین کراس‌فیت نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. در بررسی اثر تمرینات ورزشی بر پروفایل لیپیدی نتایج تحقیقات متفاوت می‌باشد و ممکن است که این تفاوت علاوه بر احتمال مداخلات دیگر از جمله نوع تمرین، به سبک زندگی، بخصوص نوع تغذیه بیماران، سطح بیماری، تفاوت‌های بین آزمودنی‌ها از نظر شدت بیماری و نوع داروی مصرفی اشاره کرد. برای مثال امینی و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی که روی ۳۶ مرد مبتلا به دیابت با میانگین سنی ۵۳/۰۸ سال انجام دادند گزاش کردند که پس از هشت هفته تمرین هوازی (با شدت ۴۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها) افزایش معنی‌داری در سطح HDL و کاهش معنی‌داری در LDL، TG و کلسترول گروه تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده کردند(۲۳). همچنین نتایج تحقیق عظیمی و همکاران (۲۰۲۰) نیز نشان داد فعالیت ورزشی تناوبی (۳۵ تا ۵۰ دقیقه تمرین با شدت ۴۰ تا ۵۵ درصد ضربان قلب ذخیره) سبب کاهش معنادار میزان وزن، شاخص توده بدن، کلسترول تام، LDL، TG، قندخون ناشتا و HbA1c و افزایش معنادار میزان HDL در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ شده بود (۱۲). لوزادا و همکاران (۲۰۲۰) نیز در تحقیقی نشان دادند تمرینات تناوبی با شدت بالا سبب کاهش معنادار کلسترول و TG و افزایش معنادار HDL در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل شده بود (۲۵). ناردی و همکاران (۲۰۱۸) نیز در مطالعه ای مروری گزارش کردند که تفاوتی بین HIIT[1] و MICT[2] در تغییرات کلسترول تام، TG، HDL و LDL وجود ندارد و هر دو روش موجب بهبود پروفایل لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌شوند (۲۵). نتایج این تحقیقات تا حدودی با نتایج تحقیق ما همسو می‌باشند. از اثر مثبت تمرینات کراس‌فیت بر پروفایل لیپیدی حمایت می‌کنند؛ با این حال در برخی تحقیقات از جمله ازما و همکاران (۲۰۲۰) که روی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲، انجام شد پس از هشت هفته تمرینات اینتروال هوازی در ۳ جلسه از هفته (با شدت متوسط و مدت زمان ۴۸ دقیقه در هر جلسه) اگرچه پس از دوره تمرین کاهش معنی‌داری در سطح کلسترول تام و TG و افزایش معنی‌داری در سطح HDL مشاهد شد، اما تغییرات پروفایل لیپیدی بین دو گروه تمرین و کنترل معنی‌دار نبود(۱۱).

می‌توان گفت تمرینات کراس‌فیت با افزایش هزینه کرد انرژی (برای تامین نیاز انرژی فعالیت بدنی و همچنین افزایش

1. High-intensity interval training
2. Moderate-intensity continuous training

متابولیسم پایه) در مقابل دریافت انرژی از مواد غذایی مصرفی (۲۶) موجب کاهش وزن در افراد گروه تمرینات کراس‌فیت شده است که در تحقیق حاضر به صورت کاهش وزن و درصد چربی بدن قابل مشاهده بود. هنگام فعالیت‌های ورزشی و پس از تمرینات تغییرات هورمونی از جمله کاهش انسولین و افزایش کاتکولامین‌ها موجب تحریک گیرنده های بتاآدرنرژیک در سلول‌های چربی باعث فعال شدن لیپاز حساس به هورمون (HSL) می‌شود، که موجب فعال شدن روند لیپولیز سلول‌های چربی می‌شود. لیپولیز چربی‌های ذخیره شده در بدن که به صورت تری‌گلیسرید می‌باشند، شکسته می‌شوند و به صورت اسیدهای چرب آزاد به خون وارد می‌شوند و در متابولیسم انرژی سلول‌های بدن به عنوان سوبسترا برای تامین انرژی قرار می‌گیرند (۲۷،۲۸) که در تحقیق حاضر موجب بهبود ترکیب‌بدنی به صورت کاهش وزن، شاخص توده بدن درصد چربی دیده شد. با کاهش درصد چربی بدن و همچنین افزایش توده بدون چربی بدن سطح متابولیسم پایه بدن افزایش می‌یابد (۲۹). تمامی این موارد می‌تواند موجب افزایش حساسیت به انسولین و کاهش التهاب در بدن شود (۳۰،۳۱) که در بدن به صورت کاهش قندخون نشان داده می‌شود. این اثرات به عنوان یکی از اهداف بالینی درمان دیس‌لیپیدمی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که تمرینات کراس‌فیت علاوه بر افزایش آمادگی قلبی – تنفسی با کاهش وزن و درصد چربی بدن نقش مهمی در بهبود دیس لیپیدمی ناشی از دیابت نوع ۲ دارد که این بهبود همراستا با کاهش فتوئین B به عنوان یک هپاتوکین مرتبط با استئاتوز کبدی و مقاومت به انسولین در کبد می‌باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت که تمرینات کراس‌فیت توانسته با بهبود پروفایل لیپیدی و کاهش سطح فتوئین B به عنوان یک بیومارکر مرتبط با عملکرد کبد اثرات مثبتی بر مدیریت دیابت داشته باشد. در مجموع می‌توان بهبود پروفایل لیپیدی و کاهش سطح فتوئین B در نتیجه کنترل گلیسمیک و بهبود ترکیب‌بدنی را در سازگاری‌های متابولیکی نسبت به تمرینات کراس‌فیت عنوان کرد و این سبک از تمرینات را روشی مناسب برای بهبود پروفایل لیپیدی و همچنین بهبود سلامت زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ معرفی کرد.

منابع

1. Pfeifer LO, De Nardi AT, Da Silva LXN, Botton CE, Do Nascimento DM, Teodoro JL et al. Association between physical exercise interventions participation and functional capacity in individuals with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *SMOJ*. 2022; 8(1), 1-22.
2. Orsi E, Bonora E, Solini A, Fondelli C, Trevisan R, Vedovato M, Nicolucci A. Association between On-Treatment Haemoglobin A1c and All-Cause Mortality in Individuals with Type 2 Diabetes: Importance of Personalized Goals and Type of Anti-Hyperglycaemic Treatment. *JOCM*. 2020; 9(1), 246.
3. Athyros VG, Polyzos SA, Kountouras J, Katsiki N, Anagnostis P, Doumas M, & Mantzoros CS. Non-alcoholic fatty liver disease treatment in patients with type 2 diabetes mellitus; new kids on the block. *CVPJ*. 2020; 18(2), 172-181.
4. AminiLari Z, Fararouei M, Amanat S, Sinaei E, Dianatinasab S, AminiLari M, Dianatinasab M. The effect of 12 weeks aerobic, resistance, and combined exercises on omentin-1 levels and insulin resistance among type 2 diabetic middle-aged women. *D&MJ*. 2017; 41(3), 205.
5. Petersen KF, Dufour S, Befroy D, Lehrke M, Hendler RE, & Shulman GI. Reversal of nonalcoholic hepatic steatosis, hepatic insulin resistance, and hyperglycemia by moderate weight reduction in patients with type 2 diabetes. *DJ*. 2005; 54(3), 603-608.
6. Reif S, Moschko S, Gar C, Ferrari U, Hesse N, Sommer NN, Lechner A. No Independent Association of Circulating Fetuin-A with Insulin Sensitivity in Young Women. *HAMRJ*. 2020; 52(11), 809-814 .
7. Meex RC, Hoy A, Morris A, Brown RD, Lo JC, Burke M. Febbraio MA. Fetuin B is a secreted hepatocyte factor linking steatosis to impaired glucose metabolism.*CMJ*. 2015; 22(6), 1078-1089 .
8. Magalhães P, Zürbig P, Mischak H, Schleicher E. Urinary fetuin-A peptides as a new marker for impaired kidney function in patients with type 2 diabetes. *CKJ*. 2021; *14*(1), 269-276.
9. 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. *EPJ*. 2018; 103(7), 985-994 .
10. Yoo HJ, Choi KM. Hepatokines as a link between obesity and cardiovascular diseases. *D&MJ*. 2015; *39*(1), 10-15.
11. Ezema C, Nweke M, Amarachukwu C, Okafor C, Uduonu E, Esom E. Effect of 8 weeks Interval Aerobic Exercise Program on Lipid Profile of Type 2 Diabetes Patients. *IJOP&OT*, 2020; 14(3), 80-86 .
12. 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. *JPDN*. 2016; 4(1), 8-19. [in Persian]
13. Azeemi HI, Ansari B, Alam JM, Mahmood S R. Effects of exercise and metformin on lipid profile and glycemic index in patients with type 2 diabetes (T2DM). INT. *JBIOLB*. 2020; 17(1), 71-74. [in Persian]

14. Dubourg J, Fouqueray P, Quinslot D, Grouin JM, Kaku K. Long-term safety and efficacy of imeglimin as monotherapy or in combination with existing antidiabetic agents in Japanese patients with type 2 diabetes (TIMES 2): A 52-week, open-label, multicentre phase 3 trial. *DOAM*. 2022; 24(4), 609-619.
15. Wewege MA, Thom JM, RyeKA, Parmenter BJ. Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. *AJ*. 2018; 274, 162-171.
16. Fisker F, Kildegaard S, Thygesen M, Grosen K, Pfeiffer-Jensen, M. Acute tendon changes in intense CrossFit workout: an observational cohort study. *SJOM&SIS*. 2017; 27(11), 1258-1262.
17. Chatterjee S, Khunti K, Davies MJ. Type 2 diabetes. *TlJ*, 2017; 389(10085): 2239-2251.
18. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *MSSE*. 1979; 12(3): 175-81.
19. Ghasemi Asgari S, Hadaeq F, Azizi Touhidi F. Modification of the Friedwald formula to calculate the concentration of low-density lipoprotein (LDL) in the Iranian population. Iranian Journal of Endocrine and Metabolism. *BRJOEAMRC*, 2018; 20(3), 107-108. [in Persian]
20. Perna S, Bologna C, Degli Agosti I, Rondanelli M. High intensity crossfit training compared to high intensity swimming: a pre-post trial to assess the impact on body composition, muscle strength and resting energy expenditure. *AJOSM*. 2018; 9(1).
21. Haghighi A, Zaferanieh A, Zaferanieh M. Effect of exercise training with different frequencies on some factors of physical and motor fitness in girls with mental retardation. *TSJORM*, 2018;*7*(3), 244-254. [in Persian]
22. Samadi A, Abbassi Daloii A, Barari A, Saeidi A. The effect of twelve weeks of combined training with and without canagliflozin consumption on fetuin A and fetuin B in type 2 diabetic men. *JOBRIMS*. 2020; 7(4), 20-30. [in Persian]
23. Zhu J, Wan X, Wang Y, Zhu K, Li C, Yu C, Li Y. Serum fetuin B level increased in subjects of nonalcoholic fatty liver disease: a case-control study. *EJ*. 2017; 56(1), 208-211.
24. Amini M, Abdi A, Abbassi-Daloii A. Effects of moderate-intensity exercise with Momordica charantia L. consumption on serum reverse cholesterol transport elements and lipid profile in men with type 2 diabetes. *FJOKUOMS*. 2020; 24(4), 374-386. [in Persian]
25. Louzada Junior A, da Silva JM, Furtado da Silva V, Melo Castro AC, Eufrásio de Freitas R, Braga Cavalcante J, et al. Multimodal HIIT is more efficient than moderate continuous training for management of body composition, lipid profile and glucose metabolism in the diabetic elderly. *J Morphol*. 2020; 1:38(2).
26. De Nardi AT, Tolves T, Lenzi TL, Signori LU, Da Silva AMV. High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: a meta-analysis. *DRACP*. 2018; 137, 149-159.
27. Meex RC, Schrauwen-Hinderling VB, Moonen-Kornips E, Schaart G, Mensink M, Phielix E, et al. Restoration of muscle mitochondrial function and metabolic flexibility in type 2 diabetes by exercise training is paralleled by increased myocellular fat storage and improved insulin sensitivity. *DJ*. 2010; 59(3), 572-579.
28. Khodaei F, Gholami M, Nikbakht H, Babaei Beigi M and Ibrahim Kh. The effect of various types of exercise on serum lipid profile in the elderly with mild cognitive impairment. *RJOMS*. 2020; 27 (5), 119-130.
29. Sprey JW, Ferreira T, de Lima MV, Duarte Jr A, Jorge PB, Santili C. An epidemiological profile of crossfit athletes in Brazil. *OJOSM*. 2016; 4(8), 2325967116663706 .
30. Muscella A, Stefàno E, Lunetti P, Capobianco L, Marsigliante S. The Regulation of Fat Metabolism during Aerobic Exercise. *BJ*. 2020; 10(12), 169.
31. Laaksonen MS, Kyröläinen H, Kemppainen J, Knuuti J, Kalliokoski KK. Muscle free fatty-acid uptake associates to mechanical efficiency during exercise in humans. *FIPJ*. 2018; 9, 1171.
32. Chow BC, Li S, Zhu X, Jiao J, Quach B, Baker JS, Zhang H. Effects of descending or ascending stair exercise on body composition, insulin sensitivity, and inflammatory markers in young Chinese women with obesity: A randomized controlled trial. *JOSS*. 2021;39(5), 496-502.

پرتال جامع علوم انسانی

The effect of a period of cross-fit training on serum levels of fetuin-B and lipid profile in women with type 2 diabetes

Sakineh Moghadam[1], Saeid Shakarian[2], Masoud Nikbakht[2]

1. MSc Student, Faculty of Physical Education Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 2022/06/30 **Accepted:** 2022/08/9

∗Correspondence:
Email:
sashakeryan@gmail.com

Abstract

Introduction and purpose: Beneficial goals of CrossFit training are its shorter duration, which results in greater health gains than traditional exercise for type 2 diabetes patients.The aim of the present study was to determine the effect of a Crossfit training a period on fetuin B serum level and lipid profile in women with type 2 diabetes.

Materials and methods: In this semi-experimental research, 30 women with type 2 diabetes were randomly assigned to two Crossfit groups (age: 40.75 ± 3.93 years; body mass index: 29.49 ± 2.31 kg/m2; fasting blood sugar 168.67 ± 6.20 mg/dL) and control (age: 41.55 ± 3.11 years; body mass index: 30.55 ± 2.45 kg/m2; fasting blood sugar 164.46 ± 6.25 mg/dL) were divided. Crossfit exercises (training intensity in the first 4 weeks with 70-75% of the reserve heart rate and from 5-8 week with 75-80% of the reserve heart rate) every other day (three sessions per week, each training session includes 6-3 Crossfit training stations. The movements used in these stations were multi-joint and full-body movements) and were performed for eight weeks. Blood sampling was measured fasting and 48 hours before and after the training intervention. The intensity of the exercises was controlled by heart rate. Intra-group comparison was done by dependent t-test and inter-group comparison was done by analysis of covariance test with a significance level of P≤0.05 using SPSS software.

Results: After eight weeks of Crossfit training, there was a significant decrease in serum fetoin B (P≤0.036), total cholesterol (P<0.001), low-density lipoprotein (P<0.001) and a significant increase in high-density lipoprotein. (P<0.001) was observed in the training group compared to the control group

Discussion and Conclusion: According to the results, it can be said that the reduction of Fetuin B as a biomarker related to dyslipidemia is related to the improvement of lipid profile due to adaptation to Crossfit exercises.

Key words: Type 2 diabetes, Cross fit training, Lipid profile, Fetuin B, Women with type 2 diabetes