

## Combined Effect of Aerobic Training and Low Calorie Diet on Body Composition, Blood Pressure and Carotid Intima Media Thickness in Men with Non-alcoholic Fatty Liver Disease

Mahmoudi A.\* *PhD* Siahkhouhian M.<sup>1</sup> *PhD*

\*Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

<sup>1</sup>Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

### Abstract

**Aims:** Non-alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) by disturbing endothelial dysfunction, increases the carotid intima media thickness (cIMT). Therefore, the purpose of this study was to investigate the Combined effect of aerobic training and low-calorie diet on body composition, blood pressure and cIMT in men with NAFLD.

**Materials & Methods:** In this quasi-experimental Study, thirty four patients with NAFLD were selected purposefully. The participants were randomly divided into two groups, intervention group (combined of aerobic training and low-calorie diet) (n=17) and control group (n=17). The aerobic training program included eight weeks running on a treadmill with maximum heart rate intensity of 55-75% for 45 minutes three times a week. Low calorie diet with an energy deficit of 500 calories of daily energy intake that was calculated from 3-day food records of patients. Before the beginning of the study and at the end of the eighth week, body composition, Lipid profile, Alanine transaminase, Aspartate transaminase, blood pressure and cIMT of all the participants were assessed. The data were analyzed at the significant level of  $P < 0.05$ .

**Findings:** In the intervention group, the right cIMT and left cIMT in the post test had a significant decrease compared to the pretest ( $P < 0.05$ ). Also, weight, BMI, waist to hip ratio and systolic blood pressure significantly decreased ( $P < 0.05$ ). After intervention, there was a significant difference between the two groups in all variables ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** In this study, eight weeks of aerobic exercise and low calorie diet interactions improved body composition, blood pressure and cIMT in men with NAFLD. Therefore, these interventions are likely to be useful interventions in reducing the cardiovascular risk factors and risk factors associated with NAFLD.

### Keywords:

Carotid Intima-Media Thickness [<https://meshb.nlm.nih.gov/record/ui?ui=D059168>]

Exercise [<https://meshb.nlm.nih.gov/record/ui?ui=D015444>]

Caloric Restriction [<https://meshb.nlm.nih.gov/record/ui?ui=D031204>]

Non-alcoholic Fatty Liver Disease [<https://meshb.nlm.nih.gov/record/ui?ui=D065626>]

---

\*Corresponding Author: Asghar Mahmoudi

Tel: +98 914-176-5166

Fax: +98 453-352-0456

Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Daneshgah Street, Ardabil, Iran.

E-mail: [asgharmahmoodi64@yahoo.com](mailto:asgharmahmoodi64@yahoo.com)

Received: 24 May 2018

Accepted: 04 Aug 2018

ePublished: 10 Oct 2018

## تأثیر ترکیبی تمرین هوازی و رژیم غذایی کم کالری بر ترکیب بدنی، فشار خون و ضخامت انتیما مدیای کاروتید در مردان مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی

اصغر محمودی \* PhD

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

معرفت سیاه کوهیان PhD

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

### چکیده

اهداف: بیماری کبد چرب غیرالکلی (NAFLD) با ایجاد اختلال در سلول‌های اندوتلیالی باعث افزایش ضخامت انتیما مدیای کاروتید (cIMT) می‌شود. بنابراین هدف این پژوهش، بررسی تأثیر ترکیبی تمرین هوازی و رژیم غذایی کم کالری بر ترکیب بدنی، فشار خون و cIMT در مردان مبتلا به NAFLD بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه‌تجربی ۳۴ نفر از بیماران مرد مبتلا به NAFLD (۶/۱±۲۷ سال) به صورت هدفمند انتخاب شدند و به طور تصادفی به دو گروه مداخله (ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم کالری) (۱۷ نفر) و کنترل (۱۷ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرین هوازی شامل هشت هفته دویدن روی نوار گردان با شدت ۷۵-۵۵ درصد حداکثر ضربان قلب، ۴۵ دقیقه و سه روز در هفته بود. رژیم غذایی کم کالری با کسر ۵۰۰ کیلوکالری از ثبت غذایی سه روزه بیماران طراحی شد. قبل از شروع پژوهش و در پایان هفته هشتم ترکیب بدنی، پروفایل لیپیدی، آلانین آمینوترانسفراز، آسپارات آمینوترانسفراز، فشار خون و cIMT آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. داده‌ها در سطح معنی‌داری  $P < 0/05$  تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: در گروه مداخله میزان cIMT راست و چپ در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ). همچنین وزن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به لگن و فشار خون سیستولی افراد مورد مطالعه کاهش معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0/05$ ). پس از مداخله، بین دو گروه در تمام متغیرهای مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

نتیجه‌گیری: در این پژوهش هشت هفته ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم کالری باعث بهبود ترکیب بدنی، فشار خون و cIMT در مردان مبتلا به NAFLD شد. بنابراین احتمال دارد این مداخلات در کاهش عوارض و عوامل خطر قلبی عروقی وابسته به NAFLD مداخله درمانی مفیدی باشند.

کلیدواژه‌ها: ضخامت انتیما مدیای کاروتید، تمرین هوازی، محدودیت کالری، بیماری کبد چرب غیرالکلی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۱۳

\* نویسنده مسئول: asgharmahmoodi64@yahoo.com

افراد مبتلا به NAFLD یافت شد و ضخامت انتیما مدیای کاروتید (cIMT) با شدت آسیب کبدی مرتبط دانسته شد. NAFLD با افزایش کلسیفیکاسیون عروق کرونر، اختلال در عملکرد اندوتلیوم، سختی شریانی و افزایش cIMT ارتباط دارد. NAFLD با ایجاد اختلال در سلول‌های اندوتلیالی عروق هدایتی و مویرگ‌ها موجب سختی شریانی، پرفشار خونی و افزایش cIMT می‌شود. افزایش cIMT با بیماری‌های قلبی عروقی همراه است و عامل خطر مستقلی برای سکنه مغزی و سکنه قلبی است.

افزایش cIMT با پیری، پرفشار خونی و عدم فعالیت بدنی ارتباط دارد. علاوه بر این، مقاومت انسولینی، چاقی احشایی و اختلال در نیمرخ چربی‌ها می‌توانند به افزایش cIMT منجر شوند. از طرفی، افزایش میزان فعالیت بدنی می‌تواند افزایش cIMT را به تاخیر اندازد. با توجه به اینکه تمرینات هوازی و رژیم غذایی کم کالری باعث بهتر شدن آمادگی قلبی تنفسی، بهبود حساسیت انسولینی، کاهش وزن بدن و سایر متغیرهای مربوط به NAFLD از قبیل چربی احشایی، چربی داخل کبدی، مقاومت انسولینی، دیس‌لیپیدمی، هموگلوبین A1c، فشار خون استراحتی، سطوح آمینوترانسفرازها و سطح سرمی کلسترول می‌شوند. بنابراین، احتمالاً در کاهش یا به تاخیر انداختن افزایش cIMT نقش داشته باشند.

وایدمن و همکاران گزارش کردند تغییرات بلندمدت در سبک زندگی زنان میانسال از طریق تغییر رژیم غذایی و فعالیت ورزشی، میزان افزایش cIMT را به تاخیر می‌اندازد. در پژوهش دیگری رابوراما و همکاران گزارش کردند انجام فعالیت ورزشی بلندمدت بدون تغییر در رژیم غذایی، افزایش cIMT را در مردان میانسال به تاخیر می‌اندازد. در پژوهش بیرکچاند و همکاران، تعامل معنی‌داری بین تأثیر تمرین ورزشی و وجود پلاک‌های کاروتید وجود داشت و کاهش معنی‌داری در cIMT گروه تمرین ورزشی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. با وجود این، آثار تمرین ورزشی و رژیم غذایی کم کالری بر cIMT مردان مبتلا به NAFLD مشخص نیست. بنابراین هدف این پژوهش، بررسی تأثیر ترکیبی تمرین هوازی و رژیم غذایی کم کالری بر ترکیب بدنی، فشار خون و cIMT مردان مبتلا به NAFLD بود.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر یک کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل شده یک سو کور (آنالیزور داده‌ها از گروه‌های مورد مطالعه اطلاع نداشت) و روش آن نیمه‌تجربی بود که پس از تأیید توسط کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل به شماره IR.ARUMS.REC.1395.93، در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT2016102330450N1 ثبت شد. طرح تحقیق شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل بود. روش نمونه‌گیری به صورت در دسترس بود. جامعه آماری این پژوهش را کلیه بیماران مراجعه کننده به کلینیک دیابت (تحت نظر دکتر منوچهر ایران‌پرور) بیمارستان امام خمینی شهر اردبیل تشکیل می‌دادند که پس از دریافت

### مقدمه

NAFLD به عنوان تظاهر کبدی سندروم متابولیک یا مقاومت انسولینی مطرح شده و شیوع آن همزمان با فراگیر شدن چاقی و دیابت نوع دو افزایش یافته است. تقریباً یک سوم بزرگسالان و ۷۰ تا ۹۰ درصد افراد چاق و دیابتی درگیر بیماری NAFLD هستند. NAFLD عامل خطر مهمی در ایجاد بیماری‌های قلبی عروقی است که از عوامل شناخته شده کلاسیک مستقل است.

در مطالعه مقطعی تارگر و همکاران، آترواسکلروز کاروتید در

محاسبه شده مورد نیاز و درصد سهم تأمین انرژی از درشت مغذی‌ها؛ ۶۰ درصد کربوهیدرات، ۲۵ درصد چربی و ۱۵ درصد پروتئین و استفاده از همه گروه‌های غذایی با تأکید بر مصرف میوه، سبزی، کاهش مصرف نمک و مواد غذایی حاوی قندهای ساده بود. افراد گروه کنترل، فعالیت عادی و رژیم غذایی خود را طبق روال قبل (تا ۸ هفته بعد) ادامه دادند و با توجه به نتایج حاصل از آنالیز دریافت غذایی آنها توسط متخصص تغذیه و رژیم درمانی، تفاوت معناداری در رژیم غذایی آنها، در دو مرحله قبل و پس از مداخله مشاهده نشد. مطابق با دستور متخصص تغذیه به منظور تعیین انرژی دریافتی، افراد مورد مطالعه یادداشت‌های ثبت غذایی را در طی یک هفته قبل و یک هفته پس از مطالعه (۲ روز عادی و ۱ روز تعطیل) ثبت کردند. برای تکمیل دقیق فرم، اطلاعاتی در خصوص چگونگی پر کردن آن، واحدهای اندازه‌گیری و انتخاب روزهای مناسب برای تکمیل فرم‌ها به تمام نمونه‌ها داده شد. اطلاعات به دست آمده از فرم یادداشت غذایی با استفاده از راهنمای مقیاس‌های خانگی به گرم تبدیل شد و سپس با استفاده از نرم افزار تغذیه‌ای N4 توسط متخصص تغذیه و رژیم درمانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریکی مانند وزن و قد آزمودنی‌ها بدون کفش با حداقل لباس از ترازو و قدسنج دیجیتال سکا، مدل ۲۲۴ (ساخت کشور آلمان) به ترتیب با دقت ۰/۱ کیلوگرم و ۰/۵ سانتیمتر استفاده شد. جهت انجام تمرین هوازی از دستگاه نوار گردان مدل 6150E (ساخت کشور انگلستان) و برای کنترل شدت تمرین بر اساس حداکثر ضربان قلب، از ضربان‌سنج پلار RS100 (ساخت کشور فنلاند) استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری فشار خون از فشارسنج دیجیتال بازویی (مدل K2-1702، ژاپن) استفاده شد (توسط دکتر منوچهر ایران‌پرور).

به منظور ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی، نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون (پس از هشت هفته تمرین) گرفته شد. بدین صورت که در مرحله پیش‌آزمون، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در حدود ساعت ۸:۳۰ صبح، به میزان ۱۰ میلی لیتر از سیاهرگ بازویی دست چپ آزمودنی‌ها در حالت نشسته خون‌گیری شد. در مرحله پس‌آزمون نیز به منظور جلوگیری از آثار حاد تمرین، ۳۶ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی به همان میزان خون‌گیری شد. سپس مورد سنجش و آنالیز بیوشیمیایی قرار گرفتند. بدین منظور غلظت سرمی آلانین آمینوترانسفراز و آسپارات آمینوترانسفراز به روش الایزا و سطوح کلسترول تام، تری‌گلسیرید، لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم‌چگال به روش آنزیماتیک و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد.

ضخامت انتیما مدیای کاروتید، با دستگاه high resolution و پروب linear 5-7 MHz (شرکت ساسونگ مدیسون، کره جنوبی) توسط دکتر رادیولوژیست حسن اناری اندازه‌گیری شد. افراد مورد مطالعه تحت سونوگرافی کاروتید اکستراکرانیال گردنی دو طرف، در وضعیت

فراخوان دعوت به همکاری جهت شرکت در پژوهش اعلام همکاری نمودند. از بین افراد داوطلب، برای ۴۶ نفر پرونده پزشکی تشکیل شد. در این مطالعه حجم نمونه با استفاده از معادله برآورد حجم نمونه فلیس و با در نظر گرفتن توان آزمون 05/0 و  $\alpha=8/0$  و تغییرات میانگین ۵ واحد در نظر گرفته شد. بر اساس برآورد صورت گرفته، حجم نمونه ۱۰/۹۷ نفر به دست آمد که با توجه به احتمال افت آزمودنی‌ها، با احتیاط بیشتر تعداد ۱۷ نفر برای هر گروه انتخاب شدند.

شرکت کنندگان با حضور در کلینیک دیابت بیمارستان امام خمینی (ره) اردبیل، فرم سوابق پزشکی و فرم سوابق فعالیت بدنی را تکمیل نمودند (هیچ کدام از آزمودنی‌ها دیابتی نبودند). به آنها اطمینان داده شد که اطلاعات آنها به صورت محرمانه و بدن ذکر نام مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در نهایت به صورت کلی گزارش خواهد شد. در پایان پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی از آزمودنی‌ها، به طور تصادفی به دو گروه ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری (۱۷ نفر) و گروه کنترل (۱۷ نفر) تقسیم شدند.

قبل از شروع پروتکل تمرینی در یک جلسه توجیهی کلیه برنامه‌ها، نحوه اجرای صحیح تمرین، مراحل خون‌گیری و خطرات احتمالی برای شرکت کنندگان توضیح داده شد. برای کنترل دقیق رژیم غذایی آزمودنی‌ها در طول تحقیق، همه آنها تحت نظر متخصص تغذیه بودند تا تغییر محسوسی در رژیم غذایی ایشان ایجاد نشود.

معیارهای ورود شامل ابتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی گرید ۲ و ۳، دامنه سنی ۴۵-۳۵ سال، شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع، نسبت دور کمر به محیط لگن بیشتر از ۰/۹ سانتیمتر، عدم شرکت در برنامه‌های کاهش وزن در طی شش ماه گذشته، عدم استفاده از مشروبات الکلی و عدم استفاده از داروهای کاهنده چربی و... بود. معیارهای خروج شامل، ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، کلیوی، ریوی، آسیب‌های اسکلتی، استفاده از داروهای موثر بر وزن، مشارکت در سایر برنامه‌های ورزشی یا تغییر در فعالیت فیزیکی، استفاده از مکمل‌های رژیمی، دیورتیک‌ها، مسهل‌ها و داروهای ایجادکننده استئاتوز کبدی در طی دوره مداخله و تمایل شخصی به خروج از مطالعه بود.

گروه ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری به مدت هشت هفته تمرین استقامتی شامل دویدن با شدت متوسط ۷۵-۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب را به مدت ۴۵ دقیقه در هر جلسه و سه بار در هفته به صورت متناوب، بر روی تردمیل انجام دادند. ۱۰ دقیقه گرم کردن در ابتدای تمرین با راه رفتن ملایم و انجام حرکات کششی و ۱۰ دقیقه زمان سرد کردن در پایان جلسه تمرینی گنجانده شد. روش تمرین به این صورت بود که در دو هفته اول تمرین با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب شروع و در هفته سوم و چهارم به ۶۵ درصد، هفته پنجم و ششم ۷۰ درصد و هفته‌های آخر به ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب رسید. این افراد همزمان با انجام تمرین استقامتی از برنامه رژیم غذایی کم‌کالری تحت نظارت متخصص تغذیه به صورت زیر استفاده کردند. روزانه ۵۰۰ کیلوکالری کمتر از انرژی

خواهییده و راحت قرار داده شدند. cIMT در قسمت دیستال کاروتید مشترک راست و چپ، در حدود دو سانتیمتری بولب به صورت فاصله از لبه اولین خط اکوژن تا لبه دومین خط اکوژن محاسبه شد. اندازه نرمال cIMT معادل  $0/7$  میلی‌متر در نظر گرفته شد.

در این پژوهش داده‌ها به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده‌اند. تمامی متغیرهای کمی جدول ۱ با استفاده از آزمون شاپیروویلک و تی مستقل (به ترتیب از نظر نرمال بودن و عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها)، آزمون تی مستقل و زوجی (آنالیز داده‌های جدول ۲) با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۲۰) در سطح معنی‌داری  $p < 0/05$  تجزیه و تحلیل شدند.

### نتایج

تعداد کل افراد وارد شده برای آنالیز نهایی در گروه ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم کالری ۱۵ نفر و در گروه کنترل ۱۶ نفر بود. در طول پژوهش، دو نفر از گروه ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم کالری به دلیل مشغله کاری و درد زانو و یک نفر از گروه کنترل به دلیل مصرف دارو از فرآیند مطالعه حذف شدند. جدول ۱ بررسی نحوه توزیع متغیرها با آزمون شاپیروویلک را نشان می‌دهد. این جدول نشان می‌دهد تمام متغیرهای این پژوهش در ابتدای مطالعه توزیع نرمال داشتند ( $p > 0/05$ ). همچنین بر اساس نتایج حاصل از آزمون تی مستقل، بین دو گروه در مقادیر اولیه متغیرهای مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ).

جدول ۱) میانگین مقادیر پایه متغیرها در افراد مورد مطالعه

متغیر	گروه مداخله (M±SD)	گروه کنترل (M±SD)	شاپیروویلک	P-value
سن (years)	41/5 ± 3/15	39/50 ± 2/59	0/17	0/83
قد (cm)	175/4 ± 3/40	173/9 ± 3/38	0/31	0/61
وزن (kg)	90/84 ± 7/87	90/45 ± 2/67	0/49	0/12
شاخص توده بدن (kg/m <sup>2</sup> )	30/1 ± 1/6	29/3 ± 1/8	0/18	0/30
دور کمر به لگن (cm)	0/99 ± 0/05	0/97 ± 0/04	0/22	0/88
فشار سیستول (mmHg)	135/3 ± 5/8	139/6 ± 5/7	0/13	0/18
فشار دیاستول (mmHg)	87/6 ± 1/7	85/1 ± 3/0	0/11	0/27
آلانین آمینوترانسفراز (IU)	50/7 ± 8/6	48/5 ± 8/9	0/07	0/23
آسپارات آمینوترانسفراز (IU)	40/4 ± 6/5	37/8 ± 9/3	0/29	0/62
لیپوپروتئین پرچگال (mg/dl)	44/8 ± 6/0	44/8 ± 6/2	0/43	0/25
لیپوپروتئین کم چگال (mg/dl)	125/1 ± 26/5	125/1 ± 26/5	0/62	0/31
تری گلسیرید (mg/dl)	207/5 ± 37/9	207/4 ± 36/7	0/36	0/73
کلسترول تام (mg/dl)	201/2 ± 39/4	197/3 ± 28/6	0/83	0/19
ضخامت انتیما مدیای راست (mm)	0/81 ± 0/19	0/78 ± 0/11	0/25	0/51
ضخامت انتیما مدیای چپ (mm)	0/82 ± 0/42	0/79 ± 0/23	0/19	0/46

0/79 میلی‌متر و ضخامت انتیما مدیای چپ  $0/34 \pm 0/81$  میلی‌متر بود.

بر اساس نتایج آزمون تی درون گروهی در گروه مداخله، به جز فشار خون دیاستولی، مقادیر وزن ( $t(14) = -6/65$ ) و ( $p = 0/001$ )، شاخص توده بدنی ( $t(14) = -1/9$ ) و ( $p = 0/012$ )، نسبت دور کمر به لگن ( $t(14) = -0/13$ ) و ( $p = 0/007$ ) و فشار خون سیستولی ( $t(14) = -6/2$ ) و ( $p = 0/001$ ) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون به میزان معنی‌داری کاهش یافت. همچنین مقادیر آلانین آمینوترانسفراز ( $t(14) = -17/2$ ) و ( $p = 0/023$ )، آسپاراتات

جدول ۲ تغییرات ایجاد شده در شاخص‌های آنروپومتریکی، شاخص‌های بیوشیمیایی، فشار خون و ضخامت انتیما مدیای کاروتید را در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون نشان می‌دهد. میانگین  $\pm$  انحراف معیار وزن کل آزمودنی‌ها در ابتدای مطالعه  $91/6 \pm 2/4$  کیلوگرم و شاخص توده بدنی  $29/7 \pm 1/2$  کیلوگرم بر متر مربع بود. میانگین  $\pm$  انحراف معیار آلانین آمینوترانسفراز کل آزمودنی‌ها  $99/5 \pm 6/3$  و آسپاراتات آمینوترانسفراز  $40/4 \pm 6/5$  بود. میانگین  $\pm$  انحراف معیار ضخامت انتیما مدیای راست کل آزمودنی‌ها در ابتدای مطالعه  $0/63 \pm$

ارائه شده در جدول ۲، پس از مداخله بین دو گروه در مقادیر وزن، فشار خون سیستولی، آسپاراتات آمینوترانسفراز، کلسترول تام، ضخامت انتیما مدیای راست و ضخامت انتیما مدیای چپ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ( $p=0/001$ ). علاوه بر آن، میانگین شاخص توده بدن ( $p=0/01$ )، نسبت دور کمر به لگن ( $p=0/021$ )، فشار خون دیاستولی ( $p=0/01$ )، آلانین آمینوترانسفراز ( $p=0/024$ )، لیپوپروتئین پرچگال ( $p=0/019$ )، لیپوپروتئین کم‌چگال ( $p=0/036$ ) و تری‌گلسیرید ( $p=0/002$ ) دو گروه در پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری داشتند.

آمینوترانسفراز ( $t(14)=-14/8$ ) و ( $p=0/011$ )، لیپوپروتئین پرچگال ( $t(14)=-12/6$ ) و ( $p=0/004$ )، لیپوپروتئین کم‌چگال ( $t(14)=-32/3$ ) و ( $p=0/001$ )، تری‌گلسیرید ( $t(14)=-51/2$ ) و ( $p=0/001$ ) و کلسترول تام ( $t(14)=-34/7$ ) و ( $p=0/001$ ) کاهش معنی‌داری داشتند. ضخامت انتیما مدیای راست ( $t(14)=-0/3$ ) و ( $p=0/001$ ) و ضخامت انتیما مدیای چپ ( $t(14)=-0/3$ ) و ( $p=0/018$ ) نیز از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون به میزان معنی‌داری کاهش یافت. اما تفاوت معنی‌داری در هیچ یک متغیرهای مورد مطالعه در گروه کنترل مشاهده نشد ( $p>0/05$ ). همچنین بر اساس نتایج آزمون تی مستقل

جدول ۲) تغییرات متغیرهای پژوهش در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون

P-value	گروه کنترل		گروه مداخله		P-value	متغیرها	
	P-value	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	P-value		پس‌آزمون	پیش‌آزمون
بین‌گروهی	درون‌گروهی			درون‌گروهی			
$0/001$	$0/28$	$90/86 \pm 3/9$	$90/45 \pm 2/67$	$0/001$	$84/19 \pm 4/51$	$90/84 \pm 7/87$	وزن (kg)
$0/01$	$0/17$	$29/5 \pm 1/7$	$29/3 \pm 1/8$	$0/012$	$28/2 \pm 1/9$	$30/1 \pm 1/6$	شاخص توده بدن ( $kg/m^2$ )
$0/021$	$0/33$	$0/98 \pm 0/12$	$0/97 \pm 0/04$	$0/007$	$0/86 \pm 0/62$	$0/99 \pm 0/05$	دور کمر به لگن (cm)
$0/001$	$0/67$	$129/8 \pm 5/9$	$129/6 \pm 5/7$	$0/001$	$129/1 \pm 3/6$	$135/3 \pm 5/8$	سیستول (mmHg)
$0/01$	$0/12$	$85/2 \pm 3/2$	$85/1 \pm 3/0$	$0/09$	$86/9 \pm 1/4$	$87/6 \pm 1/7$	دیاستول (mmHg)
$0/024$	$0/24$	$48/2 \pm 7/5$	$48/5 \pm 8/9$	$0/023$	$34/6 \pm 4/0$	$50/7 \pm 8/6$	آلانین آمینوترانسفراز (IU)
$0/001$	$0/75$	$38/9 \pm 6/4$	$37/8 \pm 9/3$	$0/011$	$26/9 \pm 3/1$	$40/4 \pm 6/5$	آسپاراتات آمینوترانسفراز (IU)
$0/019$	$0/31$	$44/3 \pm 5/8$	$44/5 \pm 6/2$	$0/004$	$52/5 \pm 2/8$	$44/8 \pm 6/0$	لیپوپروتئین پرچگال (mg/dl)
$0/036$	$0/28$	$129/3 \pm 23/6$	$125/1 \pm 26/5$	$0/001$	$93/2 \pm 21/3$	$125/1 \pm 26/5$	لیپوپروتئین کم‌چگال (mg/dl)
$0/002$	$0/47$	$203/2 \pm 39/1$	$207/4 \pm 36/7$	$0/001$	$156/2 \pm 24/1$	$207/5 \pm 37/9$	تری‌گلسیرید (mg/dl)
$0/001$	$0/71$	$199/8 \pm 26/0$	$197/3 \pm 28/6$	$0/001$	$167/0 \pm 13/5$	$201/2 \pm 39/4$	کلسترول تام (mg/dl)
$0/001$	$0/42$	$0/77 \pm 0/12$	$0/76 \pm 0/11$	$0/001$	$0/77 \pm 0/08$	$0/81 \pm 0/19$	ضخامت انتیما مدیای راست (mm)
$0/001$	$0/83$	$0/79 \pm 0/25$	$0/79 \pm 0/23$	$0/018$	$0/77 \pm 0/33$	$0/82 \pm 0/42$	ضخامت انتیما مدیای چپ (mm)

\*: تفاوت معنی‌دار درون گروهی:  $p<0/50$ .

†: تفاوت معنی‌دار بین گروهی:  $p<0/50$ .

موجب کاهش cIMT می‌شود [13,19]. در این پژوهش، ضخامت انتیما مدیای راست  $0/04$  و ضخامت انتیما مدیای چپ  $0/05$  در گروه ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری کاهش یافت. این نتایج نشان می‌دهد هشت هفته ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری باعث کاهش معنی‌دار cIMT راست و cIMT چپ در مردان مبتلا به NAFLD می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج بیرک‌کلند و همکاران درباره تأثیر تمرین ورزشی بر بیماری کرونر قلبی و مهدوی روشن و همکاران درباره تأثیر سیر بر cIMT همسو می‌باشد [15,20]. بر اساس مطالعات قبلی، تغییر ضخامت cIMT از طریق مداخلات ورزشی و غذایی با برخی عوامل خطر از جمله، دفاع آنتی‌اکسیدانی، استرس برشی، فرآیندهای التهابی، فعال شدن سیستم عصبی سمپاتیک و تون عروقی همراه است [21].

## بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ترکیبی تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری بر cIMT مردان مبتلا به NAFLD بود. مهم‌ترین یافته این پژوهش متعاقب هشت هفته تأثیر ترکیبی تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری، کاهش cIMT مردان مبتلا به NAFLD بود. همچنین این نوع مداخله کاهش معنی‌دار وزن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به لگن، فشار خون سیستولی، آلانین آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز و بهبود پروفایل لیپیدی در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون را نشان داد.

افزایش cIMT با افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی همراه است [6]. تغییر سبک زندگی از طریق فعالیت ورزشی و رژیم غذایی



محترم کلینیک دیابت بیمارستان امام خمینی (ره) اردبیل، به ویژه آقای دکتر منوچهر ایران‌پرور که در انجام این مطالعه با ما همکاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنیم.

تاییدیه اخلاقی: این پژوهش توسط کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیستی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل تایید شد و در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT۲۰۱۶۱۰۲۳۳۰۴۵۰N۱ ثبت شد.

تعارض منافع: تعارض منافی برای این مطالعه وجود ندارد.

سهم نویسندگان: اصغر محمودی (نویسنده اول) پژوهشگر اصلی و نگارنده مقاله (۸۰ درصد)، معرفت سیاه‌کوهیان (نویسنده دوم) استاد راهنمای مقاله (۲۰ درصد).

منبع مالی: این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شده است.

#### منابع

- 1- Polyzos S, Kountouras J, Mantzoros C. Adipokines in nonalcoholic fatty liver disease. *Metabolism*. 2016;65(8):1062–79.
- 2- Shamsoddini A, Sobhani V, Ghamar Chehreh M, Alavian S, Zaree A. Effect of Aerobic and Resistance Exercise Training on Liver Enzymes and Hepatic Fat in Iranian Men With Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Hepat Mon*. 2015;15(10):e31434.
- 3- Skrypnik D, Ratajczak M, Karolkiewicz J, Madry E, Pupek-Musialik D, Hansdorfer-Korzon R, et al. Effects of endurance and endurance–strength exercise on biochemical parameters of liver function in women with abdominal obesity. *Biomed Pharmacother*. 2016;80(5):1–7.
- 4- Fracanzani AL, Tiraboschi S, Pisano G, Consonni D, Baragetti A, Bertelli C, et al. Progression of carotid vascular damage and cardiovascular events in non-alcoholic fatty liver disease patients compared to the general population during 10 years of follow-up. *Atherosclerosis*. 2016;246:208–13.
- 5- Targher G, Bertolini L, Padovani R, Rodella S, Zoppini G, Zenari L, et al. Relations between carotid artery wall thickness and liver histology in subjects with nonalcoholic fatty liver disease. *Diabetes Care*. 2006;29(6):1325–30.
- 6- Oni E, Agatston A, Blaha M, Fialkow J, Cury R, Sposito A, et al. A systematic review: Burden and severity of subclinical cardiovascular disease among those with nonalcoholic fatty liver; Should we care? *Atherosclerosis*. 2013;230(2):258–67.

احتمالاً این مداخلات با افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی و تنش برشی و کاهش فرآیندهای التهابی، کاهش فعال شدن سیستم عصبی سمپاتیک و تون عروقی مرتبط باشند.

ترکیب بدنی، فشار خون و میزان آمادگی جسمانی نیز به عنوان عوامل خطر افزایش دهنده cIMT شناخته شده‌اند [24-22]. در این پژوهش، تغییر cIMT با تغییر وزن، شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به لگن و فشار خون سیستولی همراه بود. که این نتایج نشان می‌دهد تغییر cIMT پس از هشت هفته تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری با مجموعه‌ای از تغییرات در وزن، نسبت دور کمر به لگن، ترکیب بدنی و فشار خون همراه است.

اثرات مثبت کاهش وزن در مطالعات مختلفی نشان داده شده است [25]. کاهش وزن از راه رژیم غذایی، باعث بهتر شدن متابولیسم چربی و گلوکز از طریق افزایش حساسیت انسولینی، بهبود عملکرد اندوتلیالی، کاهش فشار خون، کاهش نشانگرهای پیش التهابی و کاهش مقاومت انسولینی می‌شود [26]. فعالیت ورزشی نیز موجب بهتر شدن متابولیسم چربی‌ها، افزایش خصوصیت ضد التهابی، کاهش میزان عوامل خطر قلبی عروقی، بهتر شدن عملکرد اندوتلیالی، بهبود نیمرخ لیپیدی و محافظت در برابر ایسکمی می‌شود [27,28].

به علاوه، احتمالاً تعامل تمرین استقامتی و رژیم غذایی کم‌کالری با فعال‌سازی لیپولیز، بیش‌تنظیمی پروتئین جفت نشده-۱ و گیرنده‌های فعال کننده تکثیر پراکسی‌زوم‌ها و تغییرات در آدیپوسایتوکین‌ها موجب بهبود NAFLD و بهبود وضعیت التهابی شده است [12] و به بهبود ترکیب بدنی، ترانس آمینازهای کبدی، پروفایل لیپیدی، کاهش فشار خون و cIMT منجر شده است. مدت زمان مداخلات به کار رفته در این تحقیق نسبت به مطالعات قبلی کوتاه بود اما باعث تغییرات زیادی در مدت هشت هفته شد. این نتایج پیشنهاد می‌کنند که احتمالاً هشت هفته ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری بازه زمانی موثری برای بهتر شدن ترکیب بدنی، فشار خون و cIMT در افراد مبتلا به NAFLD باشد.

این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بود که از جمله‌ی آنها غیرتجانسی بودن مطالعه برای تعیین تأثیر مداخله به کار رفته در کاهش ضخامت انتیما مدیای کاروتید بود. همچنین، هیچ‌یک از عوامل بیوشیمیایی مرتبط با بیماری قلبی بررسی نشدند. حجم کم نمونه و مدت زمان کم دوره مداخله از دیگر محدودیت‌های این پژوهش بود.

#### نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، هشت هفته ترکیب تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری می‌تواند باعث تغییر و بهبود ترکیب بدنی، فشار خون، پروفایل لیپیدی، شاخص‌های بیوشیمیایی کبدی و cIMT در مردان مبتلا به NAFLD شود. لذا این مداخلات در کاهش عوارض و عوامل خطر قلبی عروقی وابسته به NAFLD مداخله درمانی مفیدی به شمار می‌روند.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از تمام افراد مورد مطالعه و پرسنل

- performance journal. 2001;19(1):43.
- 17- Review T, LaBrecque D, Abbas Z, Anania F, Ferenci P, Khan A, et al. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines: Nonalcoholic Fatty Liver Disease and Nonalcoholic Steatohepatitis. *J Clin Gastroenterol*. 2014;48(6):467–73.
- 18- Finkler E, Heymsfield S, St-Onge M. Rate of weight loss can be predicted by patient characteristics and intervention strategies. *J Acad Nutr Diet*. 2012;112(1):75–80.
- 19- Kim S, Lee S, Kang E, Kang S, Hur K, Lee H, et al. Effects of lifestyle modification on metabolic parameters and carotid intima-media thickness in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*. 2006;55(8):1053–9.
- 20- Mahdavi-roshan M, Salari A, Hasandokht T. Decrease in artery intima-media thickness by garlic. *J Clin Excell*. 2016;4(2):1–13.
- 21- Thijssen D, Cable N, Green D. Impact of exercise training on arterial wall thickness in humans. *Clin Sci*. 2012;122(7):311–22.
- 22- Chuang S, Bai C, Cheng H, Chen J, Yeh W, Hsu P, et al. Common carotid artery end-diastolic velocity is independently associated with future cardiovascular events. *Eur J Prev Cardiol*. 2016;23(2):116–24.
- 23- Czernichow S, Bertrais S, Oppert J, Galan P, Blacher J, Ducimetiere P, et al. Body composition and fat repartition in relation to structure and function of large arteries in middle-aged adults (the SU.VI.MAX study). *Int J Obes (Lond)*. 2005;29(7):826–32.
- 24- Gando Y, Yamamoto K, Kawano H, Murakami H, Ohmori Y, Kawakami R, et al. Attenuated age-related carotid arterial remodeling in adults with a high level of cardiorespiratory fitness. *J Atheroscler Thromb*. 2011;18(3):248–54.
- 25- Hannah W, Harrison S. Lifestyle and dietary interventions in the management of nonalcoholic fatty liver disease. *Clin Liver Dis*. 2016;61(5):1365–74.
- 26- Berzigotti A, Saran U, Dufour J-F. Physical activity and liver diseases. *Hepatology*. 2016;63(3):2–31.
- 27- Pugh C, Spring V, Kemp G, Richardson P, Shojaee-Moradie F, Umpleby AM, et al. Exercise
- 7- Francque S, van der Graaff D, Kwanten W. Non-alcoholic fatty liver disease and cardiovascular risk: Pathophysiological mechanisms and implications. Vol. 65, *Journal of Hepatology*. European Association for the Study of the Liver. 2016. p. 425–43.
- 8- Park J, Park H, Kim K. The relationship between distribution of body fat mass and carotid artery intima-media thickness in Korean older adults. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(10):3141–6.
- 9- Naroi Nejad M, Yousefi M, Nazari H. Comparing carotid intima-media thickness in type 2 diabetes between patients with and without retinopathy. *Tehran Univ Med J*. 2012;70(3):150–5.
- 10- Bertoni A, Whitt-Glover M, Chung H, Le K, Barr R, Mahesh M, et al. The association between physical activity and subclinical atherosclerosis: The multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am J Epidemiol*. 2009;169(4):444–54.
- 11- Keating S, Adams L. Exercise in NAFLD: Just do it. *Journal of Hepatology*. 2016;65(4):671–3.
- 12- Hashida R, Kawaguchi T, Bekki M, Omoto M, Matsuse H, Nago T, et al. Aerobic vs. resistance exercise in non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review. *J Hepatol*. 2017;66(1):142–52.
- 13- Wildman R, Schott L, Brockwell S, Kuller L, Sutton-Tyrrell K. A dietary and exercise intervention slows menopause-associated progression of subclinical atherosclerosis as measured by intima-media thickness of the carotid arteries. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(3):579–85.
- 14- Rauramaa R, Halonen P, Vaisanen S, Lakka T, Schmidt-Trucks A, Ber A, et al. Effects of Aerobic Physical Exercise on Inflammation and Atherosclerosis in Men: The DNASCO Study. *Ann Intern Med*. 2004;140(12):1007–14.
- 15- Byrkjeland R, Stensæth K, Anderssen S, Njerve I, Arnesen H, Seljeflot I, et al. Effects of exercise training on carotid intima-media thickness in patients with type 2 diabetes and coronary artery disease. Influence of carotid plaques. *Cardiovasc Diabetol*. 2016;15(1):13.
- 16- Kotrlik J. Organizational research: Information technology, learning, and

training reverses endothelial dysfunction in nonalcoholic fatty liver disease. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2014;307(9):H1298-306.

28- Palmefors H, DuttaRoy S, Rundqvist B, Borjesson M. The effect of physical activity or exercise on key biomarkers in atherosclerosis—a systematic review. *Atherosclerosis*. 2014;235(1):150–61.