

## اثر هشت هفته تمرینات اینتروال با شدت بیشینه و تداومی با شدت متوسط بر شاخصهای IFN- $\gamma$ و MDA در زنان دارای اضافه وزن

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵

### خلاصه

**مقدمه:** اضافه وزن و چاقی که همراه با افزایش توده بدنی و حجم چربی در بدن رخ می دهد از مشکلات عمده بهداشتی در جهان ماشینی و کم تحرک امروزی به حساب می آید که سلامت قشر وسیعی از جوامع از جمله جوانان و افراد میانسال و حتی کودکان را تهدید می کند که می تواند زمینه ساز بیماری های متابولیکی مثل دیابت باشد.

**روش کار:** در این تحقیق ۴۵ خانم دارای اضافه وزن که به صورت فرآخوانی در مناطق ۹ و ۱۰ تهران صورت گرفت بصورت تصادفی به سه گروه ۱۵ نفره تقسیم شدند: گروه تمرین تناوبی بیشینه (HIIT)، گروه تمرین تداومی با شدت متوسط (MICT) و گروه کنترل. گروه های تمرینی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه طبق پروتکل مورد نظر تمرینات را انجام دادند. اطلاعات متغیرهای وابسته از طریق نمونه گیری خوی ۴۸ ساعت قبل از شروع دوره و ۴۸ ساعت پس از ۸ هفته شامل ۱۰ سی سی خون از ورید بازویی در شرایط ناشتایی و در حالت نشسته اندازه گیری شد. برای مقایسه ی داده ها از تحلیل آزمون آنوای یک راهه و آزمون تعقیبی توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از نرم افزار spss27 استفاده شد.

**نتایج:** تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات HIIT و MICT نسبت به گروه کنترل موجب کاهش معنادار در شاخص MDA و IFN- $\gamma$  ( $P < 0.05$ ) شده است. همچنین MICT نسبت به HIIT موجب کاهش معنادار در میزان MDA و IFN- $\gamma$  ( $P < 0.05$ ) شده است.

**نتیجه گیری:** در مجموع یافته های تحقیق نشان می دهد که هر دو شیوه تمرین HIIT و MICT نسبت به گروه کنترل موجب تغییرات معناداری در شاخص های اندازه گیری شده گردیده است هر چند که تاثیرات تمرینات MICT بهتر بود و می تواند در اولویت استفاده قرار گیرد.

**کلمات کلیدی:** تمرینات اینتروال شدت بیشینه، تمرینات تداومی شدت متوسط، اینترفرون گاما، مالون دی آلدئید

اکرم مزارعی زاده<sup>۱</sup>

سجاد ارشادی<sup>۲\*</sup>

وحید ایمانی پور<sup>۳</sup>

عبدالعلی بنائی فر<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران

جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

<sup>۲</sup>دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

<sup>۳</sup>استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد پرند، دانشگاه آزاد

اسلامی، تهران، ایران

Email: s\_arshadi@azad.ac.ir

## مقدمه

چاقی و اضافه وزن یکی از ناگوارترین مسائل مربوط به سلامتی زمان حال است که می تواند زمینه ساز دیابت گردد. با توجه به گزارش سازمان جهانی بهداشت (۲۰۱۲)، بیش از ۱/۴ میلیارد بزرگسال در سراسر جهان اضافه وزن دارند، که از آنها ۵۰۰ میلیون نفر چاق هستند که ۴۰ میلیون کودک زیر ۵ سال اضافه وزن یا چاقی دارند (۱). در ایران نیز چاقی و اضافه وزن از شیوع بالایی برخوردار است، به طوری که ۴۲/۹ درصد مردان و ۵۶/۹ درصد زنان دارای شاخص توده بدنی بالای ۲۵ (دارای اضافه وزن) و ۱۰/۹ درصد مردان و ۲۶/۵ درصد زنان دارای BMI بالای ۳۰ هستند (۲). این آمار به دلیل لیست طولانی از عوارض مرتبط با چاقی که شامل مقاومت به انسولین، دیابت نوع ۲، دیس لیپیدمی، بیماری های قلبی و عروقی و انواع سرطان ها می باشد، یک هشدار جدی محسوب می شود (۱). در بزرگسالان چاق شیوع عوامل خطرزای قلبی عروقی مانند فشار خون بالا و اختلال چربی خون به نسبت افرادی که وزن طبیعی داشته اند بالاتر بوده و در افرادی که چاقی شکمی دارند، خطر ابتلا به سندروم متابولیک افزایش پیدا کرده (۳)، همچنین چاقی و بی تحرکی از عوامل اختلال آدیپوسایتوکین ها<sup>۱</sup> و افزایش خطر بیماری های قلبی عروقی در افراد چاق و دارای اضافه وزن محسوب می شوند که همه این اختلالات در نتیجه افزایش شاخص های التهابی مرتبط با افزایش وزن می باشد که می تواند سلامتی افراد را به خطر بیندازد (۴). آدیپوکین ها پروتئین هایی هستند که در بافت چربی توسط آدیپوسیت تولید و ترشح می شوند. این فاکتورهای مترشحه از بافت چربی سفید نقش مهمی در هموستازی کل بدن، از طریق تاثیر بر بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و بیولوژیکی بازی می کنند. این نقش ها عبارتند از دریافت غذا، تنظیم تعادل انرژی در بدن، کمک به حمل انسولین و متابولیسم چربی و گلوکز، تنظیم فشار خون، و تجمع پلاکتی و تشکیل لخته (۲).

مالون دی آلدئید (MDA) و اینترفرون گاما (IFN- $\gamma$ ) نشانگرهای مهمی هستند که ممکن است منعکس کننده التهاب سیستمیک با درجه پایین باشند که در افراد دارای اضافه وزن و چاق و همچنین در افراد پیش دیابتیک می تواند ایجاد کننده التهاب باشند. MDA و IFN- $\gamma$  در بافت های مختلف تحت شرایط اضافه وزن و چاقی و همچنین دیابتی تولید می شوند و این پارامترها اغلب در پاتوژنز بیماری های میکرو و ماکرو عروقی مشاهده شده در این افراد نقش دارند (۵).

ارتباط بین کم تحرکی و درجه پایین التهاب سیستمیک در مطالعات مقطعی نشان داده شده است (۶). فعالیت بدنی منظم خطر قلبی عروقی افراد دارای اضافه وزن و یا پیش دیابتی را عمدتاً با کاهش وزن بدن و تجمع چربی احشایی شکم با بهبودهای بعدی در حساسیت به انسولین، فشار خون، پروفایل چربی و کنترل قند خون کاهش می دهد (۷) علیرغم افزایش شواهدی که مزایای فعالیت بدنی منظم را برای افراد دارای اضافه وزن و چاق نشان می دهد، ولی اطلاعات محدودی در مورد اثرات انواع فعالیت های بدنی بر این شاخص های التهابی در افراد چاق و دارای اضافه وزن وجود دارد.

IFN $\gamma$  سایتوکینی است که عمدتاً توسط سلولهای کشنده طبیعی (NK) و لنفوسیت های T تولید می شود. محققین ایمنی شناسی بر این عقیده هستند که IFN- $\gamma$  نقطه کلیدی جهت تنظیم مکانیسمهای مربوط به بیماریهای خود ایمن می باشد. تغییرات سطح سرمی این سایتوکین در بیماریهای وابسته به چاقی و اضافه وزن همچنین سیستم ایمنی همچون دیابت و MS نشان دهنده اهمیت این شاخص در پاتوژنز این بیماری ها می باشد (۸).

برخی از پژوهش ها افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی بر اثر تمرینات تناوبی شدید در پلاسمای خون را نشان داده اند (۳) در مقابل، افزایش سطوح MDA و IFN $\gamma$  و کاهش سطوح آنزیم های آنتی اکسیدانی در پلاسمای خون و عضله بر اثر اجرای تمرینات شدید نیز در برخی از مطالعات گزارش شده است (۷). پژوهش های انجام شده بیانگر آن است که اجرای

1. Adipocytokines

شد و در آزمایشگاه پاتولوژی با روش الیزا و کیت های مخصوص سنجش هر شاخص، همه ارزیابی ها انجام شد. پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، از نظر هدف کاربردی است که با طرح تحقیق پیش آزمون پس آزمون و به صورت میدانی انجام می شود. روش انجام تحقیق بدین صورت است که از بین افراد داوطلب ۴۵ زن دارای اضافه وزن با شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۰ و دامنه سنی ۲۵ تا ۳۰ سال و در شرایط پیش دیابتی که شرایط ورود به تحقیق را دارا باشند بطور تصادفی به ۳ گروه تمرین اینتروال شدید (۱۵ نفر)، تمرین تداومی با شدت متوسط (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. ابتدا ویژگی های فردی آزمودنی ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدن و متغیرهای تحقیق در پیش آزمون اندازه گیری شد و گروه های تمرینی برنامه خود را طبق پروتکل طراحی شده انجام دادند و گروه کنترل هیچ تمرینی انجام نمی داد و فقط به انجام امور روزمره زندگی خود پرداختند. پس از گذشت ۸ هفته مجدداً آزمون های فوق از تمام آزمودنی ها به عمل آمد.

ابزار پژوهش

### پروتکل تمرین

تمرینات اینتروال بیشینه (HIIT) بر روی یک پا دوچرخه ارگومتر دارای ترمز الکترونیکی (Quinton Excalibur, Quinton Instrument Company, Bothell, WA) انجام شد. شرکت کنندگان یک پروتکل ۲۰ دقیقه ای شامل چهار دقیقه دوچرخه سواری (رکاب زدن با پا) با ۱۵ درصد حداکثر توان بی هوازی (تعریف شده به عنوان اوج توان به دست آمده در طول تست وینگیت در مرحله قبل از شروع تمرین) و سپس ۳۰ ثانیه در ۸۵ درصد حداکثر توان بی هوازی انجام دادند. این بار های کاری بر اساس انجام تست وینگیت پیش از آزمایش می باشد. این چرخه چهار بار در هر پروتکل تکرار شد، و با دو دقیقه در ۱۵٪ حداکثر توان بی هوازی به پایان رسید. این به مدت ۸ هفته به صورت ۳ روز در هفته و حداقل ۲۴ ساعت بین هر جلسه انجام شد. تمرینات تداومی با شدت متوسط (MICT) ۴۵ تا ۶۰ دقیقه دوچرخه سواری مداوم (رکاب زدن) را در ۵۵ تا ۶۵

حاد و طولانی مدت تمرینات تناوبی با شدت های بالا موجب بروز فشار اکسایشی در اغلب بافت های محیطی بدن می شود. در این زمینه، مک براید و همکاران نیز نشان دادند که یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید باعث افزایش معنی دار غلظت MDA پلازما به عنوان شاخص فشار اکسایشی در مردان تمرین کرده می شود (۹) از سوی دیگر، براون و همکاران کاهش چشمگیری را در ظرفیت تام آنتی اکسیدانی به دلیل افزایش MDA پس از ۳ هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل پروتئین وی در مردان مشاهده کردند (۱۰) در مطالعه ای دیگر گوزل و همکاران به بررسی دو نوع پروتکل تمرینی با شدت بالا و پایین ورزش مقاومتی بر شاخصهای فشار اکسایشی مردان کم تحرک سالم پرداختند. این پژوهشگران دریافتند که فعالیت ورزشی با شدت بالا نسبت به شدت های پایین تر باعث تولید رادیکال های آزاد بیشتر و افزایش معنی دار شاخص پراکسیداسیون لیپیدی مثل MDA و شاخص های التهابی مثل IFN $\gamma$  میشود (۱۱). با توجه به اثرگذاری برنامه های تمرینی متفاوت بر شاخص های التهابی و اکسایشی و اطلاعات محدود در این زمینه هدف پژوهش حاضر بررسی دو نوع پروتکل تمرینی HIIT و mict بر شاخص های التهابی و اکسایشی IFN $\gamma$  و MDA در زنان دارای اضافه وزن می باشد.

روش کار

در این پژوهش ابتدا فرم رضایت نامه کتبی از آزمودنی مبنی بر رضایت کامل در انجام پژوهش حاضر اخذ گردید و سپس توسط پزشک متخصص معاینات لازم مبنی بر عدم وجود مشکل خاص در آزمودنی ها جهت شرکت در پژوهش انجام گرفت و در ادامه ویژگی های آنتروپومتریکی آزمودنی ها توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن ارزیابی گردید. در طی یک جلسه همه آزمودنی ها با شیوه های پروتکل تمرینی و نحوه اجرای در طی ۸ هفته آشنا شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و همچنین ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از اتمام ۸ هفته پروتکل نمونه های خونی جهت ارزیابی شاخص های مورد بررسی به منظور گردآوری داده ها از ورید بازویی در حالت نشسته در شرایط ناشتایی گرفته

الایزا و کیت نمونه انسانی Eastbiopharm Hangzhou با حساسیت ۰/۲۲ نانومول در میلی لیتر کشور چین تحت لیسانس آمریکا و کیت نمونه انسانی شرکت Bender Med System کشور اتریش با حساسیت ۲ پیکوگرم در میلی لیتر ارزیابی شدند برای توصیف و تجزیه تحلیل داده ها از روش های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. در روش های آمار توصیفی شامل (میانگین +\_ انحراف معیار) استفاده شود و در سطح آمار استنباطی در این تحقیق برای بررسی فرض نرمال بودن داده ها از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و همچنین لوین استفاده شده است. جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده ها از آزمون های تحلیل کواریانس، و برای آزمون فرضیه ها از آزمون تعقیبی توکی با استفاده از نرم افزار spss/21 و برای آزمون فرضیه های تحقیق نیز سطح معنی داری  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

درصد از حداکثر توان بی هوازی (به مرور زمان به ۶۰ دقیقه و ۶۵ درصد در صورت توانایی آزمودنی ها) روی یک ارگومتر دوچرخه مونارک انجام شد. تمرین MICT به مدت ۵ روز در هفته و در طول ۸ هفته انجام شد. لازم به ذکر می باشد ضربان قلب برای هر جلسه تمرین پایش شد. ضربان قلب هر ۵ دقیقه در طول MICT و در ۴ دقیقه ریکاوری و بلافاصله پس از انجام فعالیت ۳۰ ثانیه برای HIIT ثبت شد (۱۲).

نمونه های خونی پیش و پس از اتمام ۸ هفته شامل ۱۰ سی سی از ورید بازویی در شرایط ناشتایی ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و ۴۸ ساعت پس از اتمام پروتکل گرفته شد. نمونه های خونی تهیه شده با سرعت ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و تا زمان آنالیز نهایی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد قرار گرفتند. MDA و IFN $\gamma$  با استفاده از روش

## نتایج

ویژگی های آنروپومتری آزمودنی های شرکت کننده در پژوهش در جدول ۱ ذکر گردیده است.

جدول ۱. ویژگی های آنروپومتریکی آزمودنی ها

BMI	قد (cm)	وزن (kg)	سن (سال)	
۲۹/۱۹	۱۵۸/۵ ± ۲/۴۵	۷۲/۷ ± ۶/۱۳	۲۴/۶ ± ۲/۴۵	HIIT
۲۸/۶۸	۱۶۱/۴ ± ۲/۸۶	۷۴/۳ ± ۷/۵۶	۲۶/۲ ± ۲/۲۸	MICT
۲۸/۲۷	۱۵۹/۶ ± ۴/۱۱	۷۱/۵ ± ۷/۱۵	۲۶/۷ ± ۲/۳۷	گروه کنترل

- در گروه MICT بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون کاهش معنادار ( $P < 0/05$ ).
  - در گروه HIIT بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون کاهش غیرمعنادار ( $P > 0/05$ ).
- در جدول ۲ نتایج آزمون T زوجی برای مقایسه میانگین متغیر MDA (nmol/ml) در مرحله پیش آزمون و پس آزمون نشان داد که در سطح خطای ۵ صدم:
- در گروه کنترل بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون افزایش غیر معنادار ( $P > 0/05$ ).

در این تحقیق برای بررسی همگنی واریانس ها از آزمون لوین و همچنین نرمال بوده داده ها از آزمون کلموگروف اسمیرنوف (K-S) استفاده گردید که با توجه به سطح معناداری بیش از ۵ صدم، داده ها از توزیع نرمال و همگنی واریانس ها برخوردار بودند.

در جدول ۲ نتایج آزمون T زوجی برای میانگین متغیر IFN- $\gamma$  (pg/ml) در مرحله پیش آزمون و پس آزمون نشان داد که در سطح خطای ۵ صدم:

- در گروه کنترل بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون افزایش غیر معنادار ( $P > 0/05$ ).

- در گروه MICT بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون کاهش معنادار ( $P < 0/05$ ).
- در گروه HIIT بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون کاهش غیر معنادار ( $P > 0/05$ ).

## جدول ۲. نتایج آزمون تی زوجی برای تغییرات شاخص های مورد پژوهش

گروه	متغیر	مرحله آزمون	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	P-VALUE
کنترل	IFN-Y (pg/ml)	پیش آزمون	۱۵/۲۲ $\pm$ ۲/۱۱	۰/۲۱
		پس آزمون	۱۵/۸۶ $\pm$ ۲/۷۵	
	MDA (nmol/ml)	پیش آزمون	۱۸/۲۱ $\pm$ ۲/۵۴	۰/۴۴
		پس آزمون	۱۹/۰۱ $\pm$ ۲/۳۳	
MICT	IFN-Y (pg/ml)	پیش آزمون	۱۶/۰۱ $\pm$ ۲/۸۷	*۰/۰۰۹
		پس آزمون	۱۲/۲۲ $\pm$ ۲/۵۹	
	MDA (nmol/ml)	پیش آزمون	۱۷/۹۱ $\pm$ ۲/۳۲	*۰/۰۱۱
		پس آزمون	۱۲/۱۴ $\pm$ ۲/۲۲	
HIIT	IFN-Y (pg/ml)	پیش آزمون	۱۵/۸۷ $\pm$ ۲/۴۹	۰/۵۱
		پس آزمون	۱۴/۶۱ $\pm$ ۲/۴۵	
	MDA (nmol/ml)	پیش آزمون	۱۷/۱۲ $\pm$ ۲/۱۱	۰/۵۸
		پس آزمون	۱۵/۱۱ $\pm$ ۲/۰۱	

## نتایج IFNy و MDA

برای بررسی این نتایج از آزمون آماری کوواریانس استفاده شده که نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با تعدیل پیش آزمون به منظور مقایسه میانگین پس آزمون بین گروه‌ها ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از جداول زمانی که اثر پیش آزمون حذف شود، تفاوت بین گروه‌ها در پس آزمون معنادار می باشد (جداول ۳ و ۴)، از آنجایی که در پژوهش حاضر سه گروه وجود داشت، برای تعیین تفاوت بین گروهی به مقایسه زوجی بین گروه‌ها پرداخته شد که نشان می دهد تمرین MICT و HIIT نسبت به گروه کنترل موجب کاهش معناداری در میزان IFN-y و MDA می شوند و همچنین بین تمرین HIIT نسبت به MICT تفاوت معناداری مشاهده شد که نشان داد تمرین MICT توانسته مقادیر IFN-y و MDA را نسبت به تمرین HIIT کاهش بیشتری دهد که نشان دهنده تاثیر گذاری بیشتر تمرینات MICT بر میزان این شاخص ها می باشد (جداول ۵ و ۶ و نمودار ۱ و ۲)

**جدول ۳.** نتایج تحلیل کوواریانس IFN- $\gamma$

تفاوت ها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
متغیر همپراش (پیش آزمون)	۸۴۵/۶۴	۱	۲۸۴/۳۱	۲۵/۶۵	<۰/۰۰۱	۰/۷۴۱
گروه	۱۵۸۴/۳۱	۲	۵۸۳۴/۱۱	۱۵/۵۶	<۰/۰۰۱	۰/۷۶۴
خطا	۱۲۸/۲۲	۳۲	۴/۱۲۱			
مجموع	۱۸۷۳۴/۸۸	۳۶				

**جدول ۴.** نتایج تحلیل کوواریانس MDA

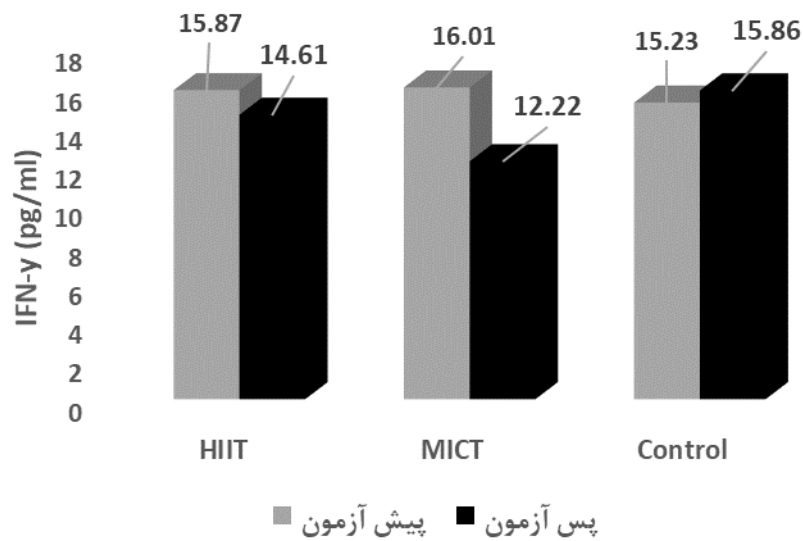
تفاوت ها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
متغیر همپراش (پیش آزمون)	۹۲۵/۸۵	۱	۴۵۲/۴۲	۵۶/۱۲	<۰/۰۰۱	۰/۷۱۹
گروه	۱۷۴۲/۴۲	۲	۶۸۳۴/۲۳	۱۶/۸۷	<۰/۰۰۱	۰/۷۳۷
خطا	۱۷۴/۲۶	۳۲	۵/۳۱۲			
مجموع	۱۹۵۲۴/۲۴	۳۶				

**جدول ۵.** نتایج مقایسه IFN- $\gamma$  در سه گروه کنترل، تمرین MICT و HIIT

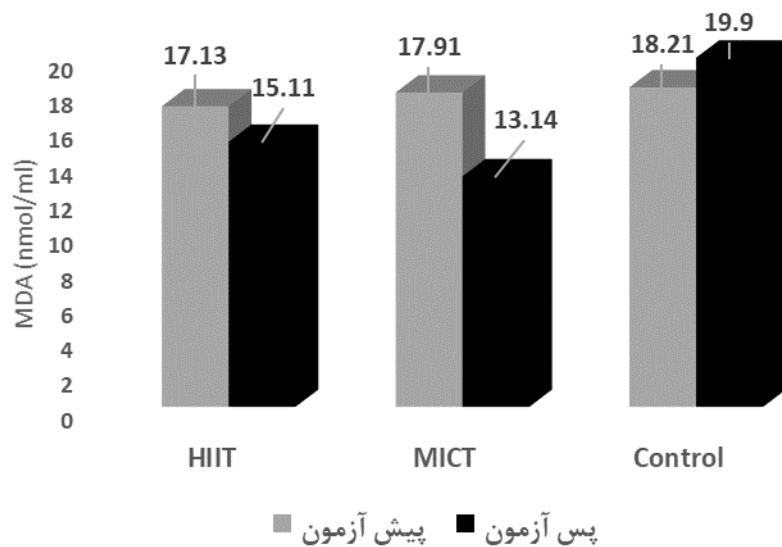
کنترل	HIIT	MICT	کنترل
—	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	کنترل
۰/۰۰۲	۰/۰۴۴	—	MICT
۰/۰۰۹	—	۰/۰۴۴	HIIT

**جدول ۶.** نتایج مقایسه MDA در سه گروه کنترل، تمرین MICT و HIIT

کنترل	HIIT	MICT	کنترل
—	۰/۰۰۲	<۰/۰۰۰۱	کنترل
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۲۱	—	MICT
۰/۰۰۲	—	۰/۰۲۱	HIIT



نمودار ۱. تغییرات پیش و پس آزمون IFN- $\gamma$  در سه گروه



نمودار ۲. تغییرات پیش و پس آزمون MDA در سه گروه

T، سایتوکاینهای پیش التهابی بیشتری نظیر IFN- $\gamma$  تولید کنند که این وضعیت التهاب مزمن را افزایش می دهد (۱۳) کوال و همکاران نیز نشان دادند که بین IFN- $\gamma$  با نوروپاتی محیطی در بیماران دیابتی همبستگی مثبتی وجود دارد (۱۴). براساس مطالعات اخیر، افزایش غلظت و عملکرد IFN- $\gamma$  موجب تنظیم افزایشی پاسخهای ایمنی و در نتیجه التهاب می شود (۱۵). در

## بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر نشان داده شد که هر دو نوع تمرینات ورزشی اثرات کاهشی بر شاخص التهابی IFN- $\gamma$  دارند که در نتیجه تمرینات MICT معنادار و در نتیجه تمرینات HIIT غیرمعنادار بود. وگدان و همکاران بیان کردند که چاقی و اضافه وزن و همچنین هایپرگلیسمی باعث میشود زیر مجموعه های سلولهای

مطالعات تجربی تأثیر ۳/۵ ساعت دویدن بر IFN- $\gamma$  در مردها با متوسط سنی ۲۷ سال بررسی شد و نتایج نشان داد که افزایش IFN- $\gamma$  بلافاصله پس از فعالیت اتفاق افتاد (۱۶). از طرفی در مطالعه دیگر گزارش شد که میزان IFN- $\gamma$  به دنبال فعالیت ورزشی سنگین کاهش یافت (۱۷). ناهمسو با یافته های مطالعه حاضر، پژوهشی جدید توسط منظمی و همکاران با هدف تعیین تاثیر تمرینات همزمان مقاومتی و استقامتی بر IFN- $\gamma$  در زنان دیابتی انجام شد و پاسخ حاد این سایتوکاین به تمرینات همزمان بدون تغییر بود (۱۸). همچنین مطالعه ناهمسوی دیگری نشان داد که بعد از فعالیت های ورزشی میزان تولید IFN- $\gamma$  بدون تغییر ماند (۱۹). هرچند که بعد از فعالیت ورزشی هم افزایش و هم کاهش IFN- $\gamma$  گزارش شده است (۲۰، ۲۱). همسو با نتایج مطالعه حاضر، در پژوهشی که بر روی ۷ مرد انجام شد، ۱/۵ کیلومتر دویدن با ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، درصد تولید سلولهای CD8 توسط IFN- $\gamma$  را به طور قابل توجهی کاهش داد (۲۲). در مطالعه ای دیگر، تغییری در IFN- $\gamma$  به دنبال ۶۸ دقیقه فعالیت مقاومتی سنگین گزارش نشد (۲۳). همسو با یافته های پژوهش حاضر، ۸ هفته تمرین هوازی و مقاومتی با هم، منجر به کاهش IFN- $\gamma$  و اینترکولین ۷ در افراد مبتلا به ام اس شد و پژوهشگران اشاره کردند که تمرینات هوازی و مقاومتی تأثیرات ضدالتهابی دارند (۲۴). در خصوص علت یابی نتایج متفاوت می توان به طول دوره تمرینی اشاره کرد. یافته های بیشتر مطالعاتی که به صورت بلندمدت اجرا شدند، کاهش سطوح این سایتوکاین پیش التهابی را گزارش کردند. در خصوص مکانیسم کاهش سطوح IFN- $\gamma$  در پی فعالیتهای ورزشی، مطالعات متعدد نشان دادند که هورمونهای کورتیزول و اپی نفرین که در جریان فعالیت های ورزشی و متناسب با شدت بالاتر تمرین، بیشتر ترشح می شوند قادر به مهار تولید IFN- $\gamma$  از سلولهای T هستند (۱۸). یکی از مکانیسم های مؤثر در این کاهش IFN- $\gamma$  می تواند افزایش سایتوکاین های ضد التهابی همچون IL-10 باشد که البته در پژوهش حاضر ارزیابی نشد. این سایتوکاین مانع تولید سایتوکاین های پیش التهابی مانند IFN- $\gamma$  می شود. از دیگر دلایل اثر گذار بر IFN- $\gamma$  نقش

گیرنده  $\beta$  آدرنرژیک است که با کاهش فعالیت آنها ترشح سایتوکاین های التهابی نیز کاهش می یابد. سازوکار دیگری که به وسیله ی ورزش ممکن است میانجی های التهابی را کاهش دهد، تغییر در میزان استرس است که این کاهش با نتایج یافته های بلک و گریوت همسو است و ورزش را موجب کاهش افسردگی و اضطراب بالینی می داند (۲۵) گزارش های زیادی وجود دارد که نشان داده ورزش استقامتی با شدت متوسط، سیستم ایمنی را بیشتر به سمت پاسخ های سایتوکاینی نوع Th1 مانند IL1، IL12 و IFN- $\gamma$  سوق می دهد. ژائو و همکاران در مجموعه ای از مقالات به این نکته اشاره کردند که پس از انجام ورزش با شدت متوسط IFN- $\gamma$  افزایش معنی داری داشت (۲۶) که با یافته های پژوهش حاضر مغایر می باشد. یافته های دیگر محققان نیز با یافته های پژوهش حاضر یکسان است؛ برخی پژوهشها به نتایجی دست یافتند که در آن پس از فعالیت ورزشی کاهش IFN- $\gamma$  مشاهده گردید برای مثال زر و همکاران در سال ۲۰۱۲ پس از ۸ هفته فعالیت هوازی روی تردمیل با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد VO2max کاهش سطح IFN- $\gamma$  را گزارش دادند (۲۷). وایت و همکاران در سال ۲۰۱۸ نیز کاهش IFN- $\gamma$  را پس از تمرینات هوازی بیان کردند (۲۸). در تبیین این تفاوتها می توان نوع، شدت و پروتکل مدت ورزشی، برخی تفاوتهای ژنتیکی و نژادی و یا تفاوت بین نمونه های آزمودنی از جمله نمونه های انسانی یا حیوانی را دخیل دانست. همچنین شرایط متفاوت جسمی و روانی و وضعیت گوارشی آزمودنیها نیز می توانند در این زمینه تأثیرگذار باشند.

پژوهشهای مختلفی افزایش در پراکسیداسیون لیپیدی و سطوح سرمی MDA را به دنبال تمرینات هوازی نشان داده اند که با نتایج تمرین حاضر همخوان نمیشد (۲۹، ۳۰) نتایج پژوهش حاضر در خصوص تغییرات سطوح MDA با نتایج برخی پژوهش های انجام گرفته در این زمینه همسو بود؛ به طور مثال در مطالعه Gupta و همکاران در زمینه بررسی تأثیر سه هفته تمرین منظم هوازی، کاهش MDA پلاسمایی در افراد سالم نشان داده شد (۳۱). Soares و همکاران نیز با بررسی شاخص



های مرتبط با استرس اکسایشی در افراد غیر ورزشکار نشان دادند که ۱۶ هفته تمرین بدنی با افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و کاهش سطوح MDA همراه است (۳۲). از گزارش های موجود چنین استنباط می شود که برحسب نوع و شدت فعالیت بدنی، میزان آمادگی افراد و سازگاری آنان به تمرینات ورزشی میتوان افزایش، کاهش یا عدم تغییر MDA را پس از تمرین انتظار داشت (۳۳). همچنین تحقیقات نشان داده اند که چاقی و اضافه وزن با افزایش فشار اکسایشی همراه است و تولید رادیکالهای آزاد را افزایش می دهد و سیستم آنتی اکسیدانی تضعیف می شود (۳۳). چنانچه طی پژوهش امیر خیزی و همکاران، میانگین غلظت MDA پلاسما در زنان دارای اضافه وزن و چاقی عمومی به طور معنی داری بالاتر از زنان دارای وزن طبیعی بود (۳۴). یافته های پژوهش حاضر با نتایج حاصل از پژوهش Songstad و همکاران (۳۵) ناهمسو است؛ همچنین با نتایج پژوهش یوسف پور و همکاران که پس از اجرای ۸ هفته تمرین تناوبی شدید بر روی موش های صحرایی نر نژاد ویستار، تأثیر معنی داری را بر تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی تام مشاهده نکردند (۳۶)، ناهمسو میباشد؛ اما با نتایج مطالعه Goetz-Hoffman و همکاران که اثر ۸ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط را بر مردان ۴۰-۳۰ ساله بررسی کردند (۳۷)، همسو است که از دلایل آن می توان به نوع و مدت زمان تمرین اشاره کرد. Bogdanis و همکاران نیز پس از ۳ هفته تمرین HIIT بر روی مردان فعال، افزایش معنی داری در میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی تام مشاهده کردند (۳۸). از دلایل تناقض با نتایج پژوهش حاضر می توان به نوع آزمودنی (دختران دارای اضافه وزن غیرفعال در مقابل مردان فعال) اشاره کرد.

تحقیقات نشان داده اند تمرینات HIIT ممکن است به علت مصرف بیش از حد اکسیژن و همچنین متابولیسم بی هوازی زیاد، منجر به تولید گونه های فعال نیتروژن از گزانتین، NADPH 1 اکسیداز، رپرفیوژن ایسکیمیک، تغییرات هموستاز کلسیم و آسیب عضلانی ناشی از آن گردد (۳۸)؛ در نتیجه باعث آسیب به ملکول های مختلف از جمله: لیپیدها، پروتئینها و DNA شود که در پژوهش حاضر نشان داده شد این تمرینات پس از

هشت هفته، اثرات کاهشی غیرمعناداری بر میزان MDA داشتند و افزایش رادیکال های آزاد را موجب نگردیده است که این می تواند به دلیل سازگاریهای تمرینی ایجاد شده در نتیجه این ۲۴ جلسه تمرینی باشد که این تغییرات نسبت به تمرینات با شدت متوسط کمتر بود. به نظر میرسد که با تمرینات اینتروال شدید و منظم تا حدودی پراکسیداسیون لیپیدی کاهش یافته اما مقدار آن در حدی نبوده که معنادار باشد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر با نتایج چندی از مقالات همسو می باشد، از جمله نیلس توماس و همکاران (۲۰۱۵)، بعد از ۶ هفته تمرینات اینتروال شدید در میزان ظرفیت تام آنتی اکسیدانی و MDA در بافت قلب و کبد تفاوت معنی دار مشاهده نکردند (۳۵). در پژوهشی مشابه با پژوهش حاضر گائینی و همکاران نشان دادند ۳۶ هفته تمرینات اینتروال تأثیری بر میزان MDA ندارد (۳۹). از طرفی معمار مقدم و همکاران در پژوهشی با عنوان مقایسه ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و MDA در دوندگان سرعت با غیر ورزشکاران که پروتکل تمرینی بی هوازی شدید را اجرا کرده بودند، تفاوت معنی داری در میزان TAC و MDA مشاهده نکردند (۴۰). به نظر میرسد که این عدم تغییر، ناشی از دفاع اکسایشی در اثر اجرای فعالیت اینتروال بی هوازی منظم باشد. اگرچه نتایج مطالعات انجام شده نشان می دهد که فعالیت بدنی شدید و نامنظم از طریق افزایش هورمون هایی مانند کاتکولامین ها، پروستاگلندینها و فعالیت ماکروفاژها بر عملکرد اکسایشی سلول ها و ساختمان غشاء سلولی اثرگذار است و موجب افزایش استرس اکسایشی و پراکسیداسیون لیپیدی شده (۴۱) و کاهش جریان خون موضعی در ابتدای فعالیت های بدنی در اندام هایی همانند عضلات فعال، کلیه ها و کبد، به عنوان عامل دیگری در روند افزایش پراکسیداسیون لیپید محسوب می شود (۴۲)، اما، این در حالی است که تمرینات ورزشی منظم و مستمر، با افزایش دفاع ضد اکسایشی، موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و پروتئینی می شود (۴۳). از طرفی باگدانیس و همکاران در سال ۲۰۱۳ پس از انجام ۳ هفته تمرین تناوبی شدید بر روی مردانی که از لحاظ فیزیکی سالم بودند تفاوت معنی داری در ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و MDA مشاهده کردند. با توجه به

### تضاد منافع

در این پژوهش هیچ گونه تضاد منافی توسط محققین گزارش نشده است.

### تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از رساله دکترای تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب می باشد. از آزمودنی های شرکت کننده در پژوهش و همچنین افرادی که در انجام پروژه همکاری داشتند تشکر و قدردانی می گردد.

نتایج بیان شده در این زمینه هنوز توافق نظری در رابطه با انواع تمرینات ورزشی بر شاخص های التهابی و متابولیکی در افراد دارای اضافه وزن و چاق وجود ندارد که نتایج دقیق تر در این زمینه نیاز با پژوهش های بیشتری دارد. به طور کلی پژوهش حاضر نشان داد هر دو نوع تمرینات HIIT و MICT می توانند در کاهش شاخص های التهابی IFN $\gamma$  و MDA در زنان دارای اضافه وزن نقش داشته باشند ولی تمرینات MICT نسبت به بقیه گروه ها موجب کاهش بیشتری در این شاخص ها می شود، بنابراین می توان این نوع برنامه تمرینی را برای افراد دارای اضافه وزن توصیه بیشتری کرد.

### References

1. Calvani R, Leeuwenburgh C, Marzetti E. Brown adipose tissue and the cold war against obesity. *Diabetes*. 2014;63(12):3998-4000.
2. Hashemi F, Yaghmaei P, Saadati N, Haghghi Poodeh S, Ramezani Tehrani F, Hedayati M. Association of serum adipon levels with polycystic ovarian syndrome. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2012;19(99).
3. Bridger T. Childhood obesity and cardiovascular disease. *Paediatrics & child health*. 2009;14(3):177-82.
4. Serdula MK, Ivery D, Coates RJ, Freedman DS, Williamson DF, Byers T. Do obese children become obese adults? A review of the literature. *Preventive medicine*. 1993;22(2):167-77.
5. Suzuki, Masashi, Yuriko Uehara, Kaori Motomura-Matsuzaka, Junko Oki, Yoshinori Koyama, Miho Kimura, Masahiro Asada, Akiko Komi-Kuramochi, Syuichi OkaToru Toru. 2008. ' $\beta$ Klotho is required for fibroblast growth factor (FGF) 21 signaling through FGF receptor (FGFR) 1c and FGFR3c', *Molecular endocrinology*, 22: 1006-14.
6. Mathur N and B. K. Pedersen, "Exercise as a mean to control low-grade systemic inflammation," *Mediators of Inflammation*, vol. 2008, Article ID 109502, 6 pages, 2008.
7. Hu, P. Jousilahti, N. C. Barengo, Q. Qiao, T. A. Lakka, and J. Tuomilehto, "Physical activity, cardiovascular risk factors, and mortality among finnish adults with diabetes," *Diabetes Care*, vol. 28, no. 4, pp. 799-805, 2005.
8. Cooke A. Th17 cells in inflammatory conditions. *Rev Diabet Stud*. 2006; 3(2): 72-5.
9. McBride JM, Kraemer WJ. Free radicals, exercise, and antioxidants. *J Strength Cond Res* 1999;13:175-83
10. Berglund, Eric D, Li Kang, Robert S Lee-Young, Clinton M Hasenour, Wasserman. 2010. 'Glucagon and lipid interactions in the regulation of hepatic AMPK signaling and expression of PPAR $\alpha$  and FGF21 transcripts in vivo', *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 299: E607-E14.
11. González F, Rote NS, Minium J, Kirwan JP. Reactive oxygen species-induced oxidative stress in the development of insulin resistance and hyperandrogenism in polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006 Jan;91(1):336-40.
12. Andrew W. Brown, Michelle M. Bohan Brown, Amy Alcorn, Corey Noles1, Allison High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial Gordon Fisher, 2015. *PLOS ONE* | DOI:10.1371/journal.pone.0138853 October 21
13. Jagannathan-Bogdan M, McDonnell ME, Shin H, Rehman Q, Hasturk H, Apovian CM, et al. Elevated proinflammatory cytokine production by a skewed T Cell compartment requires monocytes and promotes inflammation in type 2 diabetes. *J Immunol*. 2011; 186(2):1162-72.

14. Kolla VK, Madhavi G, Pulla Reddy B, Srikanth Babu BM, Yashovanthi J, Valluri VL, et al. Association of tumor necrosis factor alpha, interferon gamma and interleukin 10 gene polymorphisms with peripheral neuropathy in South Indian patients with type 2 diabetes. *Cytokine*. 2009; 47(3):173-7.
15. Nakamura K, Okamura H, Wada M, Nagata K, Tamura T. Endotoxin induced serum factor that stimulates gamma interferon production. *Infect Immun*. 1989; 57(2):590-5.
16. Kohut ML, McCann DA, Russell DW, Konopka DN, Cunnick JE, Franke WD, et al. Aerobic exercise, but not flexibility/resistance exercise, reduces serum IL-18, CRP, and IL-6 independent of beta-blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. *Brain Behav Immun*. 2006; 20(3):201-9
17. Adamopoulos S, Parissis J, Kroupis C, Georgiadis M, Karatzas D, Karavolias G, et al. Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2001; 22(9):791-7.
18. Monazzami A. [Effects of concurrent training (resistance+endurance) on interferon- $\gamma$ , interleukin-18 and transforming growth factor- $\beta$  gene expression in women with type 2 diabetes (Persian)]. *J Ilam Univ Med Sci*. 2020; 28(4):1-11.
19. Blair SN, Cheng Y, Holder JS. Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33(6 Suppl):379-99.
20. Hung-Wen Liu, Moderate Exercise Suppresses NF- $\kappa$ B Signaling and Activates the SIRT1-AMPK-PGC1 $\alpha$  Axis to Attenuate Muscle Loss in Diabetic *db/db* Mice. *Exercise Physiology*, 2018; Volume 9; 132-138
21. Balducci S, Iacobellis G, Parisi L, Di Biase N, Calandriello E, Leonetti F, et al. Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *J Diabetes Complications*. 2006; 20(4):216-23]
22. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: A systematic review. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 45(10):1563-9.
23. Miles MP, Kraemer WJ, Nindl BC, Grove DS, Leach SK, Dohi K, et al. Strength , workload , and anaerobic intensity and the immune response to resistance exercise in women. *Acta Physiol Scand*. 2003; 178(2):155-63.
24. Golzari Z, Shabkhiz F, Soudi S, Kordi MR, Hashemi SM. Combined exercise training reduces IFN- $\gamma$  and IL-17 levels in the plasma and the supernatant of peripheral blood mononuclear cells in women with multiple sclerosis. *Int Immunopharmacol*. 2010; 10(11):1415-9
25. Hak AE, Pols HA, Stehouwer CD, Meijer J, Kiliaan AJ, Hofman A, et al. Markers of inflammation and cellular adhesion molecules in relation to insulin resistance in nondiabetic elderly: The Rotterdam study. *J Clin Endocrinol Metabol*. 2001; 86(9):4398-405.
26. Zhao M-X, Bing Z, Li L, Xiao-Qing X, Feng Z, Qi C, Yue-Hua L, Yu-Ming K and Guo-Qing Z. (2017). Salusin- $\beta$  contributes to oxidative stress and inflammation in diabetic cardiomyopathy. *Cell Death Dis*. 23; 8(3):e2690
27. Zar A, Ebrahim K, Hovanloo F, Amani D. Effects of An 8-Week Endurance Training Course on Changes in Interferon Gamma and Leukocyte Subsets. *Journal of Isfahan Medical School* 2012; 30 (5): 28-34
28. White LJ, Castellano V. Exercise and Brain Health-Implications for Multiple Sclerosis. *Sports Med* 2008; 38(3): 179-186.
29. Ugras AF. Effect of high intensity interval training on elite athletes' antioxidant status. *Sci Sports* 2013;28:253-9. 8.
30. Choobineh S, Akbarzadeh H, Naghizadeh H. Effect of vitamin E supplementation on lipid peroxidation and the antioxidant defense responses following an exhausting aerobic exercise. *Tibbi-i-kar*. 2014; 6(2): 32-43. [Persian]
31. Gupt AM, Kumar M, Sharma RK, Misra R, Gupt A. Effect of moderate aerobic exercise training on autonomic functions and its correlation with the antioxidant status. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2015; 59(2): 162-9.
32. Soares JP, Silva AM, Oliveira MM, Peixoto F, Gaivão I, Mota MP. Effects of combined physical exercise training on DNA damage and repair capacity: role of oxidative stress changes. *Age (Dordr)*. 2015; 37(3): 9799.
33. Sellami M, Slimeni O, Pokrywka A, Kuvačić G, Hayes LD, Milic M, et al. Herbal medicine for sports: a review. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018; 15: 14.
34. Amirkhizi F, Siassi F, Djalali M, Foroushani AR. Evaluation of oxidative stress and total antioxidant capacity in women with general and abdominal adiposity. *Obes Res Clin Pract*. 2010; 4(3): e209-16.

35. Songstad NT, Kaspersen KH, Hafstad AD, Basnet P, Ytrehus K, Acharya G. Effects of high intensity interval training on pregnant rats, and the placenta, heart and liver of their fetuses. *PloS one*. 2015; 10(11): e0143095.
36. Yousefpour M, Ghasemnian AA, Rahmani A. The Effect of a period of high intensive interval training on total antioxidant capacity and level of liver tissue malondialdehyde in male wistar rats. *Sci J Kurdistan Univ Med Sci*. 2017- 2018; 22(5): 103-10. [Persian]
37. Hoffman-Goetz L, Spagnuolo PA. Effect of repeated exercise stress on caspase 3, Bcl-2, HSP 70 and CuZn-SOD protein expression in mouse intestinal lymphocytes. *J Neuroimmunol*. 2007; 187(1-2): 94-101.
38. Bogdanis G, Stavrinou P, Fatouros I, Philippou A, Chatzinikolaou A, Draganidis D, et al. Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food Chem Toxicol* 2013;61:171-7.
39. Gaeini e, Vatani sh. The Short-Term and Long-Term Effects of Sprint, Endurance and Concurrent Exercise Training on Plasmatic Lactate Dehydrogenase, Creatine Kinase, and Malondialdehyde in Rats. *J Sport Sci* 2011;6:95-104.
40. Memarmoghadam m, Gorgani a. Compare total antioxidant capacity, oxidative stress and lipoprotein profile sprinters with non-athletes. *Sport Sci Res* 2010;6:95-104
41. Fusco D, Colloca G, Monaco MRL, Cesari M. Effects of antioxidant supplementation on the aging process. *Clin Interv Aging* 2007; 2: 377-87.
42. Rahnama N, Gaeini AA, and Hamedinia MR. Oxidative stress responses in physical education students during 8 weeks aerobic training. *Sports Med Phys Fit* 2007;47:23-119.
43. Robertson JD, Maughan RJ, Duthie GG, Morrice PC. Increased blood antioxidant systems of runners in response to training load. *Clin Sci* 1991;80:611-8.

*Original Article***The effect of eight weeks High Intensity Interval Training and Moderate Intensity Continuous Training on IFN- $\gamma$  and MDA indicators in overweight women**

Received: 31/01/2025 - Accepted: 15/03/2025

Akram Mazareizadeh<sup>1</sup>Sajad Arshadi<sup>2\*</sup>Vahid Imanipour<sup>3</sup>Abdolali Banaifar<sup>2</sup>

1 PhD Student in Exercise Physiology, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2 Associate Professor, Department of Exercise Physiology, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3 Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Parand Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

\* Sajad Arshadi, Department of Exercise Physiology, South Tehran Branch, Islamic Azad University

Tel: 02155545041

Email: s\_arshadi@azad.ac.ir

**Abstract**

**Introduction:** Overweight and obesity, which occur with an increase in body mass and body fat volume, are major health problems in today's sedentary and mechanized world, which threatens the health of a wide range of societies, including young people, middle-aged people, and even children, which can lead to metabolic diseases such as diabetes.

**Methods:** In this study, 45 overweight women who were recruited from districts 9 and 10 of Tehran were randomly divided into three groups of 15: the high-intensity interval training (HIIT) group, the moderate-intensity continuous training (MICT) group, and the control group. The training groups performed the exercises for eight weeks, three sessions per week, according to the desired protocol. Data on the dependent variables were measured through blood sampling 48 hours before the start of the course and 48 hours after 8 weeks, including 10 cc of blood from the brachial vein, in a fasting state and in a sitting position. To compare the data, one-way ANOVA and Tukey's post hoc test were used at a confidence level of 95% using spss27 software.

**Results:** The present study showed that HIIT and MICT exercises caused a significant decrease in MDA and IFN- $\gamma$  indices compared to the control group ( $P < 0.05$ ). MICT also caused a significant decrease in MDA and IFN- $\gamma$  levels compared to HIIT ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion**

Overall, the findings of the study show that both HIIT and MICT exercise methods caused significant changes in the measured indices compared to the control group, although the effects of MICT exercises were better and can be used in priority.

**Keywords:** HIIT, MICT, IFN- $\gamma$ , MDA