# تأثیر هشت هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا بر پهنای توزیع گلبول قرمز و میانگین حجم پلاکت در زنان غیرفعال دارای وزن طبیعی و چاق

وحید ساری صرّاف [1*]، جواد وکیلی [2,3]، مرجان فخری کلیبر [4]

۱- استاد تمام فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران

۴- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

یافته / دوره ۲۷ / شماره ۱ / بهار ۱۴۰۴ / مسلسل ۱۰۳

## چکیده

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۵/۱۶ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۵

**مقدمه:** نقش پیش‌بینی‌کننده شاخص‌های خونی میانگین حجم پلاکت (MPV) و پهنای توزیع گلبول‌های قرمز (RDW) در بیماری‌های قلبی_عروقی ثابت شده است. تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) یک روش پایدار و مؤثر برای بهبود آمادگی قلبی_تنفسی است؛ لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته HIIT بر MPV، RDW در زنان غیرفعال دارای وزن طبیعی و چاق بود.

**مواد و روش‌ها:** در تحقیق نیمه‌تجربی از میان جامعه زنان چاق و با وزن طبیعی سالم غیرفعال در دامنه سنی ۳۰ تا ۴۵ سال، ۲۴ نفر انتخاب و در دو گروه آزمایشی ۱۲ نفری (با وزن طبیعی و چاق) قرار گرفتند. هر دو گروه به مدت ۸ هفته در یک پروتکل HIIT ایستگاهی، سه جلسه در هفته با شدت ۹۰٪ Hrmax شرکت کردند. خونگیری در پیش و پس‌آزمون پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی انجام شد. از آزمون آماری تحلیل کوواریانس (ANCOVA) برای تحلیل متغیرها در سطح معناداری P <۰/۰۵ استفاده گردید.

**یافته‌ها:** نتایج این مطالعه نشان داد که بین دو گروه چاق و با وزن طبیعی از نظر متوسط کاهش MPV (P=۰/۰۴۵)، متوسط کاهش RDW (P=۰/۰۰۱) و متوسط افزایش HDL (P=۰/۰۴۵) اختلاف آماری معناداری وجود دارد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** تمرینات با شدت بالا احتمالاً باعث تعدیل شاخص MPV و دیگر شاخص‌های خطر بیماری‌های قلبی_عروقی مانند شاخص توده بدنی بالا و درصد چربی بدن بالا در زنان میان‌سال شده و به عنوان یک روش غیردارویی کارآمد، ارزان و در دسترس برای کاهش خطر بیماری‌های قلبی_عروقی پیشنهاد گردد.

**واژه‌های کلیدی:** تمرینات تناوبی با شدت بالا، پهنای توزیع گلبول قرمز، میانگین حجم پلاکت، چاقی.

*آدرس مکاتبه: تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

پست الکترونیک: sarraf@tabrizu.ac.ir

## مقدمه

پهنای توزیع گلبول قرمز (RDW) یک پارامتر ساده و ارزان است که میزان ناهمگنی حجم گلبول قرمز (آنیزوسیتوز) را نشان داده و به طور سنتی در هماتولوژی برای تشخیص افتراقی کم خونی‌ها استفاده می‌شود. شواهد نشان می‌دهند که آنیزوسیتوز در اختلالاتی مانند بیماری‌های قلبی_عروقی (CVD)، بیماری‌های ریوی، سرطان، دیابت، بیماری التهابی روده و همچنین در سایر شرایط حاد یا مزمن دخالت دارد (۱). افزایش RDW نیز منعکس‌کننده عدم کنترل عمیق هموستاز گلبول‌های قرمز که شامل اختلال در گلبول‌های قرمز خون و بقای غیرطبیعی گلبول‌های قرمز خون، که احتمالاً به انواع ناهنجاری‌های متابولیکی زمینه‌ای مانند کوتاه شدن طول تلومر، استرس اکسیداتیو، التهاب، وضعیت تغذیه ضعیف، دیس‌لیپیدی، فشار خون بالا، قطعه قطعه شدن گلبول‌های قرمز و تغییر عملکرد اریتروپویتین نسبت داده می‌شود (۲).

اندازه پلاکت منعکس‌کننده فعالیت پلاکتی است و احتمالاً پیش‌بینی‌کننده و پیش‌آگهی مفیدی برای بیماری‌های قلبی_عروقی است. همچنین میانگین حجم پلاکت (MPV) می‌تواند اطلاعات مهمی در مورد سیر و پیش آگهی در بسیاری از شرایط پاتولوژیک، مانند بیماری‌های قلبی_عروقی، بیماری‌های تنفسی، بیماری کرون، آرتریت روماتوئید، لوپوس اریتماتوز سیستمیک نوجوانان، دیابت ملیتوس و اکثر موارد بیماری‌های نئوپلاستیک ارائه دهد (۳). لذا RDW و MPV هر دو نشانگرهای زیستی جدیدی برای پیش آگهی CVD در نظر گرفته می‌شود.

چاقی در جامعه مدرن امروزی یک بیماری متابولیک پیچیده و منحصر به فرد محسوب شده و به یک مشکل عمده بهداشت عمومی در سطح جهان تبدیل شده است. چرا که منجر به التهاب مزمن، پاسخ‌های هورمونی و سیستم ایمنی غیرطبیعی و در نهایت اختلال در تنظیم متابولیک سیستمیک می‌شود (۴). چاقی و CVD یک همبستگی قوی با هم داشته و این در ادبیات علمی مستند شده است (۵). بر اساس آمار سازمان جهانی بهداشت (WHO)، ۱۳ درصد از افراد بالای ۱۸ سال در سراسر جهان چاق هستند و ۳۹ درصد از آنها اضافه‌وزن دارند (۶). بین MPV و RDW و چاقی در مطالعات برخی از محققان ارتباط معناداری وجود دارد. انکامبوله و همکاران (۲۰۲۲) در یک مطالعه مروری سیستماتیک و متاآنالیز میانگین حجم پلاکت و عوامل خطر آترواسکلروتیک قلبی _عروقی در بزرگسالان مبتلا به چاقی بررسی و نشان دادند که افزایش MPV در افراد چاق غیردیابتی وجود دارد. علاوه بر این، MPV با هیپرتری‌گلیسیریدمی، یک پیش‌بینی‌کننده مستقل بیماری قلبی _عروقی آترواسکلروتیک همراه بود. به‌طورکلی، یافته‌های آنها نشان داد که MPV احتمالاً یک نشانگر سریع ارزشمند برای نظارت و طبقه‌بندی خطر افراد چاق می‌باشد (۷).

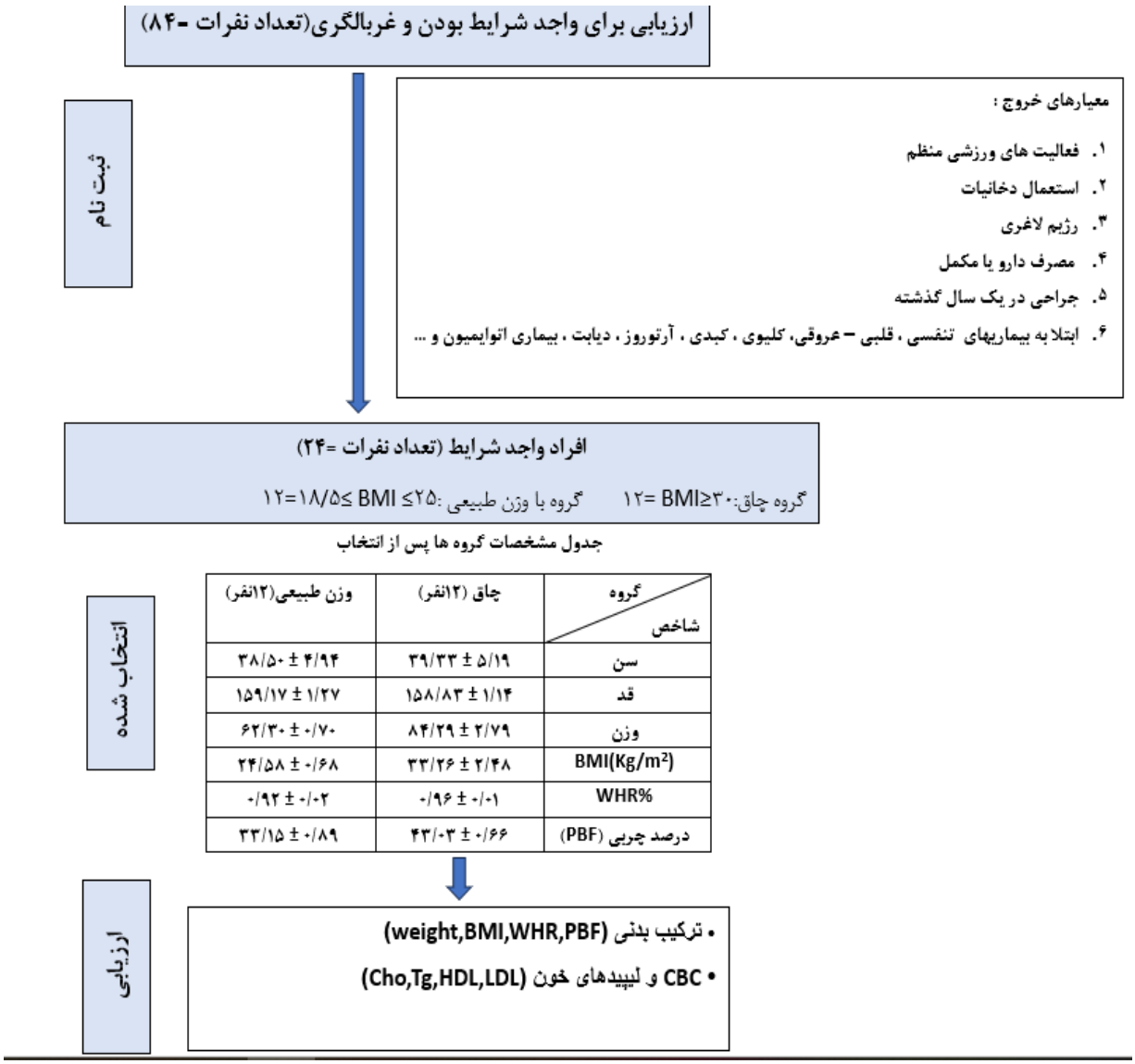
از آنجایی‌که عدم تعادل مزمن بین دریافت کالری و مصرف کالری علت اصلی چاقی و اضافه‌وزن است؛ راه مبارزه با چاقی (به‌استثنای مداخلات دارویی) لزوماً از طریق ایجاد تعادل منفی کالری است. در کفهٔ مصرف کالری، شواهد قوی حاکی از نقش فعالیت‌های ورزشی منظم در کاهش وزن و چربی بدن، حفظ وزن بدن و تناسب متابولیک در افراد چاق است (۸). به طور سنتی تمرین مداوم با شدت متوسط (MICT) به عنوان روشی مؤثر برای کاهش عوامل خطر CVD در نظر گرفته می‌شود. با این حال از سال ۲۰۰۸ علاقمندی و استفاده از تمرینات تناوبی افزایش یافته و تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) یکی از انواع تمرینات تناوبی است که به تدریج محبوبیت آن در میان افراد فعال بدنی افزایش یافته و تحقیقات علمی زیادی را به خود اختصاص داده است. رسانه‌ها همچنین HIIT را به عنوان فعالیت جایگزین

MICT معرفی کردند که افراد می‌توانند از طریق آن به مزایای سلامتی مشابه مزایای MICT دست یابند. از آنجایی که HIIT زمان کلی کمتری در هفته را به خود اختصاص می‌دهد، احتمالاً یک استراتژی طولانی‌مدت و جذاب برای دستیابی به مزایای سلامتی فعالیت منظم بدنی است (۹). این تمرینات معمولاً به‌عنوان دوره‌های تمرینی نسبتاً شدید که شدت آن به بیش از ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب یا به رتبه RPE (( Rating of perceived exertion) تلاش درک شده) بالاتر از ۷ (در روش ۱۰ نمره ای) رسیده و با دوره‌های تمرینی کم شدت برای ریکاوری(دوره‌ها استراحت) از هم جدا می‌شوند، تعریف می‌گردد (۱۰).

نتایج مطالعات در مورد تأثیر فعالیت بدنی بر MPV و RDW متناقض است. یازیجی و همکاران (۲۰۰۹) در یک مطالعه بر روی بیماران مبتلا به پرفشاری خون گزارش دادند که تغییر سبک زندگی که شامل حداقل ۱۸۰ دقیقه در هفته فعالیت بدنی با شدت متوسط است، مقدار MPV را کاهش داد (۱۱). در مقابل گارای و همکارانش (۲۰۱۷) در یک مطالعه مروری گزارش کردند که MPV بلافاصله پس از تمرین هوازی طولانی افزایش یافته و شدت‌های مختلف تمرینات مقاومتی افزایش معناداری را در میانگین حجم پلاکت نشان داده است (۱۲). بلویرانلی و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر HIIT حاد را بر پارامترهای هماتولوژیک افراد کم‌تحرک مرد بررسی و گزارش دادند که درصد هماتوکریت، مقادیر هموگلوبین، تعداد گلبول‌های قرمز، میانگین حجم سلول‌ها، تعداد پلاکت‌ها، تعداد کل گلبول‌های سفید و تعداد زیرگروه‌های گلبول‌های سفید بلافاصله پس از HIIT حاد افزایش و مقادیر آنها ۳ ساعت بعد از اتمام فعالیت شروع به بازگشت به سطح استراحتی می‌کنند و بعد از ۶ ساعت به طور کامل به حالت استراحت بازگشت. از آنجایی‌که این پاسخ‌ها به طور بالقوه می‌توانند سلامت و عملکرد آزمودنی‌ها را تهدید کنند، آنها توصیه کردند که برای آزمودنی‌ها سازگاری با تمرینات ورزشی اعمال گردد (۱۳). بنابراین، با توجه به افزایش بیماری‌های قلبی_عروقی و چاقی در جامعه به‌خصوص در میان خانم‌های میان‌سال و از آنجایی‌که هر دو شاخص MPV و RDW نشانگرهای زیستی جدیدی برای پیش‌آگهی CVD هستند و در نهایت مطالعاتی که در مورد تأثیر تمرینات تناوبی شدید بر این فاکتورها در جمعیت مورد هدف محدود بوده و تناقض در مطالعات و اینکه بیشتر مطالعات در این زمینه مربوط به جمعیت بیمار بود، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۸ هفته HIIT بر روی شاخص‌های MPV و RDW در زنان با وزن طبیعی و چاق انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

آزمودنی‌های تحقیق نیمه‌تجربی حاضر زنان غیرفعال بین سنین ۳۰ تا ۴۵ سال با وزن طبیعی (۲۵≤شاخص توده بدنی≤۱۸/۵) و چاق (۳۰≤شاخص توده بدنی) بودند که از بین ۸۴ نفر داوطلبانی که از طریق اعلان عمومی در سطح شهر تبریز اعلام آمادگی کرده بودند، انتخاب شدند. معیارهای خروج از تحقیق عبارت بود از: فعالیت‌های ورزشی منظم، استعمال دخانیات، رژیم لاغری، مصرف دارو و مکمل خاص در ۶ ماه گذشته و عمل جراحی در یک سال گذشته، ابتلا به بیماری‌های تنفسی، قلبی_عروقی، کلیوی، کبدی، آرتوروز، دیابت و بیماری‌های خود ایمنی. حجم نمونه با توجه به مقالات قبلی و نرم افزار G-Power (با سطح معناداری ۵ درصد، اندازه اثر ۰/۷۲ و توان آزمون ۰/۹۰ )، ۱۲ نفر در هر یک از گروه های چاق و با وزن طبیعی و در مجموع ۲۴ نفر تعیین شد. پس از احراز شرایط و همگن‌سازی آزمودنی‌ها از نظر سن، میزان فعالیت و رژیم غذایی، با توجه به شاخص توده بدنی در یکی از دو گروه چاق یا گروه با وزن طبیعی قرار داده شدند. روند اجرا در شکل ۱ آمده است.

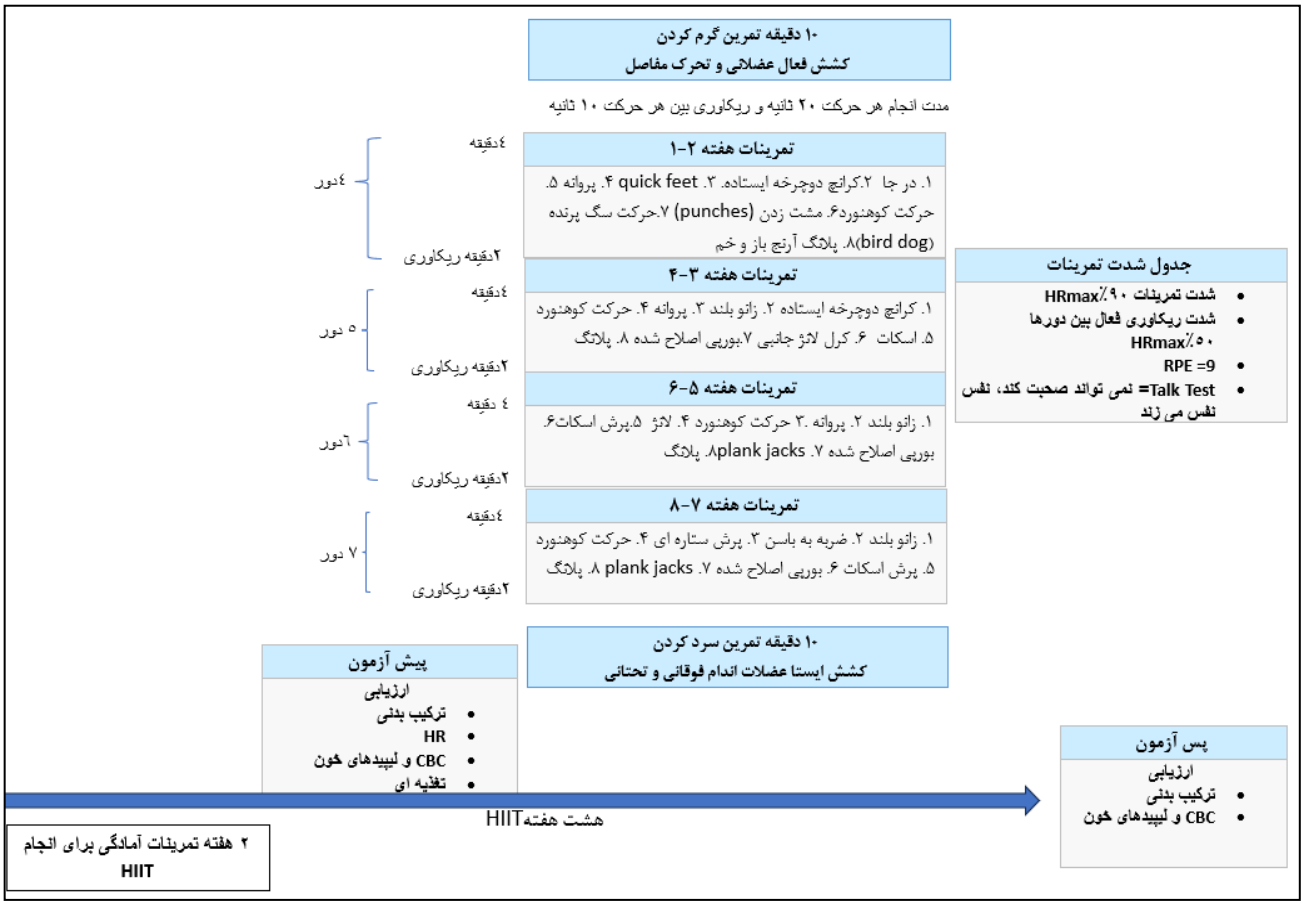



| گروه / شاخص | چاق (۱۲نفر) | وزن طبیعی(۱۲نفر) |
|---|---|---|
| سن | ۳۹/۳۳ ± ۵/۱۹ | ۳۸/۵۰ ± ۴/۹۴ |
| قد | ۱۵۸/۸۳ ± ۱/۱۴ | ۱۵۹/۱۷ ± ۱/۲۷ |
| وزن | ۸۴/۲۹ ± ۲/۷۹ | ۶۲/۳۰ ± ۰/۷۰ |
| BMI(Kg/m²) | ۳۳/۲۶ ± ۲/۴۸ | ۲۴/۵۸ ± ۰/۶۸ |
| WHR% | ۰/۹۶ ± ۰/۰۱ | ۰/۹۲ ± ۰/۰۲ |
| درصد چربی (PBF) | ۴۳/۰۳ ± ۰/۶۶ | ۳۳/۱۵ ± ۰/۸۹ |

**شکل ۱. فرآیند جذب و غربالگری زنان چاق و با وزن طبیعی برای پروتکل تحقیق و شاخص‌های ارزیابی شامل ترکیب بدن، پروفایل چربی و شاخص‌های قلبی_عروقی**

آزمودنی‌ها پس از توضیح و شرح کامل تحقیق، اهداف، روش تحقیق، تکمیل و اخذ فرم رضایت‌نامه و تکمیل پرسش‌نامه سلامت و سابقه ورزشی و یاد آمد غذایی (هیچ محدودیتی در رژیم غذایی وجود نداشت، اما به آزمودنی‌ها آموزش داده شد که الگوی غذایی و رفتار معمول خود را در مدت شرکت در تحقیق نگه دارند) وارد مرحله اجرایی طرح تحقیق شدند. سپس آزمودنی‌ها در یک پروتکل HIIT محقق ساخته، تحت نظارت محقق به مدت ۱۰ هفته، در بازه زمانی ساعت ۱۶:۰۰ الی ۱۷/۳۰ در باشگاه شرکت نمودند. از این مدت، ۲ هفته برای آشنایی با جلسه تمرین، یادگیری حرکات و انطباق تدریجی و افزایش شدت تمرین، به عنوان سازگاری با تمرینات در نظر گرفته شد. پروتکل HIIT به‌صورت ایستگاهی (شامل حرکاتی با وزن بدن در ۸ ایستگاه به مدت فعالیت ۲۰ ثانیه و ۱۰ ثانیه استراحت در هر ایستگاه و در هر دور (دورهای تمرینی هر ۲ هفته یکبار (۴- ۷ دور)، افزایش داشت)) و ۳ جلسه در هفته و با شدت ۹۰٪HRmax برای فعالیت‌ها صورت گرفت. روش اندازه‌گیری شدت فعالیت با استفاده از روش talk test و RPE (۱۴) و به طور تصادفی با استفاده از ضربان سنج ساعت هوشمند T500 انجام شد.

فعالیت HIIT با ۱۰ دقیقه تمرینات گرم کردن آغـاز و بـا ۱۰ دقیقه حرکات سرد کردن به پایان رسید. که در شـکل ۲ به آن اشاره شده است.




**شکل ۲. پروتکل HIIT، HIIT سه جلسه در هر هفته با ۴ دقیقه حرکات ترکیبی با شدت بالا (۲۰ ثانیه برای هر حرکت و ۱۰ ثانیه برای استراحت تناوبی) و سپس ۲ دقیقه ریکاوری، با دوره‌های ۴، ۵، ۶، ۷ بار در هر جلسه اجرا شد و با ۱۰ دقیقه کشش ایستا، پایان یافت.**

از آزمودنی‌هـا ۵ میلـی لیتـر خـون از وریـد بـازو و در حالت نشسته در دو مرحله ، پیش و پس‌آزمون بعـد از ۱۲ ساعت ناشتایی در بازه زمانی روزهای ۱۴-۱۶دوره قاعدگی و ۴۸ ساعت پـس از آخـرین جلسـه تمـرین گرفتـه شـد. داده‌های تن‌سنجی مشتمل بر قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI)، در صـد چربـی بـدن بـا اسـتفاده از دسـتگاه بیوالکتریکال ایمپدانس مدل GS7 کشور چین انجام شـد. لیپیدهای خون با استفاده از کیت بایرکس فـارس سـاخت ایران و CBC توسط دستگاه زیمنس آلمان مدل Advia 2120 اندازه‌گیری شد. هیچ‌کدام از آزمودنی‌هـا هزینـه‌ای برای شرکت در تحقیق پرداخت نکردند، مشخصات فـردی اشخاص به‌صورت محرمانه بود. این اطمینان بـه آنهـا داده شد که اطلاعات آنها به‌صورت کلی و بی‌نام منتشر می‌شود. آزمودنی‌هـا پـس از اتمـام تحقیـق در صـورت تمایـل می‌توانستند به اطلاعات خود دسترسی داشته باشند.

### روش‌های توصیف و تحلیل آماری

توصیف داده‌ها بـا اسـتفاده از شـاخص‌های میـانگین و انحراف معیار و بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک انجام شد. مقایسات درون‌گروهی بـا اسـتفاده از آزمـون t زوجـی و مقایسـات بین‌گروهـی بـا استفاده از آزمون t مستقل و یا تحلیـل کوواریـانس تحـت سطح معناداری ۰/۰۵ صورت گرفت. درضمن کلیه مراحـل

تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics نسخه ۲۴ (تحت ویندوز) انجام گرفت.

## یافته‌ها

بر اساس آزمون t زوجی، هشت هفته HIIT باعث کاهش معناداری در اکثر شاخص‌های تن‌سنجی در هر دو گروه چاق و با وزن طبیعی گردیده است (P <۰/۰۵) غیر از نسبت دور کمر به باسن گروه چاق که کاهش غیرمعنادار بود (P>۰/۰۵). بر اساس آزمون t مستقل بین دو گروه چاق و با وزن طبیعی از نظر متوسط سن و قد اختلاف آماری معنادار وجود نداشت (P>۰/۰۵). درضمن بر اساس مدل آنالیز کوواریانس و پس از تعدیل اثر مقادیر پایه، بین دو گروه چاق و با وزن طبیعی از نظر متوسط کاهش وزن (P=۰/۰۲۵)، متوسط کاهش شاخص توده بدنی (P=۰/۰۰۹) و متوسط کاهش درصد چربی بدن (P=۰/۰۳۱) اختلاف آماری معناداری مشاهده گردیده است و این در حالی است که بین دو گروه چاق و با وزن طبیعی از نظر متوسط کاهش نسبت دور کمر به باسن اختلاف آماری معناداری ملاحظه نشده است (P=۰/۱۷۷) (جدول ۱).

**جدول ۱. مقایسه بین گروهی و درون گروهی شاخص های تن سنجی آزمودنی ها در هر دو گروه آزمایشی قبل و بعد از مداخله ۸ هفته ای HIIT**

| گروه | چاق (n=۱۲) | | | با وزن طبیعی (n=۱۲) | | P-مقدار بین‌گروهی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نام متغیر | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | P-مقدار درون‌گروهی | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | P-مقدار درون‌گروهی | |
| سن | ۳۹/۳۳ ± ۵/۱۹ | - | - | ۳۸/۵۰ ± ۴/۹۴ | - | - | ۰/۶۹۱ |
| قد (cm) | ۱۵۸/۸۴ ± ۱/۱۴ | - | - | ۱۵۹/۱۷ ± ۱/۲۷ | - | - | ۰/۸۳۲ |
| وزن (kg) | ۸۴/۲۹ ± ۲/۷۹ | ۸۲/۶۸ ± ۲/۴۸ | *۰/۰۰۹ | ۶۲/۳۰ ± ۰/۷۰ | ۶۰/۵۶ ± ۰/۷۲ | *<۰/۰۰۱ | **۰/۰۲۵ |
| BMI(kg/m2) | ۳۳/۲۶ ± ۲/۴۸ | ۳۲/۶۵ ± ۲/۰۹ | *۰/۰۰۹ | ۲۴/۵۸ ± ۰/۶۸ | ۲۳/۸۸ ± ۰/۶۸ | *<۰/۰۰۱ | **۰/۰۰۹ |
| WHR% | ۰/۹۶ ± ۰/۰۱ | ۰/۹۵ ± ۰/۰۹ | ۰/۱۴۵ | ۰/۹۲ ± ۰/۰۲ | ۰/۹۰ ± ۰/۰۲ | *۰/۰۰۱ | ۰/۱۷۷ |
| PBF% | ۴۳/۰۳ ± ۰/۶۶ | ۴۲/۰۹ ± ۰/۶۷ | *<۰/۰۰۱ | ۳۳/۱۵ ± ۰/۸۹ | ۳۱/۲۰ ± ۰/۹۹ | *۰/۰۰۱ | **۰/۰۳۱ |

BMI: شاخص توده بدنی، WHR: نسبت دور کمر به باسن،PBF: درصد چربی بدن

* کاهش معنادار نسبت به پیش‌آزمون تحت سطح معناداری ۰/۰۵

** تفاوت معنادار بین افراد چاق و با وزن طبیعی از نظر تغییر شاخص‌های تن‌سنجی تحت سطح معناداری ۰/۰۵

بر اساس آزمون t زوجی، هشت هفته HIIT باعث کاهش معناداری در متوسط MPV در هر دو گروه چاق و با وزن طبیعی، کاهش معناداری در متوسط RDW فقط در افراد با وزن طبیعی، کاهش معناداری در متوسط Tg فقط در افراد با وزن طبیعی، افزایش معناداری در متوسط HDL فقط در افراد با وزن طبیعی و کاهش معناداری در متوسط LDL فقط در افراد چاق شده است (P <۰/۰۵). درضمن کاهش متوسط Cho در هیچ‌کدام از گروه‌های چاق و یا با وزن طبیعی معنادار نبود (P>۰/۰۵). بر اساس مدل آنالیز کوواریانس و پس از تعدیل اثر مقادیر پایه، بین دو گروه چاق و با وزن طبیعی از نظر متوسط کاهش MPV (P=۰/۰۴۵)، متوسط کاهش RDW (P=۰/۰۰۱) و متوسط افزایش HDL (P=۰/۰۴۵) اختلاف آماری معناداری مشاهده گردیده است و این در حالی است که بین دو گروه چاق و با وزن طبیعی از نظر متوسط کاهش Tg، Cho و LDL اختلاف آماری معناداری ملاحظه نشده است (P>۰/۰۵) (جدول ۲).

**جدول ۲ مقایسه بین گروهی و درون گروهی متغیرهای وابسته آزمودنی ها در هر دو گروه آزمایشی قبل و بعد از مداخله ۸ هفته ای HIIT**

| گروه | چاق (n=۱۲) | | | با وزن طبیعی (n=۱۲) | | P-مقدار بین‌گروهی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نام متغیر | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | P-مقدار درون‌گروهی | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | P-مقدار درون‌گروهی | |
| MPV(fl) | ۸/۸۰ ± ۱/۱۷ | ۸/۱۶ ± ۰/۹۸ | *۰/۰۰۷ | ۸/۵۸ ± ۰/۵۴ | ۷/۹۲ ± ۰/۴۲ | *۰/۰۰۴ | **۰/۰۴۵ |
| RDW% | ۱۳/۴۳ ± ۰/۹۷ | ۱۳/۲۰ ± ۰/۷۸ | ۰/۱۲۱ | ۱۲/۷۶ ± ۰/۶۲ | ۱۲/۳۷ ± ۰/۲۴ | *۰/۰۵ | **۰/۰۰۱ |
| Tg(mg/dl) | ۱۲۷/۶۷ ± ۳۸/۳۲ | ۱۱۹ ± ۴۰/۳۳ | ۰/۲۹۱ | ۱۱۸/۶۷ ± ۲۷/۵۷ | ۱۰۲/۷۵ ± ۲۲/۹۹ | *۰/۰۴۴ | ۰/۳۰۴ |
| Cho(mg/dl) | ۱۹۴/۷۵ ± ۲۷/۱۷ | ۱۹۵/۵۸ ± ۳۳/۷۶ | ۰/۸۹۶ | ۱۶۷/۵۸ ± ۳۴/۴۴ | ۱۵۴/۷۵ ± ۳۱/۵۸ | ۰/۱۹۱ | ۰/۱۲۱ |
| HDL(mg/dl) | ۴۰/۶۷ ± ۶/۶۳ | ۴۲ ± ۶/۳ | ۰/۲۶۰ | ۴۲/۹۲ ± ۳/۵۰ | ۴۶/۵۰ ± ۳/۷۰ | *۰/۰۰۵ | **۰/۰۴۵ |
| LDL(mg/dl) | ۱۱۱/۵۰ ± ۱۷/۱۳ | ۹۹/۸۳ ± ۲۱/۷۵ | *۰/۰۰۵ | ۱۰۶/۱۷ ± ۲۱/۴۶ | ۹۹/۵۰ ± ۱۴/۳۶ | ۰/۱۲۰ | ۰/۲۸۰ |

MPV : میانگین حجم پلاکت، RDW : پهنای توزیع گلبول قرمز، Tg : تری گلیسیرید، Cho : کلسترول، HDL : کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا، LDL : کلسترول لیپوپروتئین با چگالی پایین

* کاهش معنادار نسبت به پیش‌آزمون تحت سطح معناداری ۰/۰۵

** تفاوت معنادار بین افراد چاق و با وزن طبیعی از نظر تغییر متغیرهای وابسته تحت سطح معناداری ۰/۰۵

## بحث و نتیجه‌گیری

هشت هفته HIIT باعث کاهش معنادار MPV در هر دو گروه چاق و با وزن طبیعی و همچنین کاهش معنادار RDW فقط در افراد با وزن طبیعی گردید. درضمن بین دو گروه چاق و با وزن طبیعی از نظر میزان کاهش MPV و RDW و افزایش HDL اختلاف معناداری مشاهده شد. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که ترکیب بدنی تأثیری بر پاسخ MPV به HIIT ندارد؛ زیرا پاسخ‌ها در گروه‌های دارای وزن طبیعی و چاق مشابه است؛ ولی این مطالعه نشان داد که ترکیب بدنی تأثیری بر پاسخ RDW و HDL به HIIT دارد و این تأثیر در گروه با وزن طبیعی باعث تغییرات معنادار در این شاخص‌ها شد؛ ولی در گروه چاق باعث تغییرات معناداری نشد. به نظر می‌رسد تغییرات بالقوه در مقدار RDW و HDL در گروه چاق احتمالاً به تغییرات خیلی بیشتر در ترکیب بدنی و درصد چربی بدنی و دیگر فاکتورهای مؤثر، در این افراد نیاز داشته باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مقدار MPV در گروه چاق و با وزن طبیعی کاهش معناداری داشت که این با تحقیق برخی از محققان هم خوانی دارد. کردی و همکاران (۲۰۲۳) در یک مطالعه اثر دو نوع HIIT را بر روی عوامل انعقادی و فیبرینولیتیک بر روی دختران جوان دارای اضافه‌وزن بررسی نموده و نشان دادند که در گروه HIIT که پروتکل تمرین آن سه جلسه تمرین در هفته و هر جلسه ۴ ست سی‌ثانیه‌ای دویدن با ۲ دقیقه استراحت بین ست‌ها بود، MPV کاهش معناداری داشت (۱۵).

در مقابل زار و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر HIIT در صبح و عصر را بر شاخص‌های پلاکتی و ترومبوسیتوز مطالعه نموده و نشان دادند که MPV در صبح و عصر افزایش داشته ولی در نوبت عصر افزایش معنادار بود (۱۶). تمرینات ورزشی می‌تواند اثرات مفیدی بر پلاکت‌ها از طریق مکانیسم‌های مختلف داشته باشد. در تمرینات ورزشی، جریان ضربانی در آئورت افزایش‌یافته و احتمالاً باعث آزادسازی و افزایش اکسید نیتریک (NO) می‌شود که یک میانجی قدرتمند ضدپلاکتی و سرکوب واکنش پلاکتی است، همچنین تمرینات ورزشی مقدار HDL را افزایش می‌دهد که می‌تواند تولید پلاکت را تحریک کرده و در نتیجه فعالیت پلاکتی را کاهش دهد (۱۷). همان‌طور که قبلاً گفته شد MPV یک پارامتر ساده است که افزایش فعال‌شدن پلاکت را نشان می‌دهد. MPV در برخی از بیماری‌هایی که فیزیوپاتولوژی آنها شامل التهاب، هیپوکسی و آسیب اندوتلیال عروقی مانند CVD افزایش می‌یابد. وجود التهاب، اینترلوکین-۶ (IL-6) را آزاد

می‌کنند که مگاکاریوسیت‌ها را تحریک کرده و تولید پلاکت‌هایی با گرانول‌های بزرگ‌تر را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش MPV می‌شود. پلاکت‌های بزرگ به‌طورکلی نشان‌دهنده افزایش فعال‌شدن پلاکت هستند، آنها حاوی گرانول‌های بیشتری و ترومبوکسان A2 هستند و گیرنده‌های گلیکوپروتئین Ib و IIb/IIIa بیشتری را بیان می‌کنند. بنابراین، پلاکت‌های بزرگ‌تر سریع‌تر و قوی‌تر به کلاژن متصل می‌شوند و احتمالاً حوادث ترومبوآمبولیکی را افزایش می‌دهند (۱۸). شواهد نشان می‌دهد که فعالیت ورزشی ابزار بالینی کارآمدی است که التهاب مزمن را محدود کرده و سیستم ایمنی را فعال کرده و سطح میوکین ضدالتهابی IL-6 را افزایش می‌دهد (۱۹). کاهش MPV پس از HIIT را احتمالا می‌توان با اثر ضدالتهابی فعالیت ورزشی توضیح داد. تناقضات در نتایج مطالعات را هم می‌توان با جنبه‌های مختلف فعالیت ورزشی مؤثر بر عملکرد پلاکت‌ها مانند شدت تمرین، مدت‌زمان و سطوح مختلف آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها، سازگاری‌ها با تمرینات، جنسیت توضیح داد (۱۱).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مقدار RDW در هر دو گروه کاهش یافته بود، که این در راستای برخی از تحقیقات است. کایمی و همکاران (۲۰۲۳) پهنای توزیع گلبول‌های قرمز، شاخص‌های گلبول قرمز و شاخص افزایش طول گلبول قرمز را در گروهی از افراد تمرین کرده و تمرین نکرده بررسی و بیان کردند که مقدار RDW در افراد تمرین کرده کمتر از افراد تمرین نکرده است (۲۰). ادواردز و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای که بر روی فعالیت بدنی و آمادگی قلبی_تنفسی افراد داشته بیان نموده که افرادی که فعالیت بدنی متوسط تا شدیدی داشتند مقدار RDW در آنها کمتر از افراد بی تحرک بود (۲۱). لوپرینزی و همکاران (۲۰۱۵) ارتباط بین فعالیت‌های تقویت عضلات و RDW را بررسی نموده و بیان کردند که افزایش فعالیت‌های تقویت‌کننده عضلانی (مانند وزنه زدن، فشاردادن، و دراز و نشست و...)، مقدار RDW را کاهش می‌دهد (۲۲). همچنین این محقق در تحقیق دیگری (۲۰۱۵) رابطه بین فعالیت بدنی و الگوهای غذایی روزانه با RDW را در میان یک نمونه از بزرگسالان ایالات متحده بررسی کرده و نشان داد که فعالیت بدنی با RDW ارتباط معکوس دارد ولی با رژیم غذایی چنین رابطه ای وجود ندارد، و اعلام نمودند که اتخاذ فعالیت بدنی منظم احتمالاً از طریق تغییرات در RDW به جلوگیری از بیماری قلبی_عروقی و مرگ و میر کمک نماید (۲۳). در مقابل برخی از محققان تغییر قابل‌توجهی در مقدار RDW مشاهده نکردند یا شاهد افزایش آن بودند. بارتو و همکاران (۲۰۲۴) اثر ۶ ماه تمرین کراس‌فیت را بر روی سازگاری‌های خونی در مردان و زنان بررسی نموده و دریافتند که مقدار RDW در طول ۶ ماه در زنان تغییر چندانی نداشت و در مردان در ماه ششم نسبت به ماه دوم افزایش معناداری داشت (۲۴). احمدی و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر دو نوع پروتکلHIIT را بر برخی شاخص‌های هماتولوژی خون دختران غیرفعال دارای اضافه وزن و چاق بررسی نموده و نشان دادند که مقدار RDW پس از ۴ هفته تمرین HIIT در هر دو گروه آزمایشی افزایش یافته بود (۲۵). جعفری و همکاران (۲۰۱۹) اثر ۱۲ هفته دویدن (سه بار در هفته)، با شدت بین ۷۵ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب را بر شمارش گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها و عرض توزیع گلبول‌های قرمز در مردان میانسال تمرین نکرده بررسی کرده و بیان نمودند که مقدار RDW در گروه تجربی افزایش معناداری داشت (۲۶).

همان‌طور که بیان شد و مطالعات نیز نشان داده RDW به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده در پاتولوژی‌های مختلف از جمله CVD مورد استفاده قرار گرفته است. در بسیاری از موارد، افزایش RDW با التهاب سیستمیک و بیماری‌های وخیم مرتبط بوده؛ اما مکانیسم‌های

پاتوفیزیولوژیک دقیق آن معلوم نیست. اریتروپویتین یک عامل کلیدی تعیین‌کننده RDW است و هر شرایطی که بر فعالیت اریتروپویتین اثرگذار باشد (مانند التهاب، بیماری اولیه کلیوی، نارسایی قلبی، نارسایی مغز استخوان) احتمالاً منجر به افزایش مقادیر RDW می‌گردد، همچنین RDW بالاتر با سندرم متابولیک (MS) همراه است، سیتوکین‌های پیش التهابی بلوغ گلبول‌های قرمز ناشی از اریتروپویتین را مهار می‌کنند که احتمالاً منجر به افزایش RDW می‌شود (۲۷). فعالیت‌های منظم ورزشی اثرات ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی دارد. شیوه‌های مختلف تمرینی باعث کاهش سیتوکین‌های پیش‌التهابی می‌شود (۲۸). اثر سرکوب‌کننده سیتوکین‌های پیش‌التهابی بر روی مغز استخوان و تشکیل واحدهای تشکیل‌دهنده انفجار اریتروئید ممکن است با اثرات ضدالتهابی تمرین ورزشی خنثی شود. به طور فرضی و احتمالی، این می‌تواند منجر به اریتروپوئزیس کارآمدتر و کاهش RDW شود (۲۹). همچنین تمرینات ورزشی احتمالاً تغییر شکل گلبول قرمز را تعدیل کرده و نسبت شکل غیرطبیعی گلبول‌های قرمز را کاهش داده و بنابراین منجر به افزایش کیفیت اکسیژن‌رسانی می‌شود. علاوه بر این تمرینات ورزشی غلظت ۲،۳-دی فسفوگلیسرات گلبول‌های قرمز و ظرفیت انتقال اکسیژن را افزایش می‌دهد (۳۰). در پژوهش حاضر با وجود کنترل‌های بسیار مجری پژوهش کماکان محدودیت‌هایی نیز وجود داشت نظیر عدم امکان کنترل مسائل روانی اثرگذار آزمودنی، میزان خواب و استراحت روزانه آزمودنی‌ها، فعالیت‌های بدنی و تغذیه‌ای گزارش نشده آزمودنی‌ها.

در نتیجه‌گیری کلی، هر دو شاخص MPV و RDW شاخص‌های پیش‌آگهی مفید، ارزان و در دسترس برای بیماری‌های التهابی، بخصوص CVD هستند. با توجه به اینکه چاقی ارتباط نزدیکی با CVD داشته و فعالیت ورزشی منظم یک روش پیشگیری غیردارویی برای CVD است و از آنجایی که HIIT یک فعالیت ورزشی با مدت کوتاه ولی با اثرات مشابه فعالیت‌های MICT است، احتمالاً یک راهکار طولانی‌مدت و جذاب برای دستیابی به مزایای سلامتی فعالیت منظم بدنی، بخصوص برای پیشگیری از CVD باشد.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان بدین‌وسیله از کلیه افرادی که در انجام این تحقیق مشارکت و بخصوص آزمودنی‌هایی که در انجام این تحقیق همکاری لازم را داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

## تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای انتشار این مقاله ندارند.

## حمایت مالی

این تحقیق از هیچ‌گونه حمایت مالی برخوردار نبود.

## مشارکت نویسندگان

وحید ساری صرّاف: راهنمایی و نظارت بر انجام کار، ویرایش و تکمیل گزارش نهایی مقاله. جواد وکیلی: راهنمایی و مشاوره در تجزیه و تحلیل آماری. مرجان فخری کلیبر: طراحی و مجری تمرینات، اندازه‌گیری‌های علمی و میدانی، تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، نوشتن پیش‌نویس خام مقاله.

## ملاحظات اخلاقی

مرحله اجرایی تحقیق پس از تأیید کمیته اخلاق زیست_ پزشکی از دانشگاه تبریز با کد IR.TABRIZU.REC.1402.066 و با توجه به استانداردهای اعلامیه هلسینکی (۲۰۰۸) و اخذ رضایت‌نامه کتبی آگاهانه از کلیه آزمودنی‌ها صورت گرفت.

## References


1. Yousefi B, Sanaie S, Ghamari AA, Soleimanpour H, Karimian A, Mahmoodpoor A. Red cell distribution width as a novel prognostic marker in multiple clinical studies. Indian Journal of Critical Care Medicine: Peer-reviewed, Official Publication of Indian Society of Critical Care Medicine. 2020;24(1):49.
2. Salvagno GL, Sanchis-Gomar F, Picanza A, Lippi G. Red blood cell distribution width: a simple parameter with multiple clinical applications. Critical reviews in clinical laboratory sciences. 2015;52(2):86-105.
3. Korniluk A, Koper-Lenkiewicz OM, Kamińska J, Kemona H, Dymicka-Piekarska V. Mean platelet volume (MPV): new perspectives for an old marker in the course and prognosis of inflammatory conditions. Mediators of inflammation. 2019;2019(1):9213074.
4. Welsh A, Hammad M, Piña IL, Kulinski J. Obesity and cardiovascular health. European Journal of Preventive Cardiology. 2024;31(8):1026-35.
5. Pakhare M, Anjankar A. Critical Correlation Between Obesity and Cardiovascular Diseases and Recent Advancements in Obesity. Cureus. 2024;16(1).
6. Csige I, Ujvárosy D, Szabó Z, Lőrincz I, Paragh G, Harangi M, et al. The impact of obesity on the cardiovascular system. Journal of diabetes research. 2018;2018(1):3407306.
7. Nkambule BB, Mxinwa V, Nyambuya TM, Dludla PV. The mean platelet volume and atherosclerotic cardiovascular-risk factors in adults with obesity: a systematic review and meta-analysis of observational studies. BMC nutrition. 2022;8(1):47.
8. Petridou A, Siopi A, Mougios V. Exercise in the management of obesity. Metabolism. 2019;92:163-9.
9. Campbell WW, Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Jakicic JM, et al. High-intensity interval training for cardiometabolic disease prevention. Medicine and science in sports and exercise. 2019;51(6):1220.
10. Coates AM, Joyner MJ, Little JP, Jones AM, Gibala MJ. A perspective on high-intensity interval training for performance and health. Sports Medicine. 2023;53(Suppl 1):85-96.
11. Yazici M, Kaya A, Kaya Y, Albayrak S, Cinemre H, Ozhan H. Lifestyle modification decreases the mean platelet volume in prehypertensive patients. Platelets. 2009;20(1):58-63.
12. Garai B, Chatterjee S, Mondal S, Mondal T. Effect of exercise on platelet variables: An overview. Int J Phys Educ Sports Health. 2017;4(3):506-10.
13. Belviranli M, Okudan N, Kabak B. The effects of acute high-intensity interval training on hematological parameters in sedentary subjects. Medical Sciences. 2017;5(3):15.
14. Orizola-Cáceres I, Cerda-Kohler H, Burgos-Jara C, Meneses-Valdes R, Gutierrez-Pino

R, Sepúlveda C. Modified Talk Test: a randomized cross-over trial investigating the comparative utility of two “Talk Tests” for determining aerobic training zones in overweight and obese patients. Sports Medicine-Open. 2021;7:1-8.

15. Kordi MR, Dokhtabdiyan R, Ahmadi A, Soori R, Akvan A. Comparison of the Effects of Two Different Protocols of High-Intensity Interval Training (HIIT) on Some Coagulation and Fibrinolytic Factors in Overweight Young Women. 2023.
16. Zar A, Ahmadi F, Krustrup P, Fernandes RJ. Effect of high-intensity interval exercise in the morning and evening on platelet indices and exercise-induced thrombocytosis. Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies. 2020;7(3):e104417.
17. Durmuş İ, Kalaycıoğlu E, Çetin M, Şahin HB, Kırış T. Exercise-based cardiac rehabilitation has a strong relationship with mean platelet volume reduction. Arquivos brasileiros de cardiologia. 2021;116:434-40.
18. Kallel S, Kchaou K, Kharrat I, Chaabouni MA, Ayedi S, Charfeddine I. Association between mean platelet volume and cardiovascular disease in obstructive sleep apnea syndrome. SAGE Open Medicine. 2023;11:20503121231181634.
19. Ilie O, Iordan DA, Codreanu CM, Matei D, Galaction AI. Anti-inflammatory effects of exercise training. A systematic review. Balneo and PRM Research Journal. 2021;12(4):418-25.
20. Caimi G, Carlisi M, Presti RL. Red Blood Cell Distribution Width, Erythrocyte Indices, and Elongation Index at Baseline in a Group of Trained Subjects. Journal of Clinical Medicine. 2023;13(1):151.
21. Edwards MK, Loprinzi PD. Associations between accelerometer-assessed sedentary behavior, physical activity and objectively-measured cardiorespiratory fitness with red blood cell distribution width. International Journal of Cardiology. 2016;221:755-8.
22. Loprinzi PD, Loenneke JP, Abe T. The association between muscle strengthening activities and red blood cell distribution width among a national sample of US adults. Preventive medicine. 2015;73:130-2.
23. Loprinzi PD, Hall ME. Physical activity and dietary behavior with red blood cell distribution width. Physiology & behavior. 2015;149:35-8.
24. Barreto AC, Leitão L, Vianna J, Poderoso R, Reis VM, Cirilo-Sousa M, et al. Do Men and Women Differ in Hematological Adaptations to 24 Weeks of Crossfit® Training? Journal of Human Kinetics. 2024;90:101.
25. Ahmadi A, Abdiyan RD. Compare the effects of two high intense interval training (HIIT) protocol on some hem rheological markers in young overweight and obese women. Alborz University Medical Journal. 2017;6(3):211-8.
26. Jafari M. Effect of running training on white blood cells and platelets count and red blood cells distribution width in

untrained middle-aged men. International Journal of Sport Studies for Health. 2019;2(1).

27. Xanthopoulos A, Tryposkiadis K, Dimos A, Bourazana A, Zagouras A, Iakovis N, et al. Red blood cell distribution width in elderly hospitalized patients with cardiovascular disease. World journal of cardiology. 2021;13(9):503.
28. Wang S, Zhou H, Zhao C, He H. Effect of exercise training on body composition and inflammatory cytokine levels in overweight and obese individuals: a systematic review and network meta-analysis. Frontiers in immunology. 2022;13:921085.
29. Van Craenenbroeck EM, Pelle AJ, Beckers PJ, Possemiers NM, Ramakers C, Vrints CJ, et al. Red cell distribution width as a marker of impaired exercise tolerance in patients with chronic heart failure. European journal of heart failure. 2012;14(1):54-60.
30. Nishiyama Y, Niiyama H, Harada H, Katou A, Yoshida N, Ikeda H. Effect of exercise training on red blood cell distribution width as a marker of impaired exercise tolerance in patients with coronary artery disease. International Heart Journal. 2016;57(5):553-7.

# Effect of eight weeks of high-intensity interval training on red cell distribution width and mean platelet volume in inactive normal-weight and obese women

***Sari Sarraf V*[1*], *Vakili J*[2,3], *Fakhri Kaleybar M*[4]**

*1. Full Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran, sarraf@tabrizu.ac.ir*

*2. Associate Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran*

*3. Associate Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran*

*4. PhD Student of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran*

Received: *2024/8/6* Accepted: *2024/12/25*

## Abstract

***Background:*** The predictive role of mean platelet volume (MPV) and red cell distribution width (RDW) in cardiovascular diseases has been proven. High-intensity interval training (HIIT) is a sustainable and effective method for improving cardiorespiratory fitness. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of eight weeks of HIIT on MPV and RDW in inactive, normal-weight, and obese women.

***Materials and Methods:*** In this semi-experimental research, 24 participants were voluntarily selected from a population of inactive, healthy, obese women and healthy women of normal weight aged 30 to 45 years. They were divided into two experimental groups, each consisting of 12 participants (normal-weight and obese). Both groups were in a circuit HIIT protocol for eight weeks, three sessions per week with an intensity of 90% HRmax for related exercises. Blood sampling was taken on two occasions: once before and once after a 12-hour fasting period and again 48 hours after the last training session. The analysis of covariance (ANCOVA) statistical test was employed to analyze variables at a significance level of $P < 0.05$.

***Results:*** The results indicated that there was a statistically significant difference between the two obese and normal weight groups in the average decreases in MPV (P=0.045), red blood cell distribution width (RDW) (P=0.001), and high-density lipoprotein (HDL) (P=0.045).

***Conclusion:*** High-intensity exercise may modulate MPV and other cardiovascular disease risk factors, such as high body mass index and high body fat percentage in middle-aged women, suggesting an effective, inexpensive, and accessible non-pharmacological method for reducing the risk of cardiovascular diseases.

***Keywords:*** High-intensity interval training (HIIT), Red blood cell distribution width (RDW), Mean platelet volume, Obesity.

***Citation:*** Sari Sarraf V, Vakili J, Fakhri Kaleybar M. Effect of eight weeks of high-intensity interval training on red cell distribution width and mean platelet volume in inactive normal-weight and obese women. Yafte. 2025; 27(1):1-13.