

## تأثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت‌های مختلف بر عوامل التهابی و ضدالتهابی در مردان چاق

## چکیده

دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۲۷ ویرایش: ۱۳۹۹/۰۶/۰۴ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۲۱ آنلاین: ۱۳۹۹/۰۹/۰۱

**زمینه و هدف:** چاقی با التهاب مزمن در افراد چاق همراه است که منجر به افزایش سایتوکین‌های التهابی می‌شود. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت‌های مختلف بر عوامل التهابی و ضد التهابی در مردان چاق بود.

**روش بررسی:** در یک کارآزمایی نیمه تجربی طی خرداد تا مرداد ۱۳۹۹، ۴۴ مرد چاق از شهر تهران انتخاب و به صورت تصادفی به چهار گروه شامل گروه یک: کنترل (۱۱ نفر)، گروه دو: تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت پایین (۱۱ نفر)، گروه سه: تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت متوسط (۱۱ نفر) و گروه چهار: تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا (۱۱ نفر) تقسیم شدند. تمرین مقاومتی سه جلسه در هفته و به مدت ۱۲ هفته انجام شد. سطح اینترلوکین ۱۰ (IL-10) و اینترلوکین ۱ (IL-1β) و اینترلوکین ۱۰ (IL-10) سرم با استفاده از کیت و به روش الایزا اندازه‌گیری شد. داده‌ها به روش Analysis of covariance در سطح معناداری ( $P < 0/005$ ) تجزیه و تحلیل شد.

**یافته‌ها:** ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت پایین، متوسط و بالا موجب کاهش معنادار سطوح IL-1β ( $P = 0/001$ ) و افزایش معنادار سطوح IL-10 در مردان چاق شد ( $P = 0/001$ ). کاهش IL-1β در گروه تمرین شدت بالا نسبت به گروه‌های تمرین شدت پایین ( $P = 0/009$ ) و شدت متوسط ( $P = 0/046$ ) معنادار بود. همچنین افزایش سطوح IL-10 در گروه تمرین شدت بالا نسبت به گروه تمرین شدت پایین ( $P = 0/002$ ) و گروه تمرین شدت متوسط نسبت به گروه تمرین شدت پایین ( $P = 0/004$ ) معنادار بود.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌ها، تمرینات مقاومتی تأثیر مطلوبی بر عوامل التهابی و ضدالتهابی در مردان چاق دارد و تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا مزایای بیشتری به همراه داشت.

**کلمات کلیدی:** التهاب، اینترلوکین ۱، اینترلوکین ۱۰، چاقی، تمرین مقاومتی.

سعید امامدوست<sup>۱</sup>، آسیه عباسی  
دلویی<sup>۱\*</sup>، علیرضا براری<sup>۱</sup>، ایوب  
سعیدی<sup>۲</sup>

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد آیت‌الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.  
۲- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران.

\* نویسنده مسئول: آمل، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آیت‌الله آملی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۰۱۱-۴۴۱۵۰۹۴۹  
E-mail: abbasi.dalooi@gmail.com

## مقدمه

اضافه وزن هستند و در این بین، بیش از نیم میلیارد نفر چاق هستند<sup>۱</sup>. چاقی با اختلالات متابولیکی جدی مانند مقاومت به انسولین، دیابت نوع دو، استئاتوز کبدی و بیماری‌های قلبی عروقی ارتباط نزدیکی دارد که باعث عوارض و مرگ‌ومیر قابل توجهی در سراسر جهان می‌شود.<sup>۲</sup> شواهد نشان می‌دهد که چاقی با التهاب مزمن درجه پایین همراه است که نکته اصلی در شروع و پیشرفت بیماری‌های متابولیکی

افزایش چشمگیر چاقی و اختلالات مرتبط با آن طی چند دهه در سطح جهان رخ داده است و همه گروه‌های سنی نیز درگیر شده‌اند. شیوع چاقی در بزرگسالان در چهار دهه گذشته به طرز چشمگیری افزایش یافته است. تقریباً دو میلیارد بزرگسال در سراسر جهان دچار

مردان چاق گزارش شده است.<sup>۱۷</sup> همانطور که بیان شد در مطالعات انجام شده در این زمینه در برخی موارد نتایج متفاوتی به دست آمده و گزارش‌های ارایه شده با ابهام همراه است.

بیماری‌های مزمن ناشی از چاقی برای افراد، خانواده‌ها و جوامع نگران‌کننده هستند، زیرا کیفیت زندگی را کاهش می‌دهند و درمان آنها نیاز به منابع مالی قابل توجه و مراقبت‌های بهداشتی دارد. بنابراین باید رویکرد مؤثری برای بهبود این شرایط در نظر گرفته شود. تمرین مقاومتی با بهبود وضعیت التهابی در افراد دارای اضافه وزن همراه می‌باشد.<sup>۱۸</sup> هرچند مکانیسم این تغییرات مشخص نیست اما به نظر می‌رسد که تمرین مقاومتی با تغییر در تولید سایتوکین‌های التهابی و ضدالتهابی موجب بهبود مقاومت انسولینی می‌شود که تحت تأثیر شدت فعالیت قرار می‌گیرد. بنابراین، دلیل منطقی قوی برای اهمیت دادن به این نوع تمرینات در برنامه‌های بهبود شیوه زندگی برای جلوگیری یا درمان چاقی و اضافه وزن به ویژه در افراد چاق وجود دارد. باتوجه به رابطه شاخص‌های التهابی با بیماری‌ها، تنظیم مقدار سایتوکین‌ها عامل مهمی در سلامت افراد چاق محسوب می‌شود و بدون شک انتخاب تمرینات ورزشی با شدت مناسب نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کند. تمرینات مقاومتی بخش مهمی از مداخلات سبک زندگی برای کنترل وزن و سلامتی می‌باشند با این حال، نتایج پژوهش‌ها در این زمینه متناقض می‌باشد، بنابراین هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت‌های مختلف بر سطوح اینترلوکین ۱ بتا و اینترلوکین ۱۰ در مردان چاق می‌باشد.

## روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و روش آن نیمه تجربی می‌باشد که به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل انجام گرفت. این مطالعه با تایید کمیته اخلاق با شماره IR.IAU.M.REC.1399.013 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله آملی در سال ۱۳۹۹ اجرا گردید. جامعه آماری این پژوهش را مردان چاق داوطلب شهر تهران تشکیل می‌دهند که از طریق فراخوان در مراکز عمومی و اداری انتخاب شدند. بر این اساس، پس از ارزیابی‌های بالینی اولیه شامل شرح حال، سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی، معاینات بالینی و تشخیصی، تعداد ۵۰ آزمودنی براساس معیارهای ورود برای شرکت در تحقیق انتخاب

مرتبط با چاقی به ویژه مقاومت به انسولین، دیابت نوع دو، بیماری کبد چرب غیرالکلی و آترواسکلروز است.<sup>۱۹</sup> التهاب به دلیل چاقی اتفاق می‌افتد و مطالعات نشان داده‌اند که ممکن است نقشی تعیین‌کننده در هموستاز داشته باشد.<sup>۲۰</sup> بنابراین، تأثیر التهاب مرتبط با چاقی در شروع و کنترل این بیماری‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است.<sup>۶</sup> مطالعات نشان داده‌اند که اینترلوکین ۱ بتا (Interleukin-1beta) (IL-1β) در افراد چاق افزایش می‌یابد و باعث اختلال در سیگنال دهی انسولین می‌شود.<sup>۲۱</sup> IL-1β از سلول‌های اپیتلیال و ماکروفاژها ترشح می‌شود و واسطه اصلی پاسخ التهابی است. این یافته‌ها نشان می‌دهند که التهاب در پاتوژنز اختلالات متابولیک ناشی از چاقی بسیار مهم است.<sup>۹</sup> از طرفی، التهاب ناشی از چاقی با کاهش سایتوکین‌های ضد التهابی مانند اینترلوکین ۱۰ (Interleukin-10, IL-10) همراه است.<sup>۱۰</sup> IL-10 یک سایتوکین ۱۸ کیلو دالتونی است که به‌طور عمده توسط ماکروفاژها تولید و ترشح می‌شود.<sup>۱۱</sup> این سایتوکین نقش مهارکننده ایمنی دارد و بیان ژن‌های التهابی را مهار می‌کند. IL-10 می‌تواند تولید سایتوکین‌های متعددی مانند IL-1β و گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر را مهار نماید.<sup>۱۲</sup> مکانیسم عمل IL-10 از طریق مهار فعال‌سازی فاکتور هسته‌ای کاپایی (NF-κB) است. افزایش IL-10 در حالت التهاب باعث کاهش سایتوکین‌های التهابی و کاهش اثرات منفی التهاب می‌شود در مقابل، کاهش IL-10 شدت التهاب را به دلیل عملکرد این سایتوکین برای مهار اثرات پیش التهابی افزایش می‌دهد.<sup>۱۳،۱۱</sup>

تغییر شیوه زندگی در جهت افزایش سطح فعالیت بدنی، در کنترل وزن و کاهش التهاب مفید خواهد بود. بررسی اثرات ورزش بر عوامل التهابی همواره مورد توجه محققان بوده است. به دلیل تنوع فعالیت‌های ورزشی، الگوها و آزمودنی‌های متفاوتی در زمینه اثر فعالیت ورزشی بر عوامل التهابی مورد بررسی قرار گرفته است. گزارش شده است که تمرین مقاومتی با کاهش خطر التهاب مزمن درجه پایین و بهبود بیماری‌های متابولیکی همراه می‌باشد.<sup>۱۴</sup> در همین راستا، در تحقیقی نشان داده شده است که هشت هفته تمرین مقاومتی با شدت ۴۰٪ تا ۹۰٪ موجب افزایش معنادار IL-10 در زنان چاق می‌شود.<sup>۱۵</sup> با این حال، Rahimian و همکاران پس از هشت هفته تمرینات مقاومتی با شدت ۶۰٪ تا ۸۵٪ یک تکرار بیشینه تغییر معناداری را در میزان IL-10 زنان چاق مشاهده نکردند.<sup>۱۶</sup> همچنین عدم تغییر معنادار IL-1β پس از هشت هفته تمرینات مقاومتی در

یک تکرار بیشینه گرفته شد. پس از دو روز، آزمودنی‌ها به آزمایشگاه مراجعه کرده و برای ارزیابی مقادیر IL-1 $\beta$  و IL-10 از آنها خونگیری شد. سپس گروه‌های تجربی ۱۲ هفته برنامه تمرین را انجام دادند. در پایان مجدداً ویژگی‌های آنروپومتری و خونگیری دریافت شد.

وضعیت رژیم غذایی با ثبت غذاهای مورد استفاده طی سه روز (دو روز هفته و یک روز آخر هفته) پیش از شروع تمرین و پس از مطالعه برای ارزیابی تغییرات در رژیم غذایی معمول در طول زمان ثبت شد. هر ماده غذایی به صورت جداگانه وارد قسمت تجزیه و تحلیل رژیم غذایی نسخه ۱۰ پلاس (Cengage, Boston, MA, USA) شد و کل انرژی مصرفی و همچنین مقدار انرژی حاصل از پروتئین‌ها، چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها محاسبه شد. تحلیل داده‌های ثبت غذایی حاکی از عدم تفاوت معنادار در مصرف مقادیر پروتئین، چربی و کربوهیدرات و میزان کالری دریافتی بین گروه‌ها پیش و پس از دوره تمرینی بود. پروتکل تمرین مقاومتی دایره ای شامل هشت حرکت بالا تنه و پایین تنه (اسکات، جلو بازو، پرس سینه، باز کردن زانو، خم کردن زانو، سرشانه با هالتر، پرس پا، زیربغل سیم‌کش از پشت) بود که به صورت دایره‌ای و در شدت‌های مختلف به صورت زیر انجام شد.<sup>۲۰،۹</sup>

گروه یک: گروه تمرین دایره‌ای با شدت بالا: سه ست ۱۰ تکراری با ۸۰٪ IRM

گروه دو: گروه تمرین دایره‌ای با شدت متوسط: سه ست ۱۳ تکراری با ۶۰٪ IRM

گروه سه: گروه تمرین دایره‌ای با شدت پایین: سه ست ۲۰ تکراری با ۴۰٪ IRM

حجم تمرین بر اساس فرمول ارایه شده توسط Baechle و همکاران محاسبه شد (مقدار وزنه  $\times$  تعداد تکرار  $\times$  تعداد ست = حجم تمرین). استراحت بین ست‌ها دو دقیقه و به صورت غیرفعال بود. یک تکرار بیشینه (IRM) آزمودنی‌ها با استفاده از معادله Brzycki محاسبه شد: روش تعیین یک تکرار بیشینه به این صورت است که ابتدا فرد با وزنه سبک گرم می‌کند سپس وزنه‌ای انتخاب می‌کند که حداکثر تا ۱۰ تکرار بتواند انجام دهد. اگر وزنه سبک باشد و تعداد تکرارها بیشتر از ۱۰ تکرار شد، پس از کمی استراحت وزنه بیشتری انتخاب می‌شود تا جایی که بتواند کمتر از ۱۰ تکرار انجام دهد. مقدار وزنه و تعداد تکرارها در هر حرکت ثبت و سپس در فرمول قرار داده می‌شود.

شدند در نهایت با توجه به جدول مورگان از ۴۴ آزمودنی دعوت شد تا در جلسه توجیهی شرکت کنند. معیارهای ورود به مطالعه یا شرایط انتخاب آزمودنی‌ها شامل موارد ذیل می‌باشد: سن ۲۳-۳۵ سال، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن با توجه به پرسشنامه سابقه پزشکی (بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، انواع سرطان‌ها و ناراحتی‌های کلیوی و گوارشی و یا هرگونه آسیب و یا مشکلی که آنها را از شرکت در فعالیت بدنی محدود کند)، دارا بودن شرایط BMI=۳۰ و Waist-to-height ratio (WHtR) > ۰/۵ و عدم داشتن سابقه ورزشی طی شش ماه اخیر، نداشتن سابقه اختلالات خواب، غیرسیگاری و عدم مصرف هر نوع مکمل، الکل، مواد کافئین‌دار و درمان دارویی. همچنین معیارهای خروج آزمودنی‌ها از مطالعه عبارتند از غیبت بیش از یک جلسه در برنامه تمرینات ورزشی، بروز حادثه، آسیب، ابتلا به بیماری‌های آسیب‌زا و بروز هر عامل مداخله‌گری که بر شرکت موثر آزمودنی‌ها در جلسات تمرین اثرگذار باشد. در یک جلسه جداگانه بعد از انجام معاینات پزشکی، هدف از انجام پژوهش و نحوه اجرای آن برای آزمودنی‌ها شرح داده شد. سپس در جلسه دیگری پس از تعیین یک تکرار بیشینه، آزمودنی‌ها به صورت همگن براساس حداکثر قدرت بیشینه به چهارگروه: گروه یک: کنترل (۱۱ نفر)، گروه دو: تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت پایین (۱۱ نفر)، گروه سه: تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت متوسط (۱۱ نفر) و گروه چهار تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا (۱۱ نفر) تقسیم شد. گروه‌های تمرینی دوره تحقیقی خود را براساس پروتکل تعیین شده پشت سر گذاشتند. گروه کنترل نیز طی ۱۲ هفته دوره تحقیق زندگی روزمره خود را داشتند و از شرکت در فعالیت‌های منظم منع شدند. پس از پرکردن پرسشنامه اطلاعات فردی و امضای رضایتنامه، هریک از آزمودنی‌ها روز بعد برای اجرای آزمون‌ها در محل برگزاری آزمون حاضر شدند. در ابتدای جلسه ویژگی‌های آنروپومتری شامل قد، وزن و درصد چربی سه ناحیه از همه آزمودنی‌ها اندازه گیری شد. قد آزمودنی‌ها به (cm) با استفاده از دستگاه قدسنج (Stadiometer, Seca, Germany) با دقت ۰/۱ cm و وزن بدن آنها به (kg) با استفاده از ترازوی دیجیتالی (Digital scale, Seca, Germany) با دقت ۰/۱ kg اندازه‌گیری و ثبت شد. پس از اندازه‌گیری قد و وزن آزمودنی‌ها شاخص توده بدنی آنها با استفاده از فرمول (مجذور قد (m)/وزن (kg))= شاخص توده بدن (BMI) محاسبه شد. در جلسه دوم از همه آزمودنی‌ها تست تعیین

سطح معناداری در همه موارد  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد. کلیه عملیات آماری با SPSS software, version 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) به اجرا درآمد.

## یافته‌ها

در جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و متغیرهای تحقیق در گروه‌های مختلف نشان داده شده است. نتایج (Analysis of covariance) نشان می‌دهد بین میانگین وزن در شدت‌های مختلف تمرین بعد از حذف اثر پیش آزمون تفاوت معناداری وجود دارد ( $F=13/612$  و  $P=0/000$ ). این معناداری در گروه‌های تمرین با شدت ۶۰٪ ( $P=0/003$ ) و تمرین با شدت ۸۰٪ ( $P=0/000$ ) نسبت به گروه کنترل و گروه تمرین با شدت ۸۰٪ نسبت به گروه تمرین با شدت ۴۰٪ ( $P=0/001$ ) بود (جدول ۲). همچنین بین میانگین شاخص توده بدنی در شدت مختلف تمرین بعد از حذف اثر پیش آزمون تفاوت معناداری وجود دارد ( $F=13/396$  و  $P=0/000$ ). این معناداری در گروه‌های تمرین با شدت ۶۰٪ ( $P=0/003$ ) و تمرین با شدت ۸۰٪ ( $P=0/000$ ) نسبت به گروه کنترل و گروه تمرین با شدت ۸۰٪ نسبت به گروه تمرین با شدت ۴۰٪ ( $P=0/002$ ) بود (جدول ۲).

یک تکرار بیشینه = وزن جابه‌جاشده (kg)  $1/0278$  - تعداد تکرار تا خستگی  $0/0278 \times$

برای ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی عمل خونگیری پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی و در دو مرحله ۴۸ ساعت پیش و پس از ۱۲ هفته مداخله (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) انجام گرفت. در هر مرحله توسط کارشناس آزمایشگاه از ورید پیش‌آرنجی دست راست آزمودنی‌ها در حالت استراحتی و در وضعیت نشسته ۵ ml خون گرفته شد.

نمونه‌های خون پس از ساترفیوژ و جدا کردن سرم تا زمان انجام آزمون‌ها در دمای  $80^{\circ}C$  - نگهداری شد. برای جلوگیری از تأثیر ریتم شبانه روزی، عمل خونگیری در زمان معینی از روز (هشت تا ۱۰ صبح) انجام شد. میزان IL-1 $\beta$  سرم با استفاده از (ELISA kit, Abcam, USA) با دامنه تشخیص ۵۰۰-۱۵/۶ pg/ml، حساسیت ۶/۵ pg/ml و ضریب تغییرات ۸/۷-۴/۵٪ و اندازه‌گیری شد. میزان IL-10 سرم نیز با استفاده از (ELISA kit, Abcam, USA) با دامنه تشخیص ۳۰۰۰-۹/۴ pg/ml حساسیت ۱/۴ pg/ml و ضریب تغییرات ۳/۲-۵/۲٪ و اندازه‌گیری شد. برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع متغیرها، از (Shapiro-Wilk Test) استفاده شد. پس از این که طبیعی بودن توزیع داده‌ها مشخص گردید، برای مقایسه متغیرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و متغیرهای تحقیق در گروه‌های مختلف

متغیرها	گروه	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد		
		تمرین دایره‌ای با شدت بالا	تمرین دایره‌ای با شدت متوسط	تمرین دایره‌ای با شدت پایین
سن (سال)		۲۷ $\pm$ ۶	۲۸ $\pm$ ۳	۲۷/۰۰ $\pm$ ۵
قد (cm)		۱۶۸/۲۳ $\pm$ ۱/۷۱	۱۶۷/۲۸ $\pm$ ۲/۶۱	۱۶۹/۱۹ $\pm$ ۲/۷۷
وزن (kg)	پیش آزمون	۹۲/۷۷ $\pm$ ۱/۹۲	۹۱/۴۱ $\pm$ ۱/۹۴	۹۱/۹۲ $\pm$ ۲/۸۶
	پس آزمون	۸۶/۰۸ $\pm$ ۲/۱۵	۸۷/۸۳ $\pm$ ۱/۶۶	۸۹/۸۶ $\pm$ ۱/۸۲
شاخص توده بدنی (kg/m <sup>2</sup> )	پیش آزمون	۳۲/۷۹ $\pm$ ۰/۷۵	۳۲/۶۹ $\pm$ ۱/۲۷	۳۲/۱۳ $\pm$ ۱/۴
	پس آزمون	۳۰/۴۲ $\pm$ ۰/۹۹	۳۱/۴۱ $\pm$ ۱/۲۷	۳۱/۴ $\pm$ ۰/۸۲
IL-10 (pg/ml)	پیش آزمون	۱/۳۳ $\pm$ ۰/۱۸	۱/۳۴ $\pm$ ۰/۱۹	۱/۲۸ $\pm$ ۰/۱۷
	پس آزمون	۲/۷۲ $\pm$ ۰/۲	۲/۵۵ $\pm$ ۰/۲۸	۱/۷۸ $\pm$ ۰/۲۲
IL-1 $\beta$ (pg/ml)	پیش آزمون	۳/۹۵ $\pm$ ۰/۱۳	۳/۹۵ $\pm$ ۰/۲	۴/۱۲ $\pm$ ۰/۲۵
	پس آزمون	۲/۴۵ $\pm$ ۰/۲۶	۲/۷۶ $\pm$ ۰/۳۸	۲/۷۶ $\pm$ ۰/۲۶

جدول ۲: نتایج تجزیه و تحلیل کوواریانس جهت مقایسه متغیرهای پژوهش در گروه‌های مختلف تحقیق

شاخص	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P*	مجذورات
وزن	پیش آزمون	۱	۶/۱۵۷	۱/۵۴۱	۰/۲۲۳	۰/۴۳
	گروه	۳	۵۴/۳۸۶	۱۳/۶۱۲	۰/۰۰۰	۰/۵۴۶
	خطا	۳۴	۳/۹۹۶	-	-	-
BMI	پیش آزمون	۱	۳۵/۲۰۳	۷۰/۸۱۸	۰/۰۰۰	۰/۶۷۶
	گروه	۳	۶/۶۹	۱۳/۳۹۶	۰/۰۰۰	۰/۵۴۲
	خطا	۳۴	۰/۴۹۷	-	-	-
IL-10	پیش آزمون	۱	۰/۰۶۰	۱/۰۷۵	۰/۳۰۷	۰/۰۳۱
	گروه	۳	۴/۴۶۹	۸۰/۵۷۴	۰/۰۰۰	۰/۸۷۷
	خطا	۳۴	۰/۰۵۵	-	-	-
IL-1β	پیش آزمون	۱	۰/۲۰۷	۲/۷۱۸	۰/۱۰۸	۰/۰۷۴
	گروه	۳	۴/۹۸۹	۶۵/۵۳۳	۰/۰۰۰	۰/۸۵۳
	خطا	۳۴	۰/۷۶	-	-	-

\*آزمون آماری: Analysis of covariance، ۴ گروه (۱۱ نفره)، مقدار  $P \leq 0/05$  از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شده است.

در مردان چاق شد. همچنین کاهش سطوح IL-1β در گروه تمرین با شدت بالا نسبت به گروه‌های تمرین با شدت پایین و متوسط معنادار بود. مکانیسم دقیق اثرات تمرین در کاهش IL-1β هنوز به طور کامل مشخص نشده است، با این وجود مشخص شده است که پروتکل‌های تمرینی که موجب کاهش چربی بدن و بهبود معنادار شاخص توده بدن شده‌اند در کاهش عوامل التهابی تاثیر گذار می‌باشند.<sup>۲۱</sup> IL-1β یک سایتوکین التهابی است که به صورت مزمن در چاقی بالا می‌رود و می‌تواند باعث تخریب سلول‌های β و تغییر حساسیت به انسولین شود.<sup>۲۲، ۲۳</sup> گزارش شده است که مقادیر کم IL-1β باعث تولید پروانسولین می‌شود و در نتیجه سطح گلوکز سرم کاهش می‌یابد، در حالی که مقادیر بالای IL-1β تولید پروانسولین را سرکوب می‌کند و باعث القاء آپوپتوز سلول‌های بتا می‌شود.<sup>۲۴</sup> از آنجایی که IL-1β با شاخص توده بدنی (BMI) و مقاومت به انسولین ارتباط مثبت دارد.<sup>۲۵</sup> همانطور که در تحقیق حاضر نیز نشان داده شد پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت پایین، متوسط و بالا، وزن و شاخص توده بدن کاهش یافت که می‌تواند دلیل احتمالی نتایج به دست آمده باشد. مخالف با نتایج تحقیق حاضر عدم تغییر معنادار IL-1β پس از هشت هفته تمرینات مقاومتی در مردان چاق گزارش شده است.<sup>۱۷</sup> تناقض موجود در نتایج تحقیقات را می‌توان به طول مدت کم اثر مداخله‌گرانه تمرینات مقاومتی نسبت داد. سطح پایه سایتوکین‌ها و

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد بین میانگین IL-1β در شدت‌های مختلف تمرین پس از حذف اثر پیش آزمون تفاوت معناداری وجود دارد ( $F=65/533$  و  $P=0/000$ ). این معناداری در گروه‌های تمرین با شدت ۴۰٪ ( $P=0/000$ )، تمرین با شدت ۶۰٪ ( $P=0/000$ ) و تمرین با شدت ۸۰٪ ( $P=0/000$ ) نسبت به گروه کنترل و گروه تمرین با شدت ۸۰٪ نسبت به گروه تمرین با شدت ۴۰٪ ( $P=0/009$ ) بود. همچنین گروه تمرین با شدت ۶۰٪ نسبت به گروه تمرین با شدت ۸۰٪ ( $P=0/046$ ) بود (جدول ۲). همچنین نتایج نشان می‌دهد بین میانگین IL-10 در شدت‌های مختلف تمرین پس از حذف اثر پیش آزمون تفاوت معناداری وجود دارد ( $F=80/574$  و  $P=0/000$ ). این معناداری در گروه‌های تمرین با شدت ۴۰٪ ( $P=0/001$ )، تمرین با شدت ۶۰٪ ( $P=0/000$ ) و تمرین با شدت ۸۰٪ ( $P=0/000$ ) نسبت به گروه کنترل و گروه تمرین با شدت ۸۰٪ نسبت به گروه تمرین با شدت ۴۰٪ ( $P=0/002$ ) بود و همچنین گروه تمرین با شدت ۶۰٪ نسبت به گروه تمرین با شدت ۴۰٪ ( $P=0/004$ ) بود (جدول ۲).

## بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت پایین، متوسط و بالا موجب کاهش معنادار در سطوح IL-1β

درازد مدت تولید سلول‌های تک‌هسته‌ای سایتوکین آروژنیک ( $TNF-\alpha$ )، و اینترفرون گاما) را کاهش می‌دهد، درحالی که تولید سایتوکین‌های ضدالتهابی همچون IL-10 را افزایش می‌دهد. فعالیت بدنی منظم عملکرد اندوتلیال را با حفظ در دسترس بودن اکسید نیتریک بهبود می‌بخشد.<sup>۲۹</sup> این تأثیرات چندگانه ورزش، تعادل سایتوکین‌های استراحتی را به حالت ضدالتهابی تبدیل می‌کند. با توجه به مکانیسم‌های مولکولی، تمرین ورزشی با تنظیم منفی فعالیت عامل NF- $\kappa$ B سبب افزایش ترشح IL-10 به وسیله منوسیت‌ها و سلول‌های T از طریق مسیر Th2 می‌شود.<sup>۳۰</sup> با این حال در پژوهش حاضر NF- $\kappa$ B مورد بررسی قرار نگرفت که از محدودیت‌های این تحقیق به‌شمار می‌رود. نتایج برخی تحقیقات مخالف با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. Rahimian و همکاران پس از هشت هفته تمرینات مقاومتی با شدت ۶۰ تا ۸۵٪ یک تکرار بیشینه تغییر معناداری را در میزان IL-10 زنان چاق مشاهده نکردند.<sup>۱۱</sup> تناقض موجود در تحقیقات گزارش شده را می‌توان به عواملی از جمله وضعیت تندرستی و وزن اولیه آزمودنی‌ها و طول مدت ناکافی دوره تمرین مرتبط دانست. به نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی در پژوهش کنونی، می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش التهاب مزمن در افراد چاق باشد. تمرین مقاومتی دایره‌ای از نقاط قوت تحقیق حاضر بود، چراکه این نوع تمرین باوجود محدودیت‌های اجرایی، می‌تواند پاسخ‌ها و سازگاری‌های متفاوتی نسبت به برنامه‌های تمرینی دیگر به همراه داشته باشد. محدودیت‌هایی نیز در تحقیق حاضر وجود داشت که از جمله می‌توان به عدم اندازه‌گیری دیگر عوامل التهابی و ضدالتهابی اشاره کرد. اندازه‌گیری عامل NF- $\kappa$ B نیز می‌تواند در تبیین و تفسیر بهتر نتایج به‌ویژه در آزمودنی‌های چاق کمک نماید. این نقطه ضعف پژوهشی، پیشنهادی به مطالعات آینده به‌منظور اندازه‌گیری این شاخص‌ها در افراد چاق است. به‌طور خلاصه، نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات مقاومتی تأثیر مطلوبی بر عوامل التهابی و ضدالتهابی در مردان چاق دارند و تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا با مزایای بیشتری همراه است. بنابراین توصیه می‌شود افراد چاق از مزایای تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا جهت کاهش التهاب مزمن ناشی از چاقی بهره ببرند. پیشنهاد می‌شود در آینده مطالعه‌ای در زمینه پروتکل‌های مختلف تمرین مقاومتی دایره‌ای بر عوامل التهابی و ضدالتهابی در سایر بیماری‌های متابولیک انجام گیرد.

تکرار تمرینات نیز بر نتایج تأثیرگذار است. از طرفی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت پایین، متوسط و بالا موجب افزایش معنادار در سطوح IL-10 در مردان چاق شد. افزایش میزان IL-10 در زنان چاق پس از تمرینات مقاومتی دایره‌ای با شدت پایین، متوسط و بالا در تحقیق حاضر با نتایج برخی تحقیقات پیشین همخوان می‌باشد.<sup>۲۶،۱۵</sup> تمرین ورزشی به‌طور مستقیم، احتمالاً از طریق کاهش تولید سایتوکین‌های التهابی در بافت آدیپوز، عضله و سلول‌های تک‌هسته‌ای و به‌طور غیرمستقیم، به‌وسیله افزایش حساسیت‌های انسولینی، افزایش عملکرد اندوتلیال و کاهش وزن بدن موجب کاهش عوامل پیش‌التهابی و در نهایت افزایش عوامل ضدالتهابی می‌گردد. اثرات ضدالتهابی فعالیت ورزشی به مدت و شدت تمرین نیز بستگی دارد. در تحقیق حاضر نیز مشخص شد که افزایش سطوح IL-10 در گروه تمرین با شدت بالا نسبت به گروه تمرین با شدت پایین و گروه تمرین با شدت متوسط نسبت به گروه تمرین با شدت پایین معنادار بود. IL-10 بیشتر در پاسخ به افزایش سایتوکین‌های التهابی، در جهت سرکوب آنها افزایش می‌یابد و به‌نظر می‌رسد که دوره‌های کوتاه‌مدت فعالیت ورزشی نتواند موجب تغییرات قابل ملاحظه در مقادیر پایه این سایتوکین ضدالتهابی شود. یکی از دلایل افزایش IL-10 پس از تمرین، افزایش اکسیداسیون چربی و در نتیجه کاهش بافت چربی از جمله چربی احشایی است. نشان داده شده است که کاهش در توده چربی همراه با کاهش نفوذ ماکروفاژها به درون بافت چربی و تبدیل منوسیت‌های ماکروفاژی نوع M1 به فنوتیپ منوسیت‌های ماکروفاژی نوع M2 موجب می‌شود سایتوکین‌های ضدالتهابی مانند IL-10 افزایش یافته و سایتوکین‌های پیش‌التهابی کاهش یابند.<sup>۳۱</sup> یکی دیگر از مکانیسم‌های درگیر در افزایش IL-10 افزایش اینترلوکین-۶ (IL-6) در اثر تمرین می‌باشد. نشان داده شده است، تمرین باعث افزایش سوخت‌وساز عضلانی شده و منجر به افزایش IL-6 در عضله و خون می‌گردد. افزایش IL-6، خود باعث افزایش ترشح IL-10 در ماکروفاژها می‌شود.<sup>۳۸</sup> فعالیت بدنی می‌تواند سطح استراحتی سایتوکین‌هایی مثل IL-6 و فاکتور نکروز تومور آلفا ( $TNF-\alpha$ ) را کاهش دهد و در نهایت تولید IL-10 را افزایش دهد. برخی از این تأثیرات ممکن است ناشی از تولید سایتوکین از بخش‌های دیگری به جز بافت چربی مانند عضلات اسکلتی و سلول‌های تک‌هسته‌ای باشد. علاوه بر این، ورزش

تخصصی) در سال ۱۳۹۹ و کد اخلاق IR.IAU.M.REC.1399.039 از دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت می‌باشد که با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله آملی در اجرا شده است.

سپاسگزاری: این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه تحت عنوان "تاثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت‌های مختلف بر دکترین-۱ و برخی عوامل التهابی و پیش‌التهابی منتخب در مردان چاق" در مقطع دکترای

## References

1. Yu L, Li Y, Du C, Zhao W, Zhang H, Yang Y, et al. Pattern Recognition Receptor-Mediated Chronic Inflammation in the Development and Progression of Obesity-Related Metabolic Diseases. *Mediators Inflamm* 2019;2019.
2. Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *J Clin Invest* 2017;127(1):1-4.
3. Lasselin J, Capuron L. Chronic low-grade inflammation in metabolic disorders: relevance for behavioral symptoms. *Neuroimmunomodulation* 2014;21(2-3):95-101.
4. Crunkhorn S. Breaking the links between inflammation and diabetes. *Nat Rev Drug Discov* 2013;12(4):261-74.
5. León-Pedroza JI, González-Tapia LA, del Olmo-Gil E, Castellanos-Rodríguez D, Escobedo G, González-Chávez A. Low-grade systemic inflammation and the development of metabolic diseases: from the molecular evidence to the clinical practice. *Cirugía y Cirujanos (English Edition)* 2015;83(6):543-51.
6. Gregor MF, Hotamisligil GS. Inflammatory mechanisms in obesity. *Annu Rev Immunol* 2011;29:415-45.
7. Moschen AR, Molnar C, Enrich B, Geiger S, Ebenbichler CF, Tilg H. Adipose and liver expression of interleukin (IL)-1 family members in morbid obesity and effects of weight loss. *Mol Med* 2011;17(7-8):840-5.
8. Tack CJ, Stienstra R, Joosten LA, Netea MG. Inflammation links excess fat to insulin resistance: the role of the interleukin-1 family. *Immunol Rev* 2012;249(1):239-52.
9. Zaki M, Kamal S, El-Bassyouni H, Mona Abd Elmotaleb AH, Tawfeek HM, Girgiss MW. Osteopontin, Malondialdehyde and Interleukin-1 $\beta$  Levels in Patients with Insulin Resistance and Dyslipidemia in Obese Egyptian Women. *Biomed Pharmacol J* 2020;13(2):687-95.
10. Charles BA, Doumatey A, Huang H, Zhou J, Chen G, Shriner D, et al. The roles of IL-6, IL-10, and IL-1RA in obesity and insulin resistance in African-Americans. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96(12):E2018-E22.
11. Xie L, Fu Q, Ortega TM, Zhou L, Rasmussen D, O'Keefe J, et al. Overexpression of IL-10 in C2D macrophages promotes a macrophage phenotypic switch in adipose tissue environments. *PLoS One* 2014;9(1):57-66.
12. Lira F, Rosa J, Yamashita A, Koyama C, Batista Jr M, Seelaender M. Endurance training induces depot-specific changes in IL-10/TNF- $\alpha$  ratio in rat adipose tissue. *Cytokine* 2009;45(2):80-5.
13. Bazzoni F, Tamassia N, Rossato M, Cassatella MA. Understanding the molecular mechanisms of the multifaceted IL-10-mediated anti-inflammatory response: lessons from neutrophils. *Eur J Immunol* 2010;40(9):2360-8.
14. Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract* 2010;4(4):259-69.
15. Kalhor F, Arshadi S, Zafari A. The effect the period of a resistance training on Atrogin, eotaxin and IL-10 indices in obese women. *RJMS* 2020;27(3).
16. Rahimian Mashhad Z, Attarzadeh Hosseini SR, Rashid Lamir A, Sardar MA, Nekooei S, Giti R. Effect of aerobic and resistance exercise programs on arterial stiffness, serum IL6 and IL10 in obese women. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2020;23(2):20-9.
17. Mohamadzadeh Salamat K, Bakhtiari N. The Effects of Endurance and Resistance Training on Systemic Inflammatory Markers and Metabolic Syndrome Parameters in Overweight and Obese Men. *Rep Health Care* 2017;3(3):15-26.
18. Olson TP, Dengel D, Leon A, Schmitz K. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. *Int J Obes* 2007;31(6):996-1003.
19. Romero-Arenas S, Martínez-Pascual M, Alcaraz PE. Impact of resistance circuit training on neuromuscular, cardiorespiratory and body composition adaptations in the elderly. *Aging Dis* 2013;4(5):256-68.
20. Zanusso S, Bergamin M, Jimenez A, Pugliese G, D'Errico V, Nicolucci A, et al. Determination of metabolic equivalents during low-and high-intensity resistance exercise in healthy young subjects and patients with type 2 diabetes. *Biol Sport* 2016;33(1):77-84.
21. Selvin E, Paynter NP, Erlinger TP. The effect of weight loss on C-reactive protein: a systematic review. *Arch Intern Med* 2007;167(1):31-9.
22. Fain JN. Release of interleukins and other inflammatory cytokines by human adipose tissue is enhanced in obesity and primarily due to the nonfat cells. *Vitam Horm* 2006;74:443-77.
23. Zhao G, Dharmadhikari G, Maedler K, Meyer-Hermann M. Possible role of interleukin-1 $\beta$  in type 2 diabetes onset and implications for anti-inflammatory therapy strategies. *PLoS Comput Biol* 2014;10(8):e1003798.
24. Mandrup-Poulsen T, Zumsteg U, Reimers J, Pociot F, Mørch L, Helqvist S, et al. Involvement of interleukin 1 and interleukin 1 antagonist in pancreatic  $\beta$ -cell destruction in insulin-dependent diabetes mellitus. *Cytokine* 1993;5(3):185-91.
25. Fève B, Bastard J-P. The role of interleukins in insulin resistance and type 2 diabetes mellitus. *Nat Rev Endocrinol* 2009;5(6):305-11.
26. Martins MS, Farinha JB, Benetti CB, Courtes AA, Duarte T, Da Silva JCN, et al. Positive effects of resistance training on inflammatory parameters in men with metabolic syndrome risk factors. *Nutr Hosp* 2015;32(2):792-8.
27. Trayhurn P, Wood I. Signalling role of adipose tissue: adipokines and inflammation in obesity. Portland Press Ltd. 2005;33:1078-81.
28. Lancaster G. Exercise and cytokines. *Immune Function In Sport And Exercise 2006th Ed Edinburgh, UK: Churchill Livingstone* 2006:205-21.
29. Taddei S, Galetta F, Virdis A, Ghiadoni L, Salvetti G, Franzoni F, et al. Physical activity prevents age-related impairment in nitric oxide availability in elderly athletes. *Circulation* 2000;101(25):2896-901.
30. Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. *J Am Geriatr Soc* 2008;56(11):2045-52.

## The effect of different intensity circuit resistance training on inflammatory and anti-inflammatory markers in obese men

Saeid Emamdoost Ph.D.  
Student<sup>1</sup>

Asieh Abbassi Dalooi Ph.D.<sup>1\*</sup>  
Alireza Barari Ph.D.<sup>1</sup>  
Ayoub Saeidi Ph.D.<sup>2</sup>

1- Department of Exercise  
Physiology, Faculty of Physical  
Education and Sport Sciences,  
Ayatollah Amoli Branch, Islamic  
Azad University, Amol, Iran.

2- Department of Physical  
Education and Sport Sciences,  
Faculty of Physical Education and  
Sport Sciences, Damghan Branch,  
Islamic Azad University, Damghan,  
Iran.

\* Corresponding author: Department of  
Exercise Physiology, Ayatollah Amoli  
Branch, Islamic Azad University, Amol,  
Iran.  
Tel: +98-11-44150949  
E-mail: abbasi.dalooi@gmail.com

### Abstract

Received: 17 Aug. 2020 Revised: 25 Aug. 2020 Accepted: 11 Nov. 2020 Available online: 21 Nov. 2020

**Background:** Obesity is associated with chronic inflammation in obese subjects, which leads to an increase of inflammatory cytokines. This study aimed to evaluate the effect of different intensity circuit resistance training on levels of interleukin 1 beta and interleukin-10 in obese men.

**Methods:** In a semi-experimental trial during May to August 2020, 44 obese men from Tehran city were selected and randomly divided into 4 groups including 1) control (n=11), 2) low-intensity circuit resistance training (n=11), 3) Moderate intensity circuit resistance training (n=11) and 4) High-intensity circuit resistance training (n=11). Resistance training was performed in different intensities including 1) High-intensity circuit resistance training: three sets of 10 repetitions with 80% 1RM 2) Moderate intensity circuit resistance: three sets of 13 repetitions with 60% 1RM and 3) low-intensity circuit resistance training: three sets of 20 repetitions with 40% 1RM, three sessions per week for 12 weeks. Also, the control group had their daily life during the 12-week research period and were prohibited from participating in regular exercise. Serum interleukin-1 beta (IL-1 $\beta$ ) and interleukin-10 (IL-10) levels were measured using an ELISA kit. Data were analyzed with covariance analysis at P<0.05.

**Results:** Twelve weeks of low, Moderate and high intensity circuit resistance training significantly decreased IL-1 $\beta$  levels (P=0.001) and increased IL-10 levels in obese men (P=0.001). The decrease of IL-1 $\beta$  was significant in the high-intensity training group compared to low intensity (P=0.009) and moderate-intensity training groups (P=0.046). Also, the increase in IL-10 levels was significant in the high-intensity training group compared to the low-intensity (P=0.002) and the moderate intensity training group compared to the low intensity training group (P=0.004).

**Conclusion:** According to our findings, resistance training has a positive effect on inflammatory and anti-inflammatory factors in obese men, and high-intensity circular resistance training had more benefits.

**Keywords:** inflammation, interleukin-1 beta, interleukin-10, obesity, resistance training.