مقاله پژوهشی

تأثیر اثر تمرینات مقاومتی کل بدن بر سطوح سرمی فورین، آدیپولین و پروتئین واکنش‌پذیر C در مردان سالمند دارای اضافه وزن

سهیلا همتی شکراب[1]*، الهه پیرعلائی[2]، محمدابراهیم بهرام[3]، ابراهیم احمدیان حیران[4]، آیدا رزاقی[4]، نیر قیم علائی[4]

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

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

۳- دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم‌تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

٤- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم‌تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

Email: hemmati.sport01@gmail.com

دریافت: ١٤٠٢/٧/١٦ بازنگری: ١٤٠٢/٨/٢٧ پذیرش: ١٤٠٢/١٠/١٠

چکیده

مقدمه و هدف: بافت چربی از مهمترین منابع سنتز و ترشح آدیپوکاین‌ها است. تغییر در محتوای این بافت می‌تواند تعادل را بهم‌زده و بدن را به سوی شرایط نامطلوب سوق دهد. هدف این مطالعه بررسی اثر تمرینات مقاومتی کل بدن بر سطوح سرمی فورین، آدیپولین و پروتئین واکنش‌پذیر C در مردان سالمند دارای اضافه‌وزن بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه‌تجربی، ۳۰ مرد سالمند دارای اضافه وزن شرکت و به طور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل (۱۵ نفره) تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه به مدت ٦٠ دقیقه (به ترتیب۱۰ ، ٤٠ و ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، تمرین و سردکردن) تمرینات مقاومتی را انجام دادند. نمونه‌های خونگیری ٤٨ ساعت قبل و بعد از دوره مداخله، برای سنجش سطوح سرمی فورین، آدیپولین و پروتئین واکنشگر C جمع‌آوری شد. اطلاعات با استفاده از آزمون کوواریانس و t زوجی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تحلیل شدند.

یافته‌ها: تمرینات TRX، باعث افزایش معنی‌دار در سطح سرمی فورین، آدیپولین و کاهش معنی‌دار در سطح سرمی پروتئین واکنشگر C در پس‌آزمون گروه تجربی نسبت به پیش‌آزمون شد (P<۰/۰۵). نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که میزان شاخص فورین و آدیپولین در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش و شاخص CRP کاهش معنی‌دار یافت (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد این نوع تمرینات بتواند در جهت کاهش بیماری‌های قلبی – عروقی و دیابت در افراد سالمند مفید باشد. همچنین با توجه به ارتباط این شاخص‌ها با اختلالات پیش‌دیابت و دیابت، می‌توانند به عنوان عوامل خطر یا نشانگر زیستی یاد کرد.

واژه‌های کلیدی: فورین، آدیپولین، CRP، سالمندان

مقدمه

سالمندی، دوران حساسی از زندگی است که با اختلالات فیزیولوژیکی همراه است و فرد را در معرض ابتلاء به بسیاری از بیماری‌ها و شرایط پاتولوژیکی قرار می‌دهد. این بیماری‌ها و اختلالات فیزیولوژیکی، عوارض اجتناب‌ناپذیر فراوانی مانند کاهش تحرک، افزایش ناتوانی‌ها و افزایش وابستگی به دیگران را برای سالمندان به همراه دارد (۱). کاهش فعالیت‌های بدنی منظم به طور فزاینده‌ای موجب گسترش چاقی در این افراد می‌گردد (۲). تجمع چربی اضافی بدن منجر به چاقی می‌شود که یک اختلال متابولیک است و بر بسیاری از اندام‌ها تأثیر منفی دارد. چاقی با مصرف بیش از حد کالری، منجر به گسترش تجمع بافت چربی، چربی احشایی، هایپرتروفی،

هایپرپلازی و اختلال عملکرد آدیپوسی[1] مشخص می‌شود. ازآنجا که بافت چربی یکی از مهمترین منابع سنتز و ترشح آدیپوکاین‌ها است، هرگونه تغییر در محتوای بافت چربی می‌تواند این تعادل را برهم زده و بدن را به سوی شرایط نامطلوب سوق دهد (۳). آدیپوکاین‌ها در زمره مهمترین تنظیم‌گرهای متابولیکی بدن هستند. این پروتئین‌ها روندهای مختلف دریافت غذا، حساسیت به انسولین، برداشت و مصرف گلوکز و اسیدهای چرب و التهاب را کنترل کرده (٤) و از مهمترین عوامل ارتباط‌دهندهٔ چاقی با بیماری‌های متابولیکی می‌باشند(۵). آدیپولین یک پروتئین ترشح شده از بافت چربی با خاصیت ضدالتهابی و افزایش‌دهنده‌ی حساسیت انسولینی است که مقدار آن در شرایط چاقی، دیابت و دیگر شرایط پاتولوژیکی ناشی از چاقی کاهش می‌یابد (٦). به طوریکه، آدیپولین نه تنها از طریق مسیرهای وابسته به انسولین و با بهبود سیگنال انسولین در بافت چربی و کبد مقاومت به انسولین را بهبود می‌بخشد؛ بلکه به واسطهٔ مسیرهای مستقل از انسولین نیز در بهبود مقاومت به انسولین، برداشت گلوکز و تعدیل ترشح انسولین پس از وعدهٔ غذایی کمک می‌کند (۷). ذکر این نکته ضروری است که آدیپولین در دو ایزوفرم، یکی دست‌نخورده fCTRP12 [2]و دیگری شکسته شده[3] gCTRP12 در گردش خون یافت می‌شود (۸). fCTRP12 از طریق فعال کردن مسیر پروتئین کیناز–B (Akt یا PKB) و افزایش برداشت گلوکز متاثر از انسولین، مقاومت انسولینی را بهبود می‌بخشد. اگر چه دیگر ایزوفرم؛ یعنی gCTRP12 نیز با فسفریله‌کردن پروتئین‌کیناز فعال شده با عامل میتوژن[4] (MAPK) این مسیر را راه می‌اندازد؛ اما در بهبود مقاومت انسولینی نقش ندارد (۷). لذا هر عاملی که باعث شکستن آدیپولین گردد، می‌تواند حساسیت انسولینی را کاهش دهد (۸). متغیر فورین میزان تبدیل شکل دست‌نخورده آدیپولین به شکل شکسته شده آن را افزایش می‌دهد. لذا با افزایش نسبت ایزوفرم شکسته شده به دست نخورده، سبب کاهش شکل فعال آدیپولین در خون می‌شود و بدین ترتیب سیکل معیوب پاسخ التهابی و مقاومت به انسولین را شدت می‌بخشد (۹). لذا متغیر فورین برعکس شاخص آدیپولین، در توسعه التهاب دخیل می‌باشد. فورین از اعضای خانواده آنزیم‌های مبدل پروپروتئین‌ها (PCs)، از جمله پروتئازهای نوع اول متصل به غشاست (۱۰). بر اساس یافته‌های مطالعات اخیر، فورین از طریق برهم‌کنش متقابل با فاکتورهای پیش‌التهابی مانند فاکتورنکروزکننده تومور آلفا[5] در توسعه التهاب موثر است. احتمالاً شرایط چاقی و اضافه‌وزن، از طریق بیش‌تنظیمی بیان ژنی فورین در بافت چربی، فعالیت این فاکتورها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۹). فرناندز و همکاران (۲۰۱۸)، همچنین نشان دادند که سطوح فورین با سطوح گلوکز، انسولین، کلسترول LDL ارتباط مثبت و با کلسترول HDL، ارتباط منفی دارد (۱۱). یک شاخص حساس و غیراختصاصی التهاب که به طور وسیعی هم مورد مطالعه قرار گرفته است، شاخص پروتئین واکنش‌پذیر C [6] می‌باشد (۱۲). احتمالا این پروتئین به طور مکانیکی مسئول برخی بیماری‌های مرتبط با چاقی و همچنین به عنوان نشانگرهای مهم مقاومت به انسولین و اختلال در اندوتلیال بوده است (۱۳) و با بیماری‌های قلبی–عروقی و التهابی مرتبط است (١٤). شواهد نشان داده است که در افراد چاق سطوح CRP نسبت به افراد معمولی بالاتر بوده است (۱۵). مطالعات پیشین این تصور را تقویت کرده است که فعالیت فورین می‌تواند التهاب بافت چربی را افزایش دهد. با این حال، ارتباط بین فورین و التهاب بحث برانگیز است (١٦). اگرچه فعالیت ورزشی منظم راهکار مناسبی برای کاهش خطر التهاب مزمن است؛ اما هنوز مشخص نیست که کدام برنامه ورزشی آثار مطلوبی دارد (۱۷). به طور مثال در پژوهشی تاثیر یک جلسه تمرین هوازی بر سطوح آدیپولین و برخی عوامل التهابی در زنان یائسه بررسی شد و یافته‌ها نشان داد که یک جلسه فعالیت ورزشی هوازی باعث کاهش سطوح آدیپولین و افزایش فورین شد؛ اما در سطوح سرمی TNF-a، TGF-B1[7] و شاخص‌های مرتبط با دیابت (گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین) تغییری ایجاد نشد (۱۸). سالمندان (زنان و مردان) به دلیل سبک زندگی کم‌تحرک و چاقی بیشتر در معرض خطر ابتلاء به بیماری‌های متابولیکی نظیر مقاومت به انسولین و دیابت قرار دارند؛ چرا که از یک سو شاهد وقوع پدیده پیری ملتهب و افزایش سطوح آدیپوسیتوکاین‌های پیش‌التهابی خواهیم بود و از سوی دیگر به دلیل کاهش پیشرونده در توده عضلانی (سارکوپنی)[8] و متعاقبا کاهش قدرت عضلانی و کنترل متابولیکی، شیوع دیابت نوع دو افزایش خواهد یافت (۱۹). با

1. Adiposis
2. Full Length
3. Cleaved
4. Mitogen-Activated Protein Kinase (MAPK)
5.TNF-a
6. C-reactive protein
7. Transforming Growth Factor -β1 (TGF-β1)
8. Sarcopenia

توجه به این مسئله که اپیدمی شدن چاقی و بروز انواع بیماریهای مرتبط با آن، افزایش در هزینه‌های سلامت و مراقبت در افراد دارای اضافه وزن در مقایسه با همتایان آنها با وزن طبیعی را در پی داشته، محققان در تلاشند تا با پی‌بردن به علل چاقی و راههای درمان، به افزایش کیفیت زندگی افراد کمک کنند (۲۰). بدین ترتیب نیاز به توسعه استراتژی‌های درمانی کم‌خطر مانند فعالیت بدنی به منظور پیشگیری و یا درمان عوارض متابولیک با چاقی و سالمندی می‌باشد (۱۸). تمرینات ورزشی مناسب، اثر دوگانه‌ای در کاهش التهاب مزمن از طریق کاهش وزن و کاهش آدیپوکین‌ها در سلول‌ها دارد (۲۱)، به طوری که تمرین مقاومتی (RT)، به دلیل اعمال بار پیشرونده به عضلات می‌تواند یک روش ایمن و موثر برای بهبود التهاب مزمن درجه پایین در افراد مسن باشد (۲۲). اما در حال حاضر هنوز یک نتیجه‌گیری یکپارچه و روشن در مورد اثرات RT در بهبود وضعیت التهابی در سالمندان در دسترس نیست (۲۳). به عنوان یک شکل تازه معرفی شده از RT، تمرین مقاومتی کل بدن[1] (TRX) شامل تمرینات تعلیقی است که امکان اجرای تمرینات تک و چند مفصلی را با استفاده از وزن بدن و گرانش به عنوان مقاومت فراهم می‌کند. این روش تمرینی در ابتدا برای درمان و توانبخشی توسعه داده شد، اما به دلیل ماهیت ملایم آن و توانایی فرد برای تنظیم موقعیت بدن برای افزایش یا کاهش مقاومت، برای گروه‌های مختلف که قادر به انجام RT شدید نیستند، محبوب شده است (۲٤). مکانیسم‌های تاثیرگذاری فعالیت بدنی بر سطوح متغیرهای التهابی، هنوز کاملا مشخص نشده است؛ اما به طور مثال ارتباط سطوح بالاتر CRP، آدیپولین و فورین با چاقی و شاخص‌های مرتبط با دیابت گزارش شده است و احتمالا به دلیل بهبود ترکیب بدن، زمان نسبی طولانی تمرین‌ها و ویژگی ضدالتهابی فعالیت بدنی منظم بوده است (۱۱). تمرینات مقاومتی می‌توانند به عنوان یکی از راهکارهای درمانی در بهبود حساسیت به انسولین در زنان چاقِ یائسه و غیرفعال پیشنهاد شوند، اما نیازمند انجام تحقیقات بیشتر بوده است تا مکانیسم مولکولی با میانجیگری این شاخص‌ها تعیین گردد. علاوه بر این به دلیل اینکه بیان این هورمون تحت تنظیم منفی استرس‌های مرتبط با چاقی قرار می‌گیرند و بر فرایند التهاب تاثیر می‌گذارند؛ انجام چنین تحقیقاتی ضروری می‌باشد. به منظور توسعه استراتژی‌های درمانی مقابله با عوارض متابولیک مرتبط با چاقی و سالمندی در ارتباط با متغیرهای این تحقیق، پژوهشگر بر آن شده است تا به بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی کل بدن را بر سطوح سرمی فورین، آدیپولین و پروتئین واکنش‌پذیر C را در مردان سالمند دارای اضافه وزن بپردازد.

روش‌شناسی

این مطالعه با کد اخلاق به شماره IR.UMA.REC.1401.003 در کمیته اخلاق دانشگاه محقق اردبیلی به ثبت رسید. این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی و کاربردی و طرح آن به صورت پیش‌آزمون-پس آزمون با گروه TRX و کنترل بود. جامعه آماری پژوهش حاضر مردان سالمند دارای اضافه وزن شهرستان اردبیل بودند که بعد از اعلام فراخوان، به طور داوطلبانه حاضر به همکاری در پژوهش شدند. با استفاده از نرم‌افزار G-POWER با توان آزمون ۰/۸٦ و اندازه اثر ۰/۵ و سطح خطای آلفا برابر ۰/۱۲، ۳۰ نفر از سالمندان که شرایط ورود به مطالعه را داشتند، به عنوان نمونه انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و بر اساس شاخص توده‌بدن، همگن شده و به صورت تصادفی، به گروه TRX و گروه کنترل هر گروه ۱۵ نفر تقسیم شدند. شرایط ورود به مطالعه شامل: ۱) سالمندان (سالم مرد دارای اضافه وزن (سن: ۱/۳۷± ٦٤/۳٦ سال؛ شاخص توده بدنی: ۰/٦۹ ± ۱۷/۱٤ کیلوگرم در مترمربع) ۲) کسب نمره ۱۸ در آزمون معاینه مختصر روانی[2] (MMSE)، طرح‌شده بوسیله فولستین و همکاران (۱۹۷۵)، برای ارزیابی وضعیت ذهنی و شناختی ۳) عدم‌استفاده از عصا و توانایی راه رفتن به صورت مستقل، ٤) نداشتن سابقه‌ی بیماری قلبی- ریوی حاد، صدمات مغزی، بیماری پارکینسون، فشارخون بالا، دیابت، بیماری کلیوی، ٥) عدم ناتوانی‌های ارتوپدی معنادار، ٦) تکمیل پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت‌بدنی (PARQ) و ۷) آشنایی آزمودنی‌ها با نحوه انجام فعالیت‌بدنی و شرایط خروج از مطالعه شامل ۱) دو جلسه غیبت در زمان اجرای پروتکل تمرینی ۲) بروز هر نوع بیماری و مصرف هر نوع دارو و مکمل‌غذایی که بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده موثر باشد ۳) شرکت در برنامه ورزشی خارج از برنامه تمرینی مطالعه و ٤) عدم شرکت در آزمایش‌ها بود. بعد از جمع‌آوری مشخصات دموگرافیک، و معاینه توسط پزشک، اجازه تمرینات ورزشی از طرف پزشک صادر شد. کلیه شرکت‌کنندگان اطّلاعات مکتوب

1. Total Resistance Exercise

2. Mini–mental state examination

در خصوص پژوهش را دریافت نموده و پس از مطالعه، از آن‌ها درخواست شد، رضایت‌نامه کتبی را امضاء نمایند کلیه مراحل تحقیق زیر نظر پزشک معتمد و متخصص فیزیولوژی ورزشی صورت گرفت. در مرحله اول، وزن (کیلوگرم) و قد (سانتی‌متر) آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی مدل SECA ساخت کشور آلمان، به ترتیب با دقت ۰/۱ کیلوگرم و ۰/۱ سانتی‌متر، شاخص توده بدن (BMI) بر حسب وزن تقسیم بر مجذور قد (کیلوگرم بر مترمربع) اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن توسط کالیپر هارپندن ساخت کشور انگلستان از طریق معادله هفت نقطه‌ای جکسون و پولاک ارزیابی و ثبت شد (۲۵).

پروتکل تمرین: در ادامه، گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ٦۰ دقیقه، به شکل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ٤۰ دقیقه تمرینات TRX (٦ هفته اول، ۵ تمرین- ٦ هفته دوم ۵ تمرین متفاوت) و ۱۰ دقیقه سردکردن زیر نظر مربی بین‌الملل TRX ، انجام دادند. در یک جلسه، تمرینات در ۳ ست، استراحت بین هر ست ۱ دقیقه (۳ دقیقه)، هر ست بین ۸ تا ۱۰ تکرار ثابت، استراحت بین هر تکرار ۲۰ ثانیه (بین ۱٦۰ تا ۲٤۰ ثانیه) همراه بود (۲٦). به منظور سنجش شدت تمرین از مقیاس درک فشار بورگ (RPE) استفاده شد. بدین صورت که قبل از شروع تمرینات، آزمودنی‌ها با این مقیاس و دامنه آن آشنا شدند. شدت تمرینات برای گروه TRX در دامنه درک فشار ۱۰ تا ۱٦ از مقیاس ٦ تا ۲۰ امتیازی محاسبه گردید. گروه کنترل در طول تحقیق در هیچ برنامه ورزشی شرکت نداشتند (۲۷). برنامه تمرینی TRX با استفاده از دستگاه سیستم تعلیق TRX (مدل Multi Gym Trainer، ساخت کشور تایلند) که در ارتفاع ۲/۵ متر بالاتر از سطح سالن نصب شده بود، انجام گردید. این کار به آزمودنی‌ها اجازه می‌داد حرکات را دقیقاً زیر نقطه‌ی لنگرگاه انجام دهند. جدول ۱ شرح کامل تمرینات TRX به همراه عضلات درگیر در طول تمرین را آورده است. برای افزایش کلّی شدّت در تمام تمرین‌های TRX در روند انجام تحقیق، اقداماتی از جمله تغییر موضع ایستادن از پاهای باز به پاهای بسته، استفاده از یک پا به جای هردو پا در انجام تمرین و افزایش در زاویه بدن انجام شد. گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکردند (۲٦).

جدول ۱. تمرینات TRX و نحوه صحیح انجام هر حرکت و عضلاتی که آن حرکت را درگیر می‌کند

تمرین TRX	نحوه اجرای حرکت	عضلات درگیر
پرس سینه	وضعیت بدن پشت بر مرکز دستگاه قرار گرفته. دستگیره‌های TRX را گرفته و به بدن زاویه دهید. با خم کردن آرنج ها بدن را با سطح قفسه سینه همتراز کنید. با بازکردن آرنج ها بدن را به نقطه آغاز بازگردانید.	سینه ای بزرگ، دلتوئید پشت بازو
لانژ معلق (هر دو پا)	یکی از پاها را در هر دو دستگیره‌ی کش (بند)، داخل کنید به شکلی که روی پا به سطح دستگیره‌ها قفل شود. یک گام از مرکز دستگاه فاصله بگیرید. حال، زانویی که وزن بدن روی آن افتاده را به آرامی خم کنید. به یاد داشته باشید پنجه‌ی پا جلوتر از زانو باشد. سپس زانو را به حالت آغازین بازگردانید.	چهار سر ران پشت ران (همسترینگ) سرینی
پارویی(روییِنگ) دو دست	بدن را رو به دستگاه کنید. دستگیره‌ها را طوری بگیرید که به هم نزدیک باشند. در یک وضعیت مطلوب قرار گرفته به شکلی که کل بدن دریک راستا باشد. بدن را تا سطح سینه بالا کشیده وسپس به حالت کاملاً آزاد آغازین برگردید.	ذوزنقه‌ای عضله پشتی بزرگ سرشانه (دلتوییدی)
اسکات	هر دو دستگیره را در حالتی که رو به دستگاه هستید، با دو دست بگیرید. فاصله دست‌ها از هم مقداری طبیعی باشد. زانوها را به شکلی که از پنجه‌ی پاها عقب‌ترند تا زمانیکه ران‌ها با زمین موازی شوند خم کنید، از دست‌ها فقط به عنوان پشتیانی، جهت نگه‌داشتن تعادل کمک بگیرید. به حالت آغازین بازگردید.	چهارسر ران پشت ران سرینی
پروانه با بند (YTW)	روی به دستگاه هر دو دستگیره را بگیرید. دست‌ها بایستی طی سه حرکت کل دامنه حرکتی دایره ای شکل را طی کنند. این حرکت سه مرحله ای است که پس از اتمام هر مرحله بایدبه نقطه آغازین حرکت بازگردید. بدن به آرامی زاویه‌دار می‌شود. دست‌ها را در فرم Y شکل به بالای سر ببرید. دست‌ها را در راستای پهلوها کاملاً باز ازهم پایین آورده تا شکل T به خود بگیرند. در آخر دست‌ها را پایین کشیده و در کنار ران ها قرار دهید تا فرم W بگیرند.	سرشانه (دلتوییدی) ذوزنقه‌ای ماهیچه‌های لوزی شکل
پشت پا ددلیفت (هر دو پا)	روی یکی از پاها را در هر دو دستگیره فرو کنید. یک قدم از مرکز دستگاه فاصله بگیرید. دولا شده و در حالتیکه پشت کمر صاف است و پای درگیر کش کمی خم شده است تا سطح باسن‌ها پایین بیایید. حال بالاتنه را به سمت زمین خم کنید. در آخر به حالت اولیه بازگردید.	سرینی پشت ران (همسترینگ)
پشت بازو	پشت بروی مرکز دستگاه باشید. هر دو دستگیره را در حالتیکه دست‌ها بالای سر قرار دارند و کاملاً کشیده اند بگیرید. بدن بایستی در یک راستا باشد و آرنج‌ها هم تراز با سرشانه‌ها قرار گیرند. آرنج‌ها را تا زاویه‌ی ۹۰ درجه خم کرده و سپس به حالت کشیده‌ی اول تمرین بازگردانید.	پشت بازو

پشت ران (همسترینگ)	تاق باز روی زمین دراز بکشید. پاشنه‌ی هر پا را داخل دستگیره‌ها کرده بشکلی که پشت پا با آنها در تماس باشد. سپس پاشنه‌ها را در وضعیتی پل مانند به سمت باسن کشیده و در همین موقعیت نگه دارید. این حرکت به سمت داخل به سمت بیرون را متناوباً انجام دهید.	پشت ران
پلانک (تخت)	در حالتی که از آرنج‌ها بروی زمین به عنوان تکیه‌گاه استفاده می‌کنید رو به پشت خوابیده و پاها را بشکلی که روی پا درون دستگیره باشد در آنها فرو کنید. حال در این وضعیت تا حد امکان قرار گیرید.	عضلات راست و عرضی شکم، پهلو فیله کمر
ایزومتریک ساید هولد با پرس پالوف و بند (کش)	از طرف پهلو به سمت مرکز دستگاه بایستید. هر دو دستگیره را در سطح قفسه‌ی سینه نگه دارید. به بدنتان زاویه دهید. با بالا و پایین کردن کش‌ها توسط دست‌ها بدن را به سمت بالا و پائین حرکت دهید.	پهلو ماهیچه مربع کمری

سنجش بیوشیمیایی: خونگیری ٤٨ ساعت قبل و بعد از دوره مداخله، پس از ١٢ ساعت ناشتایی شبانه ساعت ٩ تا ١٠ صبح روزهای تعیین شده و در شرایط آزمایشگاهی یکسان (از نظر درجه حرارت، نور، رطوبت، ریتم شبانه‌روزی و ساعت خون‌گیری)، ٥ سی‌سی خون از ورید آنتیکوبیتال از سیاهرگ ناحیه ساعد در وضعیت نشسته از دست چپ آزمودنی‌ها، توسط تکنسین آزمایشگاه گرفته شد. نمونه‌های خون پس از سانتریفیوژ به مدت ده دقیقه با سرعت ٣٠٠٠ دور در دقیقه، در دمای چهار درجه سانتیگراد و جداسازی سرم، برای اندازه‌گیری‌های بعدی به آزمایشگاه منتقل و در دمای ٧٠ – درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. مقادیر سرمی فورین با استفاده از روش الایزا، کیت انسانی Bioassay Laboratory Technology، ساخت چین با حساسیت ٦/٩٣ نانوگرم بر لیتر و ضریب تغییرات درون آزمون کمتر از ٨٪ و برون آزمون کمتر از ١٠٪ اندازه‌گیری شد. مقادیر سرمی آدیپولین با استفاده از روش الایزا، کیت انسانی Cusabio، ساخت چین با حساسیت ٧/٨ پیکوگرم بر لیتر و ضریب تغییرات درون آزمون کمتر از ٨ درصد و دقت میان‌سنجی کمتر از ١٠ درصد اندازه گیری شد. CRP به روش الایزا و با استفاده ازکیت انسانی باینـدینگ سایت ساخت کشور انگلستان، با حساسیت ٠/٠٤ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و ضریب تغییرات بین‌پردازشی ٥ درصد و درون‌پردازشی ٤/٧ درصد اندازه‌گیری شد.

روش‌های آماری

طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون آماری شاپیرو–ویلک تعیین گردید. جهت بررسی تغییرات درون‌گروهی پس‌آزمون در مقایسه با مقدار پیش‌آزمون، از آزمون تی زوجی استفاده شد و معناداری تفاوت‌های بین‌گروهی هم با کمک آزمون کوورایانس برآورد گردید. آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ٢٢ و در سطح P<٠/٠٥ انجام شد.

یافته‌ها

جدول ٢ به اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها اشاره دارد، همانطور که در جدول نشان داده شده است، بین متغیرهای سن، وزن، قد، درصد چربی بدن، BMI، WHR، آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این مطالعه در پیش آزمون گروه‌های مورد مطالعه از لحاظ آماری، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>٠/٠٥).

جدول ٢. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه تجربی	گروه کنترل	P
سن (سال)	٦٤/٤٠ ± ١/٤٥	٦٤/٣٣ ± ١/٣٤	٠/٨٩
وزن (کیلو گرم)	٨٤/٦٠ ± ١/٩١	٨٤/٢٠ ± ٢/٣٣	٠/٦١
قد (متر)	١/٧٦ ± ٠/٠٣١	١/٧٦ ± ٠/٠٣٤	٠/٨٢
چربی بدن (درصد)	٢٦/٤٦ ± ١/٣٠	٢٧/٣٣ ± ١/٢٣	٠/٠٧
BMI (kg/m^2)	٢٧/٢١ ± ٠/٨٦	٢٧/٠٧ ± ٠/٤٨	٠/٥٨
WHR(سانتی‌متر)	٩٦/٠٦ ± ١/٦٢	٩٦/٠٦ ± ١/١٦	٠/٩٩

جدول ٣. تغییرات میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	مراحل	انحراف معیار± میانگین	t محاسبه شده	P درون گروهی
وزن (کیلوگرم)	تجربی	پیش آزمون	٨٤/١±٦٠/٩١	٧/٠٣	٠/٠٠١*
		پس آزمون	٧٩/٣±٤٦/٣١		
	کنترل	پیش آزمون	٨٤/٢±٢٠/٣٣	-١/٤٣	٠/١٧
		پس آزمون	٨٤/٢±٥٣/٤٤		

چربی بدن (درصد)	تجربی	پیش آزمون	۲۶/۱±۴۶/۳۰	۳/۸۶	۰/۰۰۲*
		پس آزمون	۲۵/۱±۰۶/۸۳		
	کنترل	پیش آزمون	۲۷/۱±۳۳/۲۳	-۱/۵۸	۰/۱۳
		پس آزمون	۲۷/۱±۶۶/۰۴		
BMI (kg/m^2)	تجربی	پیش آزمون	۲۷/۰±۲۱/۸۶	۹/۶۲	۰/۰۰۱*
		پس آزمون	۲۵/۰±۲۱/۷۲		
	کنترل	پیش آزمون	۲۷/۰±۰۷/۴۸	-۰/۲۹	۰/۷۷
		پس آزمون	۲۷/۰±۱۲/۷۵		
WHR (سانتی‌متر)	تجربی	پیش آزمون	۹۶/۱±۰۶/۶۲	۳/۸۹	۰/۰۰۲*
		پس آزمون	۹۳/۳±۶۶/۱۳		
	کنترل	پیش آزمون	۹۶/۱±۰۶/۱۶	-۱/۸۷	۰/۰۸
		پس آزمون	۹۶/۱±۴۶/۱۲		

* نشانه معنی‌داری آماری درون‌گروهی

مطابق با جدول شماره ۳، نتایج آزمون آماری t زوجی نشان داد میانگین پس‌آزمون متغیرهای وزن (P=۰/۰۰۱)، درصد چربی (P=۰/۰۰۲)، شاخص توده بدنی (P=۰/۰۰۱) و WHR (P=۰/۰۰۲)در مقایسه با مقادیر پیش‌آزمون، کاهش معنی‌داری نشان داده است. همچنین مطابق با جدول شماره ٤ نتایج آزمون آماری t زوجی نشان داد که در مقایسه با مقادیر پیش‌آزمون، میانگین پس‌آزمون متغیرهای فورین و آدیپولین درگروه تجربی افزایش معنی‌دار و در متغیر پروتئین واکنشگر C کاهش معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). اما در کنترل در متغیرهای مورد مطالعه، میزان تغییرات معنی‌دارنبود (P>۰/۰۵). تحلیل بین گروهی در متغیر فورین (P=۰/۰۰۱)، آدیپولین (P=۰/۰۰۱) و پروتئین واکنشگر C (P=۰/۰۲)، نشان داد بین گروه تجربی با کنترل، تفاوت معنی‌دار مشاهده شد.

جدول ٤. تغییرات میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در گروه‌های مورد مطالعه بر اساس آزمون t همبسته و کوواریانس

متغیر	گروه	مراحل	انحراف معیار±میانگین	t محاسبه شده	P درون گروهی	درصد تغییرات	F	P بین گروهی
فورین (نانوگرم بر لیتر)	تجربی	پیش آزمون	۴۳۴/۶۰±۴/۲۵	-۴/۱۷۰	۰/۰۰۱*	-۱۲/۱۹	۱۰/۹۵	۰/۰۰۱†
		پس آزمون	۴۴۶/۸۰±۱۲/۹۰					
	کنترل	پیش آزمون	۳۹۲/۲۴±۳/۸۳	-۰/۸۹۶	۰/۳۸	-۰/۵۴		
		پس آزمون	۳۹۲/۷۸±۴/۰۸					
آدیپولین (پیکوگرم بر لیتر)	تجربی	پیش آزمون	۳۷۴/۳۲±۵/۳۲	-۳/۵۳	۰/۰۰۳*	-۱۱/۲۱	۱۱/۵۷	۰/۰۰۱†
		پس آزمون	۳۸۵/۵۳±۱۱/۱۵					
	کنترل	پیش آزمون	۴۲۸/۵۷±۳/۵۲	۰/۸۹۹	۰/۳۸	۰/۰۲۰		
		پس آزمون	۴۲۸/۵۵±۳/۵۱					
پروتئین واکنشگر C (میلی گرم بر دسی‌لیتر)	تجربی	پیش آزمون	۴/۱۴±۰/۴۰	۶/۲۹	۰/۰۰۱*	۰/۷۲۰	۰/۵۰	۰/۰۲†
		پس آزمون	۳/۴۲±۰/۵۷					
	کنترل	پیش آزمون	۳/۸۴±۰/۴۴	-۱/۱۴	۰/۲۷	-۰/۰۲۰		
		پس آزمون	۳/۸۶±۰/۴۶					

* نشانه معنی‌داری آماری درون‌گروهی، † نشانه معنی‌داری آماری بین‌گروهی

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی با وزن بدن بر سطوح سرمی فورین، آدیپولین و پروتئین واکنش‌پذیر C در مردان سالمند دارای اضافه وزن انجام شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد دوازده هفته تمرین مقاومتی با وزن بدن، سبب افزایش معناداری در غلظت فورین در مقایسه با پیش‌آزمون شد. اسوارد و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی ارتباط بین سطوح فورین در گردش، چاقی و نشانگرهای پیش‌التهابی در کودکان،

نشان دادند که سطح فورین در کودکان چاق و اضافه وزن در مقایسه با کودکان با وزن کم تا نرمال، بیشتر بود. همچنین، همبستگی مثبتی بین این متغیر با توده چربی کل بدن، درصدچربی، تری‌گلیسیرید، آدیپوکین‌ها و نشانگرهای پیش‌التهابی وجود داشت (۱۶).

از مکانیسم‌های عمده که هم در مطالعات با آزمودنی‌های حیوانی و هم انسانی چاق مطرح هست این است که فعالیت فورین می‌تواند التهاب بافت چربی را افزایش دهد. با این حال، ارتباط بین فورین و التهاب بحث‌برانگیز است. همچنین سطح سرمی فورین در بزرگسالان مبتلا به سندرم متابولیک، با افزایش خطر ابتلا به دیابت و مرگ و میر مرتبط است (۱۶). از طرف دیگر مشخص شده است سطح سرمی این شاخص با پیش‌دیابت و دیابت در بزرگسالان نیز ارتباط منفی داشت. لذا می‌تواند یک عامل خطر یا نشانگر زیستی دیابت محسوب گردد (۲۸). همچنین نشان داده شده است که فورین با تنظیم متابولیسم لیپید، تنظیم سطوح LDL جریان خون، افزایش اینترفرون گاما و تحریک پاسخ‌های التهابی و سایر مسیرها، در القای آترواسکلروزیس مؤثر است و تمرین ورزشی با کنترلاین عوامل در کنترل فورین نیز مؤثر واقع خواهد شد (۲۹). با توجه به عدم‌سنجش تاثیر شاخص‌های مرتبط با دیابت در این تحقیق و از طرف دیگر اثبات ارتباط معنادار بین سطح سرمی این شاخص با چاقی و فشار خون (۳۰)، می‌توان گفت بیان و دفع فورین می‌تواند عملکرد جبرانی در افراد در معرض خطر دیابت داشته باشد. همچنین مطالعات پایه نشان داد که کمبود فورین ناشی از حذف ژن می تواند منجر به عدم تحمل گلوکز شود (٦). این یافته ممکن است نشان‌دهنده یک مکانیسم تنظیم بازخورد باشد که افزایش گلوکز در بیماران دیابتی باعث تحریک ترشح فورین در بازخورد برای تسهیل فعال شدن انسولین و گیرنده‌های آن می‌شود. بنابراین، محققان ممکن است ارتباط مثبتی بین فورین سرم و دیابت مشاهده کنند. به نظر می‌رسد رابطه بین فورین سرم و دیابت در جمعیت‌ها پیچیده‌تر از آزمایش‌های سلولی و حیوانی است. فورین به عنوان یک تنظیم‌کننده بالادست سیستم متابولیسم گلوکز، مانند سیستم پپتیدهای ناتریورتیک عمل می‌کند. این سیستم نقش مهمی در حفظ تعادل گلوکز خون و فشارخون از طریق BNP ایفا می‌کند که توسط فورین فعال می‌شود. در نتیجه، بیان و دفع فورین ممکن است برای جبران افراد پرخطر دیابت، به عنوان مثال، بیماران مبتلا به فشارخون و چاقی، تنظیم شود (۳۱). لذا با توجه به مطالعات بالینی صورت گرفته نیز این متغیر می‌تواند به عنوان یک هدف درمانی کاربرد داشته باشد (۳۱).

برخی مطالعات صورت گرفته، نتایج متناقضی را نشان دادند از جمله تحقیق اسپندار و همکاران (۱۳۹۸) در زمینه تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی، استقامتی و موازی بر مقادیر سرمی آدیپولین، فورین، پروفایل لیپیدی و مقاومت به انسولین در مردان چاق غیرفعال بود که نشان دادند این متغیر کاهش معناداری را نشان داده است. لذا احتمالا استفاده از تمرینات استقامتی و به ویژه تمرینات همزمان، تاثیر بهتری بر پروفایل لیپیدی و همچنین تنظیم مثبت آدیپوکین‌های ضدالتهابی جدید و کاهش آدیپوکین فورین التهابی دارد (۲۹). همچنین در پژوهش رضاییان و همکاران همین نتایج مشابه کسب شده است. فروزنده و همکاران (۱۳۹۹)، نشان دادند هشت هفته تمرین هوازی تناوبی و مقاومتی در زنان دیابتی نوع دو، مقادیر فورین و CTRP-12 بین گروه‌های پژوهش کاهش معناداری داشت. همچنین مشخص شد که تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل موجب کاهش معنادار فورین و افزایش معنادار CTRP-12 شد. این در حالی بود که معناداری TNF-a تایید نشد (۳۲). همسو با این نتایج در پژوهش حاضر مشاهده شد که فورین در دو گروه تمرین هوازی و موازی کاهش یافت (۳۳). ازجمله دلایل تفاوت نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های دیگر را می‌توان به نوع تمرین (حاد یا مزمن)، مدت تمرین، نوع آزمودنی‌ها (بیمار یا سالم) و جنسیت نسبت داد. در بررسی عوامل ترکیب بدن و همبستگی این شاخص‌ها با متغیر فورین مطرح شده است که سطح پایین فورین مستعد چاقی شکمی است و احتمال اینکه کمبود فورین ممکن است یک عامل خطر یا یک هدف درمانی برای چاقی شکمی باشد بیشتر است (۳۰). برای درک بهتر از نقش فورین در چاقی، مکانیسم‌های نهفته‌ای در این زمینه قابل بحث است. برای مثال فورین یک آنزیم کلیدی است که می‌تواند pro-BBNP را به شکل فعال خود تبدیل کند (۳٤) که به گیرنده‌های آن روی سلول‌های چربی متصل می‌شود و در نتیجه باعث لیپولیز، اکسیداسیون چربی، تنفس میتوکندری و قهوه‌ای شدن بافت چربی سفی می‌شود (۳۵).

از دیگر نتایج مهم این مطالعه این است که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با وزن بدن موجب افزایش معنادار در سطح سرمی آدیپولین در مردان سالمند دارای اضافه وزن شد. همسو با این

نتایج، مطالعات ویسمرادی و امیدی (۱۴۰۰) (۳۶) و رحیم‌پور و مهربانی (۱۳۹۸) (۳۷) بود. به ترتیب در این مطالعات مشخص گردید تمرینات هوازی با شدت بالا در زنان چاق و هشت هفته تمرین هوازی در رت‌های نر مبتلا به دیابت نوع دو، سبب افزایش معنادار میزان آدیپولین شد. در مقابل یافته‌هایی مغایر با نتایج حاصل از این تحقیق در پژوهش‌ها بدست آمده است. رضائیان و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی این متغیر متعاقب یک جلسه تمرین مقاومتی در زنان چاق و غیرفعال، تغییر معناداری در گروه تجربی مشاهده نکردند؛ اما بین این شاخص و مقاومت به انسولین در این آزمودنی‌ها ارتباط معنادار و مثبتی مشاهده گردید(۳۸). این نتایج متناقض، در مطالعات تیمو و همکاران (۲۱) و آنتونیا و همکاران (۲۲) نیز مشاهده شده است (۳۶). افزایش بیان ژنی فورین، شکسته شدن آدیپولین را تسهیل کرده و با افزایش نسبت ایزوفرم شکسته شده به دست‌نخورده، شکل فعال آدیپولین در خون را کاهش می‌دهد (۳۸). پژوهش‌ها نشان داده است با افزایش متغیر فورین در افراد چاق در پاسخ به یک جلسه فعالیت مقاومتی و احتمالا با برقراری تسلسل زنجیرهٔ روابط فرضی بین این متغیرها، سطوح آدیپولین کاهش یافته است؛ اما این کاهش از لحاظ آماری معنادار نبود (۳۸)؛ اما در برخی پژوهش‌ها نیز مشخص گردید مقدار فورین سبب کاهش شکل فعال آدیپولین در خون می‌شود و بدین ترتیب سیکل معیوب پاسخ التهابی و مقاومت به انسولین را شدت می‌بخشد (۹). لذا در این تحقیق به دلیل افزایش هر دو متغیر، وجود این مکانیسم قابل پیش‌بینی نیست. بیان شده است عواملی همچون شاخص‌های مرتبط با دیابت ممکن است در تنظیم سطوح آدیپولین در پاسخ به فعالیت ورزشی نقش داشته باشند. یافته‌های حاصل از آزمون همبستگی پیرسون مبنی بر وجود ارتباط بین تغییرات آدیپولین و شاخص مقاومت به انسولین در پاسخ به تمرینات مقاومتی در برخی پژوهش‌ها تا حدودی این فرضیه را تأیید می‌کند (۳۸).

علاوه بر این گفته شده است بیان ژنی و سطح سرمی آدیپولین در نمونه‌های انسانی و حیوانی چاق کاهش می‌یابد. در واقع بیان آدیپولین تحت تنظیم منفی شرایط التهابی مرتبط با چاقی قرار می‌گیرد؛ به طوری که با القای آدیپوسایتوکاین پیش‌التهابی مانند TNF-a به محیط کشت سلولهای چربی، بیان ژنی آدیپولین کاهش می‌یابد. بنابراین، این احتمال وجود دارد که تمرینات ورزشی از طریق تاثیر بر چاقی و تعدیل فاکتورهای التهابی سبب افزایش آدیپولین در گروه تمرینی گردد (۳۹). در نتیجه می‌توان گفت در این تحقیق فعالیت ورزشی احتمالا با تاثیرگذاری بر چاقی، بر افزایش متغیر آدیپولین تاثیر گذاشته است؛ اما برای توجیه دقیق‌تر نیازمند مطالعات بیشتری با بررسی بیشتر فاکتورهای التهابی در افراد چاق هستیم.

بنابر نتایج پژوهش حاضر، سطوح سرمی پروتئین واکنشگر C، پس از اجرای ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی با وزن بدن در مردان سالمند دارای اضافه وزن، کاهش معناداری داشته است. مطالعات مختلفی تاثیر تمرینات مقاومتی و هوازی را بر سطح سرمی این شاخص بررسی کردند. برای مثال لرا اورساتی و همکاران (۲۰۱٤) نشان دادند که تمرینات مقاومتی به مدت سه بار در هفته می‌تواند سطح CRP را در زنان مسن چاق کم‌تحرک پس از ۱٦ هفته تمرین کاهش دهد (٤۰). همتی و همکاران (۱٤۰۲)، در بررسی تاثیر تمرینات TRX بر شاخص‌های قلبی-عروقی، نشان دادند که این نوع تمرینات، موجب کاهش معنی‌دار در سطح سرمی PTX3، CRP و IL-18 شد (٤۱). به طور مشابه، فیلیپس و همکاران (۲۰۱۲) کاهش ۳۳ درصدی CRP را در زنان چاق یائسه پس از ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی مشاهده کردند (٤۲). نتایج این مطالعات با یافته‌های حاصل از این تحقیق همخوانی دارد. گفته شده است در مطالعات بالینی در بررسی تاثیر تمرینات هوازی در آزمودنی‌های دارای سابقه خانوادگی بیماری عروق کرونر نیز این متغیر کاهش معناداری داشته است (٤۳). با این وجود، برخی از نویسندگان هم هیچ اثری از تاثیر تمرینات مقاومتی بر CRP در بزرگسالان مسن گزارش نکرده‌اند (٤٤). این نتایج متناقض ممکن است حداقل تا حدی به مسائل روش‌شناختی بین مطالعات مانند پروتکل‌های تمرینی که از حجم‌ها و یا شدت‌های مختلف استفاده می‌کنند، تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها (به عنوان مثال، چاق، اضافی وزن، مبتلا به دیابت و غیره)، و همچنین تفاوت در CRP پایه مربوط باشد (٤۰، ٤۵). اگرچه مکانیسم‌های دقیقی که توسط آن تمرینات مقاومتی منجر به کاهش CRP می‌شود به طور کامل شناخته نشده است، ما می‌توانیم در مورد چندین احتمال حدس بزنیم. پژوهش‌های پیشین نشان دادند که سطح سرمی این شاخص در بین افراد چاق و لاغر تفاوت معناداری دارد و طبق گزارشات بین میزان CRP و چاقی ارتباط مثبت و معناداری مشاهده شده است

(٤٦). چون میزان این شاخص به طور غیرمستقیمی تحت تاثیر بافت چربی می‌باشد. لذا افراد چاق به دلیل داشتن چربی بیشتر، میزان CRP بیشتری خواهند داشت (٤٧). بنابر شواهد بدست آمده از ارتباط میزان CRP با اجزا مختلف سندرم متابولیک؛ می‌توان گفت افراد چاق به علت داشتن مقاومت به انسولین، مقدار بیشتری از این متغیر را در سطح سرمی خود نشان می‌دهند (٤٨). احتمالا بهبود مقاومت در انسولین تحت تاثیر کاهش در توده‌چربی بدن و نسبت محیط کمر به لگن نیز می‌تواند باشد (١٤) که در این مطالعه مشاهده شده است این متغیرها کاهش معناداری یافتند. از مکانیسم‌های دیگر در کاهش میزان CRP، که در مطالعات مختلف بیان شده است افزایش کلسترول HDL به همراه برنامه کاهش وزن (٤٩) است. همچنین میوکین‌های ترشح شده در اثر انقباض عضلانی که دارای اثرات ضد التهابی هستند و عملکرد مخالف با سیتوکین‌های پیش‌التهابی دارند، می‌توانند باعث کاهش التهاب و CRP شوند (٥٠). همچنین تغییرات در برخی از اجزای ترکیب بدن، مانند چربی بدن و توده عضلانی اسکلتی ممکن است نقش مهمی در کاهش سطوح التهابی داشته باشد (٥١-٥٣). نهایتا در مطالعات محدودی بیان شده است ممکن است تمرینات مقاومتی، همانند تمرینات استقامتی با تاثیر آنتی‌اکسیدانی بتواند باعث کاهش التهاب (CRP) گردد (٥٤). اما برای اثبات این مکانیسم تاثیرگذاری نیازمند مطالعات دقیق‌تری در این زمینه می‌باشد. علاوه بر این گزارش شده است که فورین تجویز شده به مدل آرتریت موش باعث کاهش پیشرفت آرتریت و التهاب سینوویال می‌شود. با این وجود، درک افزایش یافته از ارتباط بین التهاب سیستمیک درجه پایین، بیان فورین و فعالیت می‌تواند بینش‌هایی را برای چندین بیماری قلبی متابولیک ارائه دهد. سطح فورین در گردش در بزرگسالان با سندرم متابولیک و با افزایش خطر ابتلا به دیابت و مرگ و میر مرتبط است. گزارشات نشان داده است که بیان ژن فورین در سلول های ایمنی پلاک‌های آترواسکلروتیک انسانی تنظیم می شود (١١).

لذا می‌توان گفت این شاخص التهاب سیستمیک را کاهش می‌دهد، بازسازی عروق را کاهش می‌دهد و پیشرفت آترواسکلروز را کاهش می‌دهد. ولی تاکنون مطالعه‌ای به بررسی ارتباط این دو متغیر انجام نشده است (٥٥). در مطالعه حاضر میانگین سطح سرمی CRP در حالت پایه در گروه مداخله، ٠/٤٠ ± ٤/١٤ (میلی‌گرم بر لیتر) بود؛ اما برنامه تمرینی توانست میزان CRP را از ٠/٤٠ ± ٤/١٤ (میلی‌گرم بر لیتر) به ٠/٥٧ ± ٣/٤٢ (میلی‌گرم بر لیتر) کاهش دهد. با اینکه این تغییرات معنی‌دار بود؛ اما بر اساس سطوح خطر ابتلاء به بیماریهای قلبی-عروقی شاخص CRP (سطح پایین‌تر از ١ میلی‌گرم بر لیتر: خطر پایین؛ بین ١ تا ٣ میلی‌گرم بر لیتر :خطر متوسط و بالاتر از ٣ میلی‌گرم بر لیتر: خطر بالا) (٥٦) همچنان این میزان در سطح پرخطر قرار دارد. احتمالا تغییرات ترکیب بدن و شاخص‌های آنتروپومتری در تغییرات میزان CRP در این مطالعه دخیل بوده؛ اما همانطور که برخی گزارشات نیز نشان داده است (٥٧) در جهت تاثیرگذاری بیشتر، بهتر است از تمرینات با مدت و شدت بالا استفاده گردد. پیشنهاد می‌گردد بدلیل اثبات ارتباط مثبت بین شاخص‌های التهاب سیستمیک (CRP) و عوارض قلبی- عروقی که به عنوان مهمترین نتیجه چاقی، گروه‌های خاص جامعه از جمله سالمندان فعالیت‌های ورزشی مختلف را در برنامه روزمره زندگی خود بگنجانند. این پژوهش از محدودیت‌ها و کاستی‌هایی برخوردار بود، از جمله: عدم اندازه‌گیری شاخص‌های دیابت و نبود امکان کنترل شرایط روحی-روانی و استرس آزمودنی‌ها در طول اجرای پژوهش، به ویژه حین خون‌گیری بود.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد ١٢ هفته تمرینات مقاومتی با وزن بدن (TRX) می‌تواند منجر به افزایش سطوح سرمی فورین و آدیپولین و کاهش در سطح سرمی پروتئین واکنشگر C در افراد سالمند شود. احتمال این نوع تمرینات می‌تواند در کاهش عوارض قلبی-عروقی در گروه‌های خاص بویژه سالمندان موثر باشد.

تشکر و قدردانی

از کلیه آزمودنی‌ها که در طول این دوره از پژوهش، همکاری نمودند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Stewart C, Rittweger J. Adaptive processes in skeletal muscle: molecular regulators and genetic influences. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*. 2006;6(1):73. [ncbi.nlm.nih.gov/16675891/].
2. Soori R , Ravasi AA , Azarmohammad R , Ranjbar K, Pournemati P. Effects of 12 weeks concurrent aerobic and resistance training on serum vaspin and C-reactive protein levels in obese middle-aged men. *Komesh*. 2020; 22(2): 365-371.. [http://koomeshjournal.semums.ac.ir/article-1-2991-en.html.] [In Persian].
3. Rezaian, Ravasi, Souri, Rahman, Akbarnejad, Mirshfiei, et al. The effect of resistance training on serum adipulin levels and insulin resistance index in obese women. *Sports Biology Journal*. 2020;12(1):1-16. [https://doi.org/10.22059/jsb.2020.125058.936] [In Persian].
4. Wozniak SE, Gee LL, Wachtel MS, Frezza EE. Adipose tissue: the new endocrine organ? A review article. *Digestive diseases and sciences*. 2009;54:1847-56. [10.1007/s10620-008-0585-3].
5. Ouchi N, Parker JL, Lugus JJ, Walsh K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. *Nature reviews immunology*. 2011;11(2):85-97.. [10.1038/nri2921].
6. Omidim ,Vismradi P. Comparison of high and moderate intensity aerobic exercise on serum levels of adipulin and some indicators of metabolic syndrome in obese women. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2022;21(6):13-404. [http://ijdld.tums.ac.ir/article-1-6100-en.html] [In Persian].
7. Wei Z, Lei X, Seldin MM, Wong GW. Endopeptidase cleavage generates a functionally distinct isoform of C1q/tumor necrosis factor-related protein-12 (CTRP12) with an altered oligomeric state and signaling specificity. *Journal of Biological Chemistry*. 2012;287(43):35804-14. [10.1074/jbc.M112.365965].
8. Wei Z, Peterson JM, Lei X, Cebotaru L, Wolfgang MJ, Baldeviano GC, et al. C1q/TNF-related protein-12 (CTRP12), a novel adipokine that improves insulin sensitivity and glycemic control in mouse models of obesity and diabetes. *Journal of Biological Chemistry*. 2012;287(13):10301-15. [10.1074/jbc.M111.303651].
9. Enomoto T, Shibata R, Ohashi K, Kambara T, Kataoka Y, Uemura Y, et al .Regulation of adipolin/CTRP12 cleavage by obesity. *Biochemical and biophysical research communications*. 2012;428(1):155-9. [10.1016/j.bbrc.2012.10.031].
10. Siezen RJ, Leunissen JA. Subtilases: the superfamily of subtilisin like serine proteases. Protein science. 1997;6(3):501-23. [10.1002/pro.5560060301].
11. Fernandez C, Rysä J, Almgren P, Nilsson J, Engström G, Orho M lander M, et al. Plasma levels of the proprotein convertase furin and incidence of diabetes and mortality. *Journal of internal medicine*. 2018;284(4):377-87. [10.1111/joim.12783].
12. Rosen CB, J. Heiman, S. Leiblum, C. Meston, R. Shabsigh ,D. Ferguson, R. D'Agostino, R. The Female Sexual Function Index (FSFI): a multidimensional self-report instrument for the assessment of female sexual function. *Journal of sex & marital therapy*. 2000;26(2):191-208. [10.1080/009262300278597].
13. Yudkin JS, Stehouwer C, Emeis J, Coppack S. C-reactive protein in healthy subjects: associations with obesity, insulin resistance, and endothelial dysfunction: a potential role for cytokines originating from adipose tissue? *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 1999;19(4):972-8. [10.1161/01.atv.19.4.972].
14. Abbasi Bakhtiari R, Abedi B. The effect of 12 weeks of combined training on leptin, reactive protein (CRP) and insulin resistance index (HPMA-IR) in overweight men. *Sports Science Quarterly*. 2014;6(13):45-66. [http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-2776-en.html.] [In Persian].
15. Soori R, Ravasi AA, Azarmohammad R, Ranjbar K, Pournemati P. Effects of 12 weeks concurrent aerobic and resistance training on serum vaspin and C-reactive protein levels in obese middle-aged men. *Koomesh*. 2020; 22(2): 365-371. [http://koomeshjournal.semums.ac.ir/article-1-2991-en.html] [In Persian].
16. Swärd P, Rosengren BE, Jehpsson L, Karlsson MK. Association between circulating furin levels, obesity and pro nflammatory markers in children. *Acta Paediatrica*. 2021;110(6):1863-8. [10.1111/apa.15774]
17. Nikseresht M, Taheri-Kalani1 A. Comparison of serum interleukin-18 and C-reactive protein levels in obese and non-obese young men: effects of exercise training and obesity. *Sabzevar University of Medical Sciences.* 2017; 25(2): 31-37.[medsab.ac.ir/article_1049.html?lang=en][In Persian].
18. Rezaian, Ravasi, Souri, Rahman, Akbarnejad. The effect of a resistance training session on the serum levels of adipulin and some of its regulatory factors in obese and inactive women. *Applied health studies in exercise physiology*. 2016;3(1):11-30. [https://doi.org/10.22059/jsb.2020.125058.936] [In Persian].
19. Kanaley J, Sames C, Swisher L, Swick A, Ploutz-Snyder L, Steppan C, et al. Abdominal fat distribution in pre-and postmenopausal women: the impact of physical activity, age, and menopausal status. *Metabolism-Clinical and Experimental.* 2001;50(8):976-82. [10.1053/meta.2001.24931].
20. Motahari-Tabari N, Shirvani M. Shirzad-e-Ahoodashty M, Yousefi-Abdolmaleki E, Teimourzadeh M. The effect of 8 weeks aerobic exercise on insulin resistance in type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Global Journal of Health Science.* 2014;7:115-21. [10.5539/gjhs.v7n1p115][In Persian].
21. Krüger K, Mooren F-C, Pilat C. The immunomodulatory effects of physical activity. *Current pharmaceutical design*. 2016;22(24):3730-48. [10.2174/1381612822666160322145107].
22. Lopez P, Pinto RS, Radaelli R, Rech A, Grazioli R, Izquierdo M, et al. Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. *Aging clinical and experimental research*. 2018;30:889-99. [10.1007/s40520-017-0863-z].
23. Kim S-D, Yeun Y-R. Effects of Resistance Training on C-Reactive Protein and Inflammatory Cytokines in Elderly Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2022;19(6):3434. [10.3390/ijerph19063434].
24. Samadpour Masouleh S, Bagheri R, Ashtary-Larky D, Cheraghloo N, Wong A, Yousefi Bilesvar O, et al. The effects of TRX suspension training combined with taurine supplementation on body composition, glycemic and lipid markers in women with type 2 diabetes. *Nutrients*. 2021;13(11):3958 .[10.3390/nu13113958] [In Persian].

25. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*. 1978;40(3):497-504. [10.1079/bjn19780152].
26. Janot J, Heltne T, Welles C, Riedl J, Anderson H, Howard A, et al. Effects of TRX versus traditional resistance training programs on measures of muscular performance in adults. *Journal of Fitness Research.* 2013;2(2):23-38. [https://research.usc.edu.au/esploro/outputs/99448883602621].
27. Borg G, Borg E. A new generation of scaling methods: Level-anchored ratio scaling. *Psychologica*. 2001;28(1):15-45. [https://www.researchgate.net/publication/265726076]
28. Brouwers B, Coppola I ,Vints K, Dislich B, Jouvet N, Van Lommel L, et al. Loss of Furin in β-Cells induces an mTORC1-ATF4 anabolic pathway that leads to β-cell dysfunction. *Diabetes*. 2021;70(2):492-503. [10.2337/db20-0474.].
29. Espandar N, Tofighi A, Tolouei Azar J, Khadem Ansari MH. The effect of 8 weeks of resistance, endurance, and concurrent training on serum CTRP-12, furin, klf-15, lipid profiles and insulin resistance in sedentary obese men. *Sport Physiology*. 2021;13(49):107-36. [https://doi.org/10.22089/spj.2019.7444.1916].
30. He Y, Ren L, Zhang Q, Zhang M, Shi J, Hu W, et al. Deficient serum furin predicts risk of abdominal obesity: findings from a prospective cohort of Chinese adults. *Postgraduate medical journal.* 2021;97(1146):234-8. [10.1136/postgradmedj-2019-137422].
31. He Y, Zhu H, Zhang M, Li J, Ma S, Lu Y, et al. Association between serum furin and fasting glucose: a cross-sectional study in chinese adults. *Frontiers in Endocrinology*. 2022;12:781890. [https://doi.org/10.3389/fendo.2021.781890].
32. Faruzandeh, Ebrahim, Tofighi, Azar T. Changes in furin, CTRP-12, TNF-α and lipid profile after eight weeks of intermittent aerobic and resistance training in type 2 diabetic women. *Physiology and management research in sports*. 2020;12(3):25-40. [https://doi.org/10.22059/jsb.2020.125058.936] [In Persian].
33. Rezaian, Ravasi, Souri, Rahman, Akbarnejad. The effect of a resistance training session on the serum levels of adipulin and some of its regulatory factors in obese and inactive women. *Applied health studies in exercise physiology*. 2016;3(1):11-30. [https://doi.org/10.22059/jsb.2020.125058.936] [In Persian].
34. Zhou Y, Wu Q. Role of corin and atrial natriuretic peptide in preeclampsia. Placenta. 2013;34(2):89-94.
35. Mehra MR, Uber PA, Park MH, Scott RL, Ventura HO, Harris BC, Frohlich ED. Obesity and suppressed B-type natriuretic peptide levels in heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 2004;43(9):1590-5. [10.1016/j.placenta.2012.11.016].
36. Omidi M. Comparison of high and moderate intensity aerobic exercise on serum adipulin levels and some indicators of metabolic syndrome in obese women. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2022; 21(6): 404-413. [http://ijdld.tums.ac.ir/article-1-6100-en.html] [In Persian].
37. Pour R, Mehrabani. The effect of aerobic exercise on a treadmill on adipoline, glucose and insulin levels in type 2 diabetic male rats. *Applied health studies in exercise physiology*. 2018;5(1):93-105. [10.22049/JASSP.2019.26571.1238] [In Persian].
38. Rezaian, Ravasi, Souri, Rahman, Akbarnejad. The effect of a resistance training session on the serum levels of adipulin and some of its regulatory factors in obese and inactive women. *Applied health studies in exercise physiology*. 2016;3(1):11-30. [https://doi.org/10.22059/jsb.2020.125058.936] [In Persian].
39. Soori R, Asad M, Barahoiejamar Z, Rezaian N. Effect of endurance training with two different intensities on serum levels of adipolin and some of its regulating factors in sedentary men. *Journal of Sport and Exercise Physiology.* 2021;13(2):45-56. [https://doi.org/10.52547/joeppa.13.2.45] [In Persian].
40. Nahas E, Maestá N, Burini R. Effects of resistance training frequency on body composition and metabolics and inflammatory markers in overweight postmenopausal women. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2014;54(3):317-25. [.nlm.nih.gov/24739294/].
41. Hemti Shokrab S, Vahedi Kalehsaran, Bahram A, Ahmadian Hiran A, Lotfi Hamza Khanlou F. The effect of a course of TRX exercises on cardiovascular indices of pentraxin 3, CRP, interleukin 18 in overweight elderly men. *Sports and biological sciences*. 2023;15(29):32-42. [https://sbs.hsu.ac.ir/article_180763.html] [In Persian].
42. Phillips MD, Patrizi RM, Cheek DJ, Wooten JS, Barbee JJ, Mitchell JB. Resistance training reduces subclinical inflammation in obese, postmenopausal women. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2012;44(11):2099-110. [10.1249/MSS.0b013e3182644984].
43. Shiri F, Monazzami A, Azizi M. Effects of Six-Week Endurance Training in Liver Enzymes, Lipid Profile, Interleukin-6 and High-Sensitivity C-Reactive Protein (hs-CRP) Responses in People with a Family History of Coronary Artery Disease. *Journal of Archives in Military Medicine*. 2021;9(2.([https://doi.org/10.5812/jamm.112886.] [In Persian].
44. Simonavice E, Liu P-Y, Ilich JZ, Kim J-S, Arjmandi B, Panton LB. The effects of a 6-month resistance training and dried plum consumption intervention on strength, body composition, blood markers of bone turnover, and inflammation in breast cancer survivors. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2014;39(6):730-9. [10.1139/apnm-2013-0281].
45. Donges CE, Duffield R, Guelfi KJ, Smith GC ,Adams DR, Edge JA. Comparative effects of single-mode vs. duration-matched concurrent exercise training on body composition, low-grade inflammation, and glucose regulation in sedentary, overweight, middle-aged men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2013;38(7):779-88. [10.1139/apnm-2012-0443].
46. Akima H, Takahashi H, Kuno S, Masuda K, Masuda T, Shimojo H, et al. Early phase adaptations of muscle use and strength to isokinetic training. *Medicine and science in sports and exercise.* 1999;31(4):588-94. [10.1097/00005768-199904000-00016]
47. Rezaeian N, Ravasi AA, Souri R, Akbarnezhad A. Effect of one session of resistance training on serum levels of adipolin and some factors regulating adipolin in sedentary obese women. *Biannual Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology* . 2015;3(1):11-30. [20.1001.1.26766507.1395.3.1.1.0] [In Persian].
48. Ridker PM, Rifai N, Rose L, Buring JE, Cook NR .Comparison of C-reactive protein and low-density lipoprotein cholesterol levels in the prediction of first cardiovascular events. *New England journal of medicine.* 2002;347(20):1557-65. [10.1056/NEJMoa021993].

49. Visser M, Bouter LM, McQuillan GM, Wener MH, Harris TB. Elevated C-reactive protein levels in overweight and obese adults. *Jama*. 1999;282(22):2131-5. [10.1001/jama.282.22.2131].
50. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiological reviews*. 2008;88(4):1379-406. [https://doi.org/10.1152/physrev.90100.2007].
51. Buresh R, Berg K. Role of exercise on inflammation and chronic disease. *Strength & Conditioning Journal*. 2014;36(4):87-93. [10.1519/SSC.0000000000000071].
52. Donges C, Duffield R, Drinkwater E. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Medicine and science in sports and exercise*. 2010;42(2):304-13. [10.1249/MSS.0b013e3181b117ca].
53. Lee JS, Kim CG, Seo TB, Kim HG, Yoon SJ. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging clinical and experimental research*. 2015;27:179-
54. Kondo T, Kobayashi I, Murakami M. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocrine journal*. 2006;53(2):189-95. [10.1507/endocrj.53.189].
55. Yakala GK, Cabrera-Fuentes HA, Crespo-Avilan GE, Rattanasopa C, Burlacu A, George BL, et al. FURIN inhibition reduces vascular remodeling and atherosclerotic lesion progression in mice. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 2019;39(3):387-401. [10.1161/ATVBAHA.118.311903].
56. Nikseresht M, Taheri-Kalani1 A. Comparison of serum interleukin-18 and C-reactive protein levels in obese and non-obese young men: effects of exercise training and obesity. *Sabzevar University of Medical Sciences.* 2017; 25(2): 31-37.[medsab.ac.ir/article_1049.html?lang=en][In Persian].
57. Ribeiro AS, Tomeleri CM, Souza MF, Pina FLC, Schoenfeld BJ, Nascimento MA, et al. Effect of resistance training on C-reactive protein ,blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. *Age.* 2015;37:1-11. [10.1007/s11357-015-9849-y].

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

The effect of resistance training with body weight on the serum levels of furin, adipoline and C-reactive protein in overweight elderly men

Soheila Hemmti Shakrab[1*], Elahe Piralaiy [2], Mohammad Ebrahim Bahram[3],Ebrahim Ahmadian Hiran[4], Aida Razzaghi[4], Nir Ghayim Alayi[4]

1. PhD Candidate of Exercise physiology, Educational Sciences and Psychology, Tabriz University, Tabriz, Iran
2. Assistant Professor, Sports Physiology Department, Educational Sciences and Psychology, Tabriz University, Tabriz, Iran
3. PhD of Exercise Physiology, Educational sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Iran
4. MSc of Exercise Physiology, Educational Sciences and Psychology, Mohagheg Ardabili University, Iran

Received: 2023/10/08 **Revised:** 2023/11/18 **Accepted:** 2023/12/31

∗Correspondence:
Email:
hemmati.sport01@gmail.com

Abstract

Introduction and Purpose: Adipose tissue is one of the most important sources of synthesis and secretion of adipokines. A change in the content of this tissue can disrupt this balance and lead the body to unfavorable conditions. The aim of this study was to investigate the effect of whole body resistance training on the serum levels of furin, adipoline and C-reactive protein in overweight elderly men.

Materials and Methods: In this semi-experimental research, 30 overweight elderly men participated and were randomly divided into two experimental and control groups (15 people). The experimental group performed resistance exercises for 12 weeks, 3 sessions each week for 60 minutes (10, 40 and 10 minutes of warm-up, exercise and cool-down, respectively). Blood samples were collected 48 hours before and after the intervention period to measure the serum levels of furin, adipulin and C-reactive protein. Data were analyzed using covariance test and paired t test at a significant level of 0.05.

Results: TRX exercises caused a significant increase in the serum level of furin, CRP, Adipoline and a significant decrease in the serum level of C-reactive protein (P≤0.05). in the post-test of the experimental group. The results of the covariance test showed that the amount of all three indicators in the experimental group decreased significantly compared to the control group (P≤0.05).

Discussion and Conclusion: It seems that this type of exercise can have an effect on the serum level of inflammatory and anti-inflammatory indicators in elderly people.

Key Words: Furin, Adipulin, CRP, Elderly.