مقاله پژوهشی

تأثیر دو ماه تمرین مقاومتی تناوبی شدید و مصرف ویتامین D بر غلظت سرمی آدیپونکتین و اینترلوکین ۶ در زنان دارای اضافه وزن با کمبود ویتامین D

پروانه صفری[۱]، نگار محمدی[۲]، معصومه حبیبیان*[۳]

۱- کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران
۲- کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران
۳- دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران

Pars Journal of Medical Sciences, Vol.23, No.1, Spring 2025

چکیده

مقدمه: چاقی و سطح پایین ویتامین D (VitD) سرمی از عامل خطرزا مهم التهاب سیستمیک مزمن محسوب می‌شوند و سبک زندگی غیرفعال به تقویت این عوامل کمک می‌کند. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر دو ماه تمرین مقاومتی تناوبی شدید و مصرف VitD بر غلظت سرمی آدیپونکتین و اینترلوکین۶ (IL-6) در زنان دارای اضافه وزن باکمبود VitD انجام شد.

روش کار: در این کارآزمایی بالینی، ۵۲ زن دارای اضافه‌وزن و کمبود VitD، نخست به روش نمونه‌گیری دردسترس و هدفمند، انتخاب و سپس به طور تصادفی به گروه‌های کنترل، تمرین، VitD و ترکیبی تقسیم شدند. برنامه تمرینی شامل ۵ حرکت بود که در سه ست (۶ تکرار در هر ست، با شدت ۸۰ درصد یک تکرار حداکثر با ۲۰ ثانیه استراحت) و ۳ جلسه در هفته بود. VitD به صورت هفتگی با دوز ۵۰۰۰۰ واحد مصرف می‌شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های تحلیل واریانس یک‌طرفه و کروسکال والیس استفاده شد.

یافته‌ها: هر سه مداخله منجر به افزایش معنادار غظت آدیپونکتین و کاهش معنادار IL-6 شد (P<۰/۰۰۱). تأثیر تمرین در کاستن IL-6 و افزایش آدیپونکتین در مقایسه با مصرف VitD بیشتر بوده است (P<۰/۰۰۱). اما مداخله ترکیبی اثرات هم‌افزایی قابل‌توجه در تغییرات این متغیرها در مقایسه با دو مداخله دیگر داشته است (P<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرین مقاومتی تناوبی شدید، مصرف VitD با دوز بالا و مداخله ترکیبی می‌تواند به کاهش التهاب سیستمیک در شرایط اضافه وزنی همراه با نقص VitD تاحدی به واسطه کاهش شاخص التهابی IL-6 و افزایش آدیپونکتین کمک نماید. اگرچه مداخله ترکیبی با اثرات قوی‌تری در تغییرات این متغیرها همراه بوده است.

واژگان کلیدی: آدیپونکتین، تمرین تناوبی، التهاب، اینترلوکین ۶، ویتامین D

Pars J Med Sci 2025;23(1):20-29

مقدمه

چاقی یک مشکل عمده سلامتی است که به شدت خطر ابتلا به عوارض شدید مرتبط مانند سندروم متابولیک، بیماری‌های قلبی عروقی، اختلالات تنفسی، رتینوپاتی دیابتی و سرطان را افزایش می‌دهد [۱]. التهاب مزمن نقش مهمی در روند پیشرفت چاقی دارد و خود افزایش وزن نیز با افزایش التهاب همراه است [۲]. اینترلوکین ((Interleukin 6(IL-6) یک سایتوکین پیش التهابی است که توسط سلول‌های مختلف از جمله سلول‌های التهابی، کراتینوسیت‌ها، فیبروبلاست‌ها و سلول‌های اندوتلیال ترشح می‌شود [۳]. IL-6 در مراحل اولیه التهاب سنتز می‌شود و تعدادی از پروتئین‌های فاز حاد از جمله پروتئین واکنشی C

* نویسنده مسئول، نشانی: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی ، قائمشهر، ایران
تلفن تماس: ۰۹۱۱۱۲۸۵۷۲۶ پست الکترونیک: habibian_m@yahoo.com
دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۹ اصلاح: ۱۴۰۴/۰۳/۱۴ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۹

((C-reactive protein(CRP) را القاء می‌کند [۴]. این سایتوکاین پلئوتروپیک دارای عملکردهای فیزیولوژیکی و پاتوفیزیولوژیکی متفاوت در سلول‌ها و بافت‌های مختلف است. IL-6 به عنوان یک میوکاین از عضلات اسکلتی نیز ترشح می شود. IL-6 نقش‌های متضادی را به عنوان یک میوکاین و یک سایتوکین پیش‌التهابی ایفا می‌کند. یکی از عملکردهای IL-6 مشتق از عضله، متابولیسم لیپید در کبد است. با این حال، در وضعیت چاقی، ۳۵ درصد از سطح گردشی IL-6 انسان، متاثر از دخالت بافت چربی سفید است[۵]. بنابراین IL-6 وابسته به ذخیره چربی در بدن است. در حالی که بیان mRNA IL-6 در بافت چربی سفید احشایی و زیرجلدی برداشت شده از افرادی با وزن طبیعی مشابه گزارش شده است. با این حال، چاقی به طور قابل توجهی با افزایش ترشح پروتئین IL-6 از چربی احشایی، اما نه چربی زیر جلدی، همراه است [۶]. IL-6 بیش از حد با اختلال متابولیک در چاقی همراه است و ممکن است التهاب بافت چربی را افزایش دهد [۷].

بافت چربی به دلیل نقشی که در ترشح هر دو آدیپوکاین‌های پیش و ضد التهابی مانند IL-6 و آدیپونکتین دارد و امروزه به عنوان یک سیستم غدد درون ریز در نظر گرفته می‌شود. این دو آدیپوکین‌ها در التهاب مزمن درجه پایین به‌وجود آمده در پاسخ به افزایش چاقی و اختلال در سیگنال‌دهی انسولین، نقش دارند [۸]. آدیپونکتین یک آدیپوکاین مترشحه از بافت سفید چربی با اثرات پلیوتروپیک بر روی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی است[۹]. همچنین مشاهده شده که آدیپونکتین در چندین بیماری التهابی از جمله آترواسکلروز، بیماری‌های قلبی‌عروقی و مقاومت انسولینی فعالیت محافظتی نشان می‌دهد. کاهش سطوح در گردش آدیپونکتین به طور قابل توجهی در بیماران چاق، دیابتی، داری پرفشار خونی و بیماری عروق کرونر و هم‌چنین مدل‌های حیوانی القاء مقاومت به انسولین و دیابت گزارش شده است [۱، ۱۰]. افزایش بیش از حد بافت چربی منجر به عدم تعادل سایتوکاین بواسطه افزایش انتشار سایتوکاین‌های پیش‌التهابی ازجمله IL-6، و کاهش سایتوکاین ضد التهابی آدیپونکتین می‌گردد و این عدم تعادل باعث ایجاد التهاب مزمن با درجه پایین می‌شود [۱۱]. در یک مطالعه مقطعی ارتباط مستقیم IL-6 با معیارهای چاقی توده بدنی، دور کمر، درصد توده چربی کل و تنه مشاهده شد؛ در حالی آدیپونکتین یک ارتباط معکوس برای متغیرهای فوق با مقادیر میانگین کمتر برای مردان نسبت به زنان نشان داد [۱۲].

چاقی یک عامل خطرزای شناخته‌شده برای سطح پایین ویتامین D سرمی محسوب می‌شود. ارتباط مثبت بین چاقی و غلظت سرمی ۲۵–هیدروکسی ویتامین D (شکل ویتامین D در گردش خون است) پایین‌تر در بزرگسالان یافت شده است [۱۳]. بنابراین پایین بودن سطوح ۲۵–هیدروکسی ویتامین D با چاقی مرتبط است و ویتامین D ممکن است در چاقی و عوارض آن مانند مقاومت به انسولین، فشار خون بالا و التهاب با درجه پایین دخیل باشد [۱۴]. برخی از محققین نشان دادند که سطح سرمی۲۵–هیدروکسی ویتامین D با دور کمر ارتباط منفی دارد و مبتلایان به نقص ویتامینD در مقایسه با افراد دارای سطوح طبیعی ۲۵–هیدروکسی ویتامینD، ۲/۰۴ برابر بیشتر در معرض خطر چاقی مرکزی قراد دارند [۱۵]. افزون بر این در یک مطالعه اپیدمیولوژی ارتباط مثبت ۲۵–هیدروکسی ویتامین D سرم با آدیپونکتین در وضعیت چاقی گزارش شده است [۱۶]. با این وجود تأثیر متفاوت ویتامین D بر سطوح آدیپونکتین مشاهده شده است. به عنوان مثال برخی از محققین تأثیر ویتامین D در افزایش غلظت آدیپونکتین در بزرگسالان دارای اضافه وزن، چاق دارای کمبود ویتامینD [۱۷] و برخی دیگر عدم تغییر سطوح سرمی آدیپونکتین پس از سه ماه استفاده از مکمل ویتامین D [۱۸، ۱۹] گزارش دادند. هم چنین نشان داده شده است که با افزایش هر ۱۰ نانومول در لیتر افزایش ۲۵–هیدروکسی ویتامینD در افراد چاق، سطوح سرمی CRP، ۲/۳ درصد پایینتر و سطوح آدیپونکتین۰/۱۳ نانوگرم در میلی لیتر بیشتر می شود [۱۶]. اما در یک مطالعه مروری سیستماتیک گزارش شده که مصرف ویتامین D تأثیری بر غلظت بیومارکرهای التهابی CRP و IL-6 در افراد چاق و یا دارای اضافه وزن نداشته است [۲۰].

در عصر حاضر فعالیت ورزشی به عنوان یک استراتژی مؤثر برای کاهش وزن و بهبود سلامت مطرح است. سازمان جهانی بهداشت حداقل ۱۵۰ دقیقه با تمرینات ورزشی با شدت متوسط یا حداقل ۷۵ دقیقه فعالیت بدنی شدید را برای بزرگسالان سالم در هفته توصیه می‌کند. بزرگسالان چاق به دلیل عوامل مختلفی مانند بی انگیزگی، کمبود زمان و محدودیت‌های جسمانی، قادر به دستیابی به این هدف نیستند. علاوه بر این، عوامل روانی مانند افسردگی، اضطراب و نارضایتی از تصویر بدنی از جمله محدودیت‌های مهم افراد چاق برای انجام ورزش می باشند [۲۱]. برخی از محققین نشان دادند فعالیت ورزشی ممکن است به کاهش بیان بیش از حد اینترلوکین ۱ بتا ((Interleukin-1 beta(IL-1β) و عامل نکروزدهنده تومور آلفا ((Tumor necrosis factor-α(TNF-α) کمک کند که منجر به تنظیم منفی سطوح IL-6 و CRP می‌شود. با این حال، تأثیر ورزش بر نشانگر التهابی IL-6 هنوز بحث برانگیز است [۲۲]. همچنین در مطالعات قبلی نشان داده شد که تمرینات ورزشی با افزایش [۲۳، ۲۴] و یا عدم تغییر معناداری آدیپونکتین همراه بوده است. به عنوان مثال در یک مطالعه بر روی زنان کم تحرک ۳۰–۱۸ ساله با نمایه توده بدنی ۴۰–۱۸ کیلوگرم در متر مربع، مشاهده شد که پس از ۱۶ هفته تمرین هوازی سطوح آدیپونکتین در افراد چاق تغییری نیافته بود [۲۵]. امروزه انجام

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) برای بهبود آمادگی قلبی ریوی و کاهش درصد چربی بدن در بزرگسالان مبتلا به چاقی در مقایسه با ورزش سنتی، به عنوان شیوه‌ای برتر مورد پیشنهاد است [۲۱]. به طور سنتی برای کاهش وزن، تمرینات با شدت متوسط و حجم بالا برای افزایش اکسیداسیون چربی توصیه می‌شود. HIIT می تواند کاهش وزن را با افزایش اکسیداسیون چربی در یک دوره زمانی کوتاهتر انجام دهد، اما مکانیسم‌هایی مانند افزایش اکسیداسیون چربی پس از تمرین و کاهش اشتهای بعد از ورزش نیز می تواند نقش داشته باشد. با این وجود گزارش شده است که HIIT برای کاستن چاقی، شیوه‌ای لذت بخش‌تر از انجام تمرینات مداوم با شدت متوسط محسوب می شود [۲۶، ۲۷]. بنابراین مطالعات گسترده‌تری برای طراحی برنامه‌های تمرینات با شدت بالا خاص برای افراد چاق با توجه به تأثیر بهینه و پایبندی طولانی‌مدت مورد نیاز است [۲۱].

کم تحرکی یکی از عوامل اصلی مرتبط با چاقی است و یک عامل خطرزای مستقل برای مرگ و میر محسوب می‌شود [۲۱]. با این وجود سطوح بالاتر از نشانگرهای التهابی در زنان چاق در مقایسه با مردان گزارش شده است. زنانی که در مقایسه با مردان چربی زیر جلدی بیشتری هستند دارای چربی موضعی در ذخائر داخل شکمی هستند و این ممکن است دلیل سطوح مختلف التهاب بین دو جنس باشد. ثانیاً، هورمون‌های جنسی بر سطوح در گردش پروتئین‌های التهابی تأثیر گذار هستند [۲۸]. از طرفی گزارش شده است که کمبود ویتامین D در جمعیت ایرانی بسیار شایع است و یک مشکل مهم سلامت عمومی است که باید به طور جدی مورد توجه قرار گیرد [۲۹]. لذا انجام مطالعات بیشتر به منظور بررسی تأثیر سبک سالم زندگی ازجمله انجام HIIT و مصرف ویتامین D بر متغیرهای اثرگذار بر التهاب ضروری به نظر می رسد. در تحقیق حاضر نیز به بررسی تأثیر دو ماه تمرین مقاومتی تناوبی شدید بر غلظت سرمی آدیپونکتین و IL-6 در زنان دارای وضعیت پایین ویتامین D پرداخته شده است.

روش کار

در مطالعه حاضر جامعه آماری شامل زنان جوان در رده سنی ۲۳ تا ۲۹ سال، غیر فعال دارای اضافه وزن یعنی با شاخص توده بدنی معادل ۲۵ تا کمتر از ۲۹/۹کیلوگرم بر متر مربع بوده است که در پاییز ۱۴۰۰ به باشگاه‌های ورزشی شهر بابل مراجعه داشتند. طرح پژوهش در این مطالعه کارآزمایی بالینی با طرح پیش- پس آزمون و یک گروه کنترل بوده است که تحلیل‌گر آماری یک سو کورشده بود. روش نمونه‌گیری به صورت در دسترس بوده و ۵۲ داوطلب واجد شرایط انتخاب شدند. سپس به صورت تصادفی و مساوی در گروه‌های کنترل، تمرینات مقاومتی تناوبی شدید (تمرین) و مصرف ویتامینD (ویتامینD) و تمرینات مقاومتی تناوبی شدید + ویتامین D (ترکیبی) قرار گرفتند (۱۳ نفر در هر گروه) .

معیارهای ورود برای آزمودنی‌ها، داشتن اضافه وزن، عدم انجام فعالیت‌های منظم ورزشی طی شش ماه اخیر، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی عدم ابتلا به فشارخون و بیماری‌های التهابی، کمبود ویتامین D (۲۵-هیدروکسی ویتامین D کمتر از ۲۰ نانوگرم/میلی لیتر) بود. عدم مصرف دقیق ویتامین D در طول پروسه پژوهش، غیبت در جلسات ورزشی بیش از سه جلسه و ابتلا به بیماری‌های مزمن از جمله معیارهای خروج آزمودنی‌ها از مطالعه در نظر گرفته شد. با این جود افت آزمودنی در هیچ گروهی مشاهده نشد. آزمودنی‌ها پس از آشنایی با روند پژوهش و تمکیل فرم رضایت‌نامه وارد مطالعه شدند. گروه‌های کنترل که تحت هیچ مداخله نبودند و همچنین گروه تمرین، دارونما (کپسول حاوی پارافین خوراکی) را یک بار در هفته مصرف می‌کردند. گروه‌های ترکیبی و ویتامینD نیز کپسول ویتامینD (با دوز ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی) را یک بار در هفته وسط ناهار مصرف می‌کردند. کپسول‌های حاوی پارافین و ویتامینD هر دو ساخت شرکت داروسازی زهراوی-ایران و از هر نظر شبیه هم بودند [۳۰]. طی جلسه ای با تک تک افراد مشاوره غذایی جهت رعایت رژیم یکسان برای حفظ وزن انجام شد. به آزمودنی‌ها توصیه شد رژیم غذایی معمولی خود را در طی دوره تحقیق (به ویژه در مراحل قبل از خون گیری) رعایت نمایند.

یک هفته قبل از شروع پروتکل، به منظور آشنایی، آزمودنی‌ها دو جلسه تمرینات مقاومتی مشابه با برنامه تمرینی اصلی، با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه (RM) (Repetition (RM) maximum) معادل با RM۱۵ انجام دادند. هر جلسه تمرینی شامل گرم‌کردن (۵ تا۱۰ دقیقه گرم کردن)، تمرینات مقاومتی تناوبی شدید و ۵ دقیقه سرد کردن بود. حرکات تمرینی برای عضلات بزرگ بدن طراحی و شامل پرس پا برای عضلات پایین تنه، پرس سینه برای عضلات سینه، زیر بغل سیم کش برای عضلات پشت، پرس نظامی برای عضلات شانه و جلو بازو برعکس برای عضلات بازو بود. تمرین مقاومتی تناوبی شدید در سه ست انجام شد. ست اول شامل ۶ تکرار با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه (معادل با 6RM) با یک استراحت ۲۰ ثانیه ای بود که با لیفت همان وزنه و استراحت ۲۰ ثانیه‌ای دیگر، تا رسیدن به واماندگی (به طور معمول ۲ یا ۳ تکرار) ادامه می یافت (این توالی به عنوان یک ست در نظر گرفته می‌شد). سپس آزمودنی‌ها پس از استراحت ۲/۵ دقیقه‌ای، ست‌های (۶ + ۲ یا ۳ تکرار) بعدی را دنبال می‌کردند. بار تمرینی هر آزمودنی بر اساس آزمون اولیه

۵ تکرار بیشینه (5RM) قبل و هم چنین طی پروتکل در هر دو هفته مجددا تعیین شد [۳۱].

از آزمودنی‌ها، پس از ۱۲ ساعت ناشتای شبانه، در دو مرحله پیش‌آزمون و پس آزمون (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین)، نمونه‌گیری خون شد. سپس سرم حاصل برای اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. سطح ۲۵-هیدروکسی ویتامینD وضعیت پایه به روش الایزا و استفاده از کیت ساخت شرکت پادتن‌گستر ایثار ساخت کشور ایران و با حساسیت ۲/۶ نانوگرم/میلی لیتر تعیین شد. همچنین سطوح IL-6 و آدیپونکتین با استفاده از متد الایزا و به ترتیب با کیت‌های انسانی تجاری شرکت کازابایو (CUSABIO) کشور چین با حساسیت ۲/۴۵ پیکوگرم/میلی‌لیتر و ساخت شرکت زلبایو (ZellBio) کشور آلمان با حساسیت ۰/۱ میلی‌گرم/ لیتر تعیین شد.

برای تعیین توزیع نرمال داده‌ها و تجانس واریانس به ترتیب از آزمون‌های شاپیرو ویلک و لوین استفاد شد. بررسی تغییرات درون‌گروهی با استفاده از آزمون t زوجی، بررسی همسانی ویژگی‌های آنتروپومتری، سطوح متغیرها در وضعیت پایه مقایسه میزان درصد تغییرات میانگین‌های متغیرها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی و در صورت طبیعی نبودن توزیع داده‌ها از آزمون کروسکال والیس و یو من ویتنی (برای مقایسه دو به دو) انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ در سطح معناداری P<۰/۰۵ انجام شد.

یافته ها

مقایسه میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های آزمودنی‌ها و سطح ۲۵-هیدروکسی ویتامین D ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که اختلاف معنادار بین متغیرهای فوق در شرایط پایه و پیش آزمون وجود ندارد.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد مشخصات آنتروپومتریکی و ۲۵-هیدروکسی ویتامین D آزمودنی‌های در وضعیت پایه

گروه	قد(سانتی متر)	وزن(کیلوگرم)	سن(سال)	BMI (کیلوگرم/ مترمربع)	۲۵-هیدروکسی ویتامین D (نانوگرم/میلی لیتر)
کنترل	۱۶۷/۴±۹۲/۵۹	۷۶/۵±۲۳/۰۳	۲۶/۱±۱۵/۹۵	۲۷/۱±۰۲/۰۲	۱۴/۴±۵۹/۰۴
ویتامینD	۱۶۷/۶±۴۶/۵۰	۷۶/۵±۸۵/۹۶	۲۶/۲±۳۸/۱۴	۲۷/۱±۳۸/۰۴	۱۴/۳±۹۴/۹۷
تمرین	۱۶۵/۶±۳۱/۴۷	۷۵/۷±۳۱/۵۹	۲۵/۱±۶۹/۸۹	۲۷/۱±۴۹/۱۵	۱۵/۳±۳۱/۴۵
ترکیبی	۱۶۳/۴±۶۲/۵۳	۷۴/۵±۴۰/۰۵	۲۵/۱±۹۲/۹۸	۲۷/۱±۷۷/۱۸	۱۵/۳±۱۰/۸۹
ارزشF	۱/۶۵۰	۰/۴۱۴	۰/۲۹۱	۱/۰۵۹	۱/۹۷۳
**p-value	۰/۱۹۰	۰/۷۴۳	۰/۸۳۲	۰/۳۷۵	۰/۱۳۱

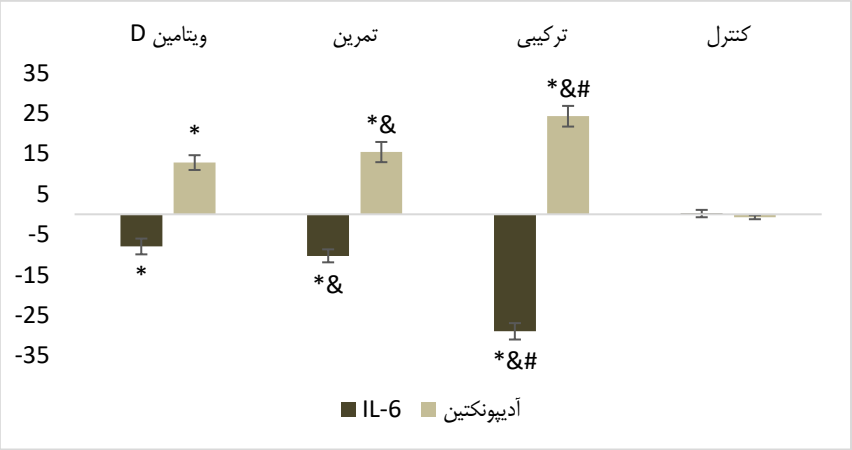
*: ارزش pحاصل از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه

نتایج حاصل از مقایسه درون گروهی نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی تناوبی شدید، مکمل ویتامین D و مداخله ترکیبی منجر به افزایش معنادار در سطح آدیپونکتین و کاهش معنادار IL-6 شد. همچنین پس از ۸ هفته، سطح IL-6 در گروه کنترل تغییری معناداری نکرد اما غلظت آدیپونکتین کاهش معناداری یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین درصد تغییرات سطوح IL-6 و آدیپونکتین حاکی از وجود تفاوت معناداری بین گروه‌ها داشت و مقایسه دو به دو گروه ها نشان داد که بین میانگین درصد تغییرات هر دو متغیر درگروه های تجربی با گروه کنترل اختلاف معناداری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). تأثیر مداخله ترکیبی در مقایسه با دو مداخله تمرین مقاومتی تناوبی شدید (P<۰/۰۰۱)و یا مصرف ویتامین D (P<۰/۰۰۱)، و همچنین تأثیر تمرین مقاومتی تناوبی شدید در مقایسه با مصرف ویتامین D در تغییر سطوح IL-6 (P=۰/۰۰۵) و آدیپونکتین (P<۰/۰۰۱) بیشتر بوده است.

جدول ۲. مقایسه تغییرات درون و بین گروهی IL-6 و آدیپونکتین قبل و پس از ۸ هفته

متغیر	گروه ها	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات	ارزش P*	
IL-6 (پیکوگرم/ میلی لیتر)	کنترل	۳/۰±۶۶/۶۶	۳/۰±۶۸/۶۴	۰٪/۰±۱۸/۹۱	۰/۴۷۶	F=۲۸۴/۶۱۸
	ویتامین D	۳/۰±۶۶/۶۰	۳/۰±۳۸/۶۱	٪- ۷/۱±۹۷/۹۵	<۰/۰۰۱	**P<۰/۰۰۱
	تمرین	۳/۰±۶۴/۸۰	۳/۰±۲۸/۷۶	٪ -۱۰/۱±۲۹/۶۱	<۰/۰۰۱	
	ترکیبی	۳/۰±۶۲/۷۸	۲/۰±۹۴/۵۴	٪ -۱۸/۲±۹۴/۰۲	<۰/۰۰۱	
آدیپونکتین (میکروگرم/ لیتر)	کنترل	۷/۱±۴۰/۳۳	۷/۱±۳۴/۳۱	٪- ۰/۰±۷۳/۴۹	<۰/۰۰۱	χ۲=۲۵/۹۷۳
	ویتامین D	۷/۱±۰۴/۱۳	۷/۱±۸۷/۱۷	٪ ۱۲/۱±۱۱/۸۳	<۰/۰۰۱	***P<۰/۰۰۱
	تمرین	۷/۱±۲۶/۰۷	۸/۱±۳۷/۲۳	٪ ۱۵/۲±۴۱/۵۰	<۰/۰۰۱	
	ترکیبی	۷/۱±۰۷/۱۶	۸/۱±۷۷/۳۲	٪ ۲۴/۲±۲۸/۵۶	<۰/۰۰۱	

*: ارزش p حاصل از آزمون t زوجی، **: ارزش p حاصل از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه، ***:ارزش p حاصل از آزمون کروسکال والیس



شکل۱. مقایسه میانگین درصد تغییرات متغیرها در گروه های تحقیق

*: تفاوت معنادار نسبت به گروه کنترل؛ & : تفاوت معنادار نسبت به گروه ویتامین D، #:تفاوت معنادار نسبت به گروه تمرین

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی دو ماه مصرف ویتامین D همراه با تمرین مقاومتی تناوبی شدید بر برخی از عوامل مؤثر در التهاب سیستمیک در زنان غیرفعال که دارای نقص ویتامین D بودند، انجام شد. نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی تناوبی شدید به کاهش معنادار در سطوح سرمی IL-6 و افزایش آدیپونکتین در آزمودنی‌های تحقیق حاضر منجر شد. با این وجود تمرین مقاومتی تناوبی شدید با تأثیر بیشتری در کاستن IL-6 و تنظیم مثبت شاخص ضدالتهابی آدیپونکتین در مقایسه با مصرف ویتامین D همراه بوده است و مداخله ترکیبی اثرات هم‌افزایی قابل توجه در تغییرات این متغیرها در مقایسه با هر یک از مداخله‌های صرف داشته است. پیش از این مشاهده شده که نشانگرهای التهابی در زنان چاق به دلیل چربی زیر جلدی و موضعی به ویژه ذخایر داخل شکمی بیشتر، بالاتر می باشد [۲۸]. موافق با نتایج تحقیق حاضر، مرادی و همکاران [۳۲] گزارش دادند که سطوح IL6 در مردان دارای اضافه وزن پس ۸ هفته هر دو مداخله تمرینی شامل HIIT شامل ۴ تکرار ۴ دقیقه‌ای دویدن روی تردمیل با استراحت فعال ۳ دقیقه‌ای با شدت تا ۴۰ تا ۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب بین ست‌ها و همچنین تمرین تداومی شامل ۴۰ دقیقه دویدن با شدت۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب، کاهش معناداری یافت. افزون بر این کاهش معناداری در سطو ح IL-6 پس از ۸ هفته HIIT شامل دویدن‌های سرعتی ۳۰ ثانیه‌ای در زنان جوان غیرفعال با توده بدنی نرمال [۳۳] و یا ۱۲ هفته تمرین مقاومتی شامل۳ دوره با ۱۲– ۱۰ تا ۱۲ تکرار در هر جلسه و با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و زمان استراحت ۹۰– ۶۰ ثانیه بین هر ست، در مردان چاق کم تحرک ۴۸ تا ۶۰ سال[۳۴] در مطالعات دیگر تأیید شده است. IL-6 به عنوان یک واسطه‌گر حیاتی بین فازهای حاد و مزمن فعالیت التهابی عمل می‌کند و بر پاسخ‌های ایمنی سلولی و هومورال خاص، مانند تمایز سلول‌های B در مرحله نهایی، ترشح ایمونوگلوبولین و فعال‌سازی سلول‌های T تأثیر

می‌گذارد. علاوه بر این، گیرنده IL-6 می‌تواند نفوذ لکوسیت نوتروفیل (که در مرحله حاد التهاب غالب است) را به یک نفوذ لنفوسیتی (مشخصه فاز مزمن التهاب) تبدیل کند، که منجر به افزایش سطح IL-6 در بیماری‌های التهابی متعدد می شود [۳۵]. فعالیت ورزشی بر روی سیستم ایمنی با کاهش تعداد سلول‌های تک هسته‌ای در خون محیطی که منبعی از سایتوکاین‌های پیش التهابی از جمله IL-6، اثر می‌گذارد[۳۶]. همچنین HIIT دارای اثرات ضدالتهابی به واسطه افزایش سطح سایتوکاین ضدالتهابی IL-10 و کاهش سطح پراکسیداسیون لیپیدی در شرایط اضافه وزنی همراه با نقص ویتامین D است [۳۷] که می تواند از جمله مکانیسم‌های احتمالی دیگر کاهش IL-6 و در نتیجه افزایش آدیپونکتین در آزمودنی‌های تحقیق حاضر بواسطه انجام HIIT از نوع تمرین مقاومتی محسوب شود. پیش از این مهار ترشح آدیپونکتین بواسطه افزایش سایتوکین‌های التهابی از جمله IL-6 و TNF-α تأیید شده است [۲۳]. طوری که Gao و همکاران [۲۴] نشان دادند که هر دو مداخله تمرینات هوازی تناوبی و یا مقاومتی با افزایش سطوح آدیپونکتین در مردان چاق همراه بوده است. همچنین آزالی علمداری و خلفی [۲۳] نیز افزایش سطح آدیپونکتین پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره، در زنان دارای سندروم متابولیک با میانگین سنی۵۵ سال، تایید نمودند. افزون بر این صفری و همکاران [۳۸] افزایش قابل توجه در سطوح آدیپونکتین مردان چاق پس از یک دوره تمرینات ترکیبی (هوازی–مقاومتی) گزارش دادند. با این وجود Ouerghi و همکاران [۳۹] بیان داشتند که ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بدون محدودیت کالری شامل در دو ست از دویدن ۳۰ ثانیه ای در شدت ۱۰۰ تا ۱۱۰ درصد سرعت هوازی حداکثر با دوره های ریکاوری فعال ۳۰ ثانیه ای با ۵۰ درصد سرعت هوازی در ۸ تا ۱۰ تکرار، با تغییری در سطح آدیپونکتین در مردان جوان با وزن طبیعی و اضافه وزن همراه نبود که اختلافات ممکن است ناشی از تفاوت ها در جمعیت های مورد بررسی (به عنوان مثال، ترکیب بدن، آمادگی جسمانی، دریافت رژیم غذایی) و برنامه های HIIT (به عنوان مثال، مدت زمان، شدت، تعداد تکرار) باشد. سطح گردشی آدیپونکتین ممکن است با سطوح CRP ارتباط منفی داشته باشد. ورزش منظم غلظت CRP، IL-6 و TNF-α در گردش را کاهش می‌دهد. بنابراین، آزادسازی سایتوکاین‌ها با ورزش می‌تواند مستقیماً در تغییر سطح آدیپونکتین نقش داشته باشد [۴۰]. از طرفی خود افزایش آدیپونکتین حاصل از تمرینات ورزشی نیز ممکن است به طور مستقیم منجر به مهار سلول‌های التهابی از طریق مکانیسم‌های مولکولی مانند سرکوب گونه‌های فعال اکسیژن، تحریک بیان سایتوکین ضد التهابی IL-10، مهار و سرکوب مسیر سیگنال‌دهی التهابی فاکتورهسته ای کاپابی(NF-kB) و کاهش پاسخ‌های التهابی از جمله IL-6 شود [۹].

از یافته های مهم دیگر در تحقیق حاضر، کاهش معنادار در سطوح IL-6 و افزایش آدیپونکتین پس از ۸ هفته مصرف مکمل ویتامین D بوده است به طوری که همزمانی مصرف ویتامین D همراه با HIIT با تقویت این اثرات بر شاخص‌های التهابی (IL-6) و ضدالتهابی (آدیپونکتین) در مقایسه با هریک از دو مداخله‌های صرف در آزمودنی‌های تحقیق همراه بوده است. مطالعات قبلی نشان داده اند که بین سطوح ویتامینD و آدیپونکتین ارتباط مستقیمی وجود دارد و این ارتباط با افزایش شاخص توده بدنی قوی‌تر می‌شود. مشابه با نتایج تحقیق حاضر، Fassio و همکاران [۴۱] گزارش دادند که مصرف مکمل کوله کلسیفرول طی سه رژیم با دوز متفاوت (۱۰۰۰۰ واحد بین المللی در روز به مدت ۸ هفته که سپس با ۱۰۰۰ واحد بین المللی در روز به مدت ۴ هفته دنبال شد؛ ۵۰۰۰۰ واحد بین المللی در روز به مدت ۱۲ هفته؛ ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی در روز به مدت ۱۲ هفته) با کاهش شاخص‌های التهاب سرمی از جمله IL-6 در افراد سالم با کمبود ویتامینD (سطوح پایین تر از ۲۰ نانوگرم/میلی لیتر) همراه است. Nikooyeh و همکاران [۴۲] در بررسی اثرات مصرف روزانه نوشیدنی ماست غنی‌شده با ویتامین D، با یا بدون کلسیم افزوده، بر روی آدیپونکتین سرمی بر روی ۷۵ بزرگسال ۳۰ تا ۶۰ ساله از هر دو جنس مبتلا به دیابت نوع ۲ نشان دادند که بعد از ۱۲ هفته، غلظت آدیپونکتین سرم در هر دو گروه ماست غنی‌شده با ویتامین D و کلسیم با افزایش یافت. در یک مطالعه تجربی نیز مشاهده شد که ۸ هفته مصرف روزانه ۲۴۰۰ واحد بین المللی ویتامین D با افزایش سطوح آدیپونکتین در بافت چربی موش‌های صحرایی ماده چاق شد [۴۳]. همچنین گزارش شده است که در هر دو مدل پیش‌آدیپوسیت و آدیپوسیت، شکل فعال ویتامین D (۱ و ۲۵ دی هیدروکسی ویتامین D) بیان IL-6 را کاهش داد، در حالی که بیان آدیپونکتین را القاء کرد [۴۴]. مکانیسم‌های مختلفی برای بیان اثرات بالقوه ویتامین D بر آدیپونکتین پیشنهاد شده است. ویتامین D ممکن است از طریق سیستم رنین–آنژیوتانسینوژن بر آدیپونکتین تأثیر بگذارد. افزایش فعالیت سیستم رنین آنژیوتانسینوژن با افزایش تولید آنژیوتانسین همراه است که منجر به تولید سلول‌های چربی ناکارآمد و در نهایت کاهش تولید آدیپونکتین می‌شود [۴۵]. اعتقاد بر این است که سطوح پایین آدیپونکتین در افراد چاق به دلیل مولکول‌های التهابی ترشح‌شده از سلول‌های چربی است [۴۶]. ویتامین D می‌تواند به طور مستقیم سطح IL-6 را کاهش دهد[۴۷]. همچنین ۱،۲۵–دی هیدروکسی ویتامین D3، یک شکل بیولوژیکی فعال از ویتامین D، می‌تواند از طریق با تنظیم مثبت مهارکننده NF-κB (IκB-α)

و کاهش فسفوریلاسیون IκB-α ، فعال‌سازی NF-kB و در نتیجه تولید IL-6 را مهار کند [۳۹] . ویتامین D با تأثیر بر انواع مختلف سلول‌ها، التهاب چربی را کاهش می‌دهد و این می‌تواند اختلالات چربی در چاقی را کاهش دهد. همچنینVDR در سلول‌های ایمنی بیان می‌شود و ویتامین D نیز با تأثیر بر سلول‌های ایمنی، التهاب چربی را کاهش می‌دهد [۴۴].

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد انجام ۸ هفته تمرین مقاومتی تناوبی شدید، مصرف ویتامین D با دوز بالا و مداخله ترکیبی می‌تواند به کاهش التهاب سیستمیک در شرایط اضافه وزنی همراه با نقص ویتامین D تاحدی بواسطه کاهش شاخص‌های التهابی IL-6 و افزایش آدیپونکتین کمک نماید. اگرچه تأثیر تمرین مقاومتی تناوبی شدید بر شاخص‌های فوق به طور قابل توجهی در مقایسه با مصرف ویتامین D بیشتر بود، اما مداخله ترکیبی با اثرات قوی‌تری در بهبود التهاب از طریق کاهش IL-6 و تنظیم مثبت آدیپونکتین همراه بوده است.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه دارای تأییدیه از مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران (با کد IRCT20190831044650N3) و کد اخلاق IR.IAU.SARI.REC.1403.310 است.

تضاد منافع

هیچ گونه تضاد منافع وجود ندارد.

تقدیر و تشکر

این مطالعه بر گرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است. بدین وسیله از تمامی شرکت کنندگان در این تحقیق که صمیمانه ما را در اجرای این پژوهش یاری کردند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در نگارش و بازنگری مقاله مشارکت یکسان داشته اند.

References

1. Nigro E, Scudiero O, Monaco ML, Palmieri A, Mazzarella G, Costagliola C, et al. New insight into adiponectin role in obesity and obesity-related diseases. Biomed Res Int. 2014; 2014:658913.
2. Piening BD, Zhou W, Contrepois K, Röst H, Gu Urban GJ, Mishra T, et al. Integrative Personal Omics Profiles during Periods of Weight Gain and Loss. Cell Syst. 2018;6(2):157-170.e8.
3. Zhang JM, An J. Cytokines, inflammation and pain. Int Anesthesiol Clin 2007; 45(2):27-37.
4. Tanaka T, Kishimoto T. The biology and medical implications of interleu-kin-6. Cancer Immunol Res 2014; 2(4):288-94.
5. Wueest S, Konrad D. The controversial role of IL-6 in adipose tissue on obesity-induced dysregulation of glucose metabolism. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2020;319(3):607-13.
6. Jonas MI, Kurylowicz A, Bartoszewicz Z, Lisik W, Jonas M, Wierzbicki Z, et al. Interleukins 6 and 15 levels are higher in subcutaneous adipose tissue, but obesity is associated with their increased content in visceral fat depots. Int J Mol Sci. 2015; 16: 25817-30.
7. Radványi Á, Röszer T. Interleukin-6: An Under-Appreciated Inducer of Thermogenic Adipocyte Differentiation. Int J Mol Sci. 2024; 25(5):2810.
8. Al-Naimi S, Turnock C. GLP-1 Effects on Adiponectin and IL-6 Expression in 3T3-L1 Adipocytes: Obesity and Inflammation Study. J Obes Nutr Disord.2024; 07: 147.
9. Kirichenko TV, Markina YV, Bogatyreva AI, Tolstik TV, Varaeva YR, Starodubova AV. The Role of Adipokines in Inflammatory Mechanisms of Obesity. Int J Mol Sci. 2022;23(23):14982.
10. Lee S, Kwak HB. Role of adiponectin in metabolic and cardiovascular disease. J Exerc Rehabil. 2014;10(2):54-9.
11. Klünder-Klünder M, Cruz M, García-Macedo R, Flores-Huerta S. Inflammatory cytokines adiponectin, resistin, IL-6 and IFN-g are associated with insulin resistance in eutrophic and obese children. Bol Med Hosp Infant Mex. 2014;71(1):8-14.
12. Menezes AMB, Oliveira PD, Wehrmeister FC, Gonçalves H, Assunção MCF, and Tovo-Rodrigues L, et al. Association between interleukin-6, C - reactive protein and adiponectin with adiposity: Findings from the 1993 pelotas (Brazil) birth cohort at 18 and 22 years. Cytokine. 2018;110:44-51.
13. Ren Z, Zhao A, Wang Y, Meng L, Man-Yau Szeto I, Yang C, et al. Association of serum 25-hydroxy vitamin D with obesity-related indices in Chinese adults: A cross-sectional study. Food Sci Nutr. 2021;9(4):2260-8.
14. Wamberg L, Kampmann U, Stødkilde-Jørgensen H, Rejnmark L, Pedersen SB, Richelsen B. Effects of vitamin D supplementation on body fat accumulation, inflammation, and metabolic risk factors in obese adults with low vitamin D levels - results from a randomized trial. Eur J Intern Med. 2013;24(7):644-9.
15. Mansouri M, Miri A, Varmaghani M, Abbasi R, Taha P, Ramezani S, et al. Vitamin D deficiency in relation to general and abdominal obesity among high educated adults. Eat Weight Disord. 2019;24(1):83-90.
16. Rafiq R, El Haddaoui H, de Mutsert R, Rosendaal FR, Hiemstra PS, Cobbaert CM, et al. Adiposity is a confounding factor which largely explains the association of serum vitamin D concentrations with C-

reactive protein, leptin and adiponectin. Cytokine. 2020;131: 155104.
17. Mousa A, Naderpoor N, Wilson K, Plebanski M, de Courten MP, Scragg R, et al. Vitamin D supplementation increases adipokine concentrations in overweight or obese adults. Eur J Nutr. 2020; 59:195-204.
18. Gannagé-Yared MH, Chedid R, Khalife S, Azzi E, Zoghbi F, Halaby G. Vitamin D in Relation to Metabolic Risk Factors, Insulin Sensitivity and Adiponectin in a Young Middle-Eastern Population. Eur J Endocrinol. 2009; 160: 965-71.
19. Liu E, Meigs JB, Pittas AG, McKeown NM, Economos CD, Booth SL, et al. Plasma 25-Hydroxyvitamin D Is Associated with Markers of the Insulin Resistant Phenotype in Nondiabetic Adults. J Nutr. 2009; 139: 329-34.
20. Jamka M, Woźniewicz M, Walkowiak J, Bogdański P, Jeszka J, Stelmach-Mardas M. The effect of vitamin D supplementation on selected inflammatory biomarkers in obese and overweight subjects: a systematic review with meta-analysis. Eur J Nutr. 2016;55(6):2163-76.
21. Türk Y, Theel W, Kasteleyn MJ, Franssen FME, Hiemstra PS, Rudolphus A, Taube C, Braunstahl GJ. High intensity training in obesity: a Meta-analysis. Obes Sci Pract. 2017;3(3):258-71.
22. Salamt N, Muhajir M, Aminuddin A, Ugusman A. The effects of exercise on vascular markers and C-reactive protein among obese children and adolescents: An evidence-based review. Bosn J Basic Med Sci. 2020;20(2):149-6.
23. Azali Alamdari K, Khalafi M. The Effect of Aerobic Exercise on Serum Levels of Adiponectin and CRP and Insulin Resistance in Women with Metabolic Syndrome. SPMI. 2019; 11(4):53-63.
24. Gao K, Su Z, Meng J, Yao Y, Li L, Su Y, Mohammad Rahimi GR. Effect of Exercise Training on Some Anti-Inflammatory Adipokines, High Sensitivity C-Reactive Protein, and Clinical Outcomes in Sedentary Adults With Metabolic Syndrome. Biol Res Nurs. 2024;26(1):125-38.
25. Arikawa AY, Thomas W, Schmitz KH, Kurzer MS. Sixteen weeks of exercise reduces C-reactive protein levels in young women. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(6):1002-9.
26. Bartlett JD, Close GL, MacLaren DP, Gregson W, Drust B, Morton JP. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. J Sports Sci. 2011; 29: 547-53.
27. Kong Z, Fan X, Sun S, Song L, Shi Q, Nie J. Comparison of High-Intensity Interval Training and Moderate-to-Vigorous Continuous Training for Cardiometabolic Health and Exercise Enjoyment in Obese Young Women: A Randomized Controlled Trial. PLoS One 2016; 11: e0158589.
28. Cohen E, Margalit I, Shochat T, Goldberg E, Krause I. Markers of Chronic Inflammation in Overweight and Obese Individuals and the Role of Gender: A Cross-Sectional Study of a Large Cohort. J Inflamm Res. 2021;14:567-573.
29. Ghazizadeh H, Rezayi M, Emadzadeh M, Tayefi M, Abdollahi Z, Timar A, et al. Prevalence of Vitamin D Deficiency in Iran: A Systematic Review and Meta-Analysis. JCM .2022; 10(2):945-973.
30. Khodadoust M, Habibian M. Investigating the Changes of Tumor Necrosis Factor-α and Interleukin-10 After 8 Weeks of Regular Pilates Exercise and Vitamin D Intake in Overweight Men: A Randomized Clinical Trial. J Arak Uni Med Sci. 2020; 23 (6) :888-90. (Persian)
31. Moro T, Marcolin G, Bianco A, Bolzetta F, Berton L, Sergi G, et al. Effects of 6 Weeks of Traditional Resistance Training or High Intensity Interval Resistance Training on Body Composition, Aerobic Power and Strength in Healthy Young Subjects: A Randomized Parallel Trial. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(11):4093.
32. Moradi M, Akbarnejhad A, Choobineh S, Shabkhiz F. The effect of eight weeks of intense and continuous intermittent training on GDF15 and IL6 factor levels in overweight men. Feyz. 2021; 25 (3) :978-86.
33. Kiani Mavi N, Nikbakht H, Gaieni AA, Ghazalian F. Effects of High Intensity Interval Training (HIIT) on Interleukin 6 (IL-6) in Young Inactive Women. Adv. Environ. Biol. 2015; 9(3):806-10.
34. Soori R, Darabi M, Ranjbar K, Ramezankhani A. Effect of resistance training on aplein and inflammatory indicators in obese sedentary men. SPMI 2017; 9(30): 53-64.
35. Reis ASLdS, Furtado GE, Menuchi MRTP, Borges GF. The Impact of Exercise on Interleukin-6 to Counteract Immunosenescence: Methodological Quality and Overview of Systematic Reviews. Healthcare. 2024; 12(10):954.
36. Echavez JFM, Bautista JEC, Jiménez EG, Valle JSR, Elkins MR, Lobelo F, et al. The effect of exercise training on mediators of inflammation in breast cancer survivors: A systematic review with meta-analysis. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2016; 25:1009-17.
37. Keshvari R, Habibian M, Askari B. The Effect of High-Intensity Interval Training with Vitamin D Intake on Interleukin-10 and Lipid Peroxidation Levels in Overweight Women with Low Vitamin D Status: A Randomized Clinical Trial. Razi J Med Sci. 2023;30(3):36-47. (Persian)
38. Safari S, raiesifar A, raiesifar Z, shirzadegan R. The Effect of a Combined Training Course on the Level of Leptin, Adiponectin, and Insulin Plasma in Obese Man's Workers in the Health Network of Poldokhtar. Zanko J Med Sci .2020; 20 (67) :50-62.
39. Ouerghi N, Fradj MKB, Duclos M, Bouassida A, Feki M, Weiss K, et al. Effects of High-Intensity Interval Training on Selected Adipokines and Cardiometabolic Risk Markers in Normal-Weight and Overweight/Obese Young Males-A Pre-Post Test Trial. Biology (Basel). 2022;11(6):853.
40. Young KA, Engelman CD, Langefeld CD, Hairston KG, Haffner SM, Bryer-Ash M, etal. A ssociation of plasma vitamin D levels with adiposity in His-panic and African Americans. J Clin Endocrinol Metab 2009; 94:3306-13.
41. Fassio A, Gatti D, Rossini M, Bertelle D, Bixio R, Viapiana O, et al. Effects on SerumInflammatory Cytokines of Cholecalciferol Supplementation in Healthy Subjects with Vitamin D Deficiency. Nutrients. 2022;14:4823.
42. Nikooyeh B, Hollis BW, Neyestani TR. The effect of daily intake of vitamin D-fortified yogurt drink, with and without added calcium, on serum adiponectin

and sirtuins 1 and 6 in adult subjects with type 2 diabetes. Nutr Diabetes. 2021;11(1):26.
43. Sundari LPR, Bakta M, Astawa NM, Adiatmika PG, Arijana GKN, Tunas K. The Effect of Vitamin D Administration on Leptin, Adiponectin and mRNA MCP-1 Levels in Adipose Tissue of Obese Female Wistar Rats. Curr Res Nutr Food Sci. 2020; 8(2):541-49.
44. Lee MJ. Vitamin D Enhancement of Adipose Biology: Implications on Obesity-Associated Cardiometabolic Diseases. Nutrients. 2025;17(3):586.
45. Fagerberg B, Kellis D, Bergström G, Behre CJ. Adiponectin in relation to insulin sensitivity and insulin secretion in the development of type 2 diabetes: a prospective study in 64-year-old women. J Intern Med. 2011;269(6):636-43.
46. Miroliaee A E, Salamzadeh J, Shokouhi S, Sahraei Z. The study of vitamin D administration effect on CRP and Interleukin-6 as prognostic biomarkers of ventilator associated pneumonia. J Crit Care. 2018; 44:300-305.
47. Chen N, Wan Z, Han SF, Li BY, Zhang ZL, Qin LQ. Effect of vitamin D supplementation on the level of circulating high-sensitivity C-reactive protein: a meta-analysis of randomized controlled trials. Nutrients. 2014;6(6):2206-16.

Original Article

The effect of two months of high intensity interval training and vitamin D on the serum concentration of Adiponectin and Interleukin 6 in inactive women with vitamin D deficiency

Parvaneh Safari[1], Negar Mohammadi[2*], Masoumeh Habibian[3]

Received: 09.05.2025 Revised: 04.06.2025 Accepted: 09.06.2025

1. Master's Degree, Department of Physical Education and Sport Sciences, QaS.C., Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran
2. Master's Degree, Department of Physical Education and Sport Sciences, Sar.C., Islamic Azad University, Sari, Iran
3. Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, QaS.C., Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

Pars Journal of Medical Sciences, Vol.23, No.1, Spring 2025

Pars J Med Sci 2025;23(1):20-29

Abstract

Introduction: Obesity and low serum vitamin D (VitD) levels are important risk factors for chronic systemic inflammation, and an inactive lifestyle contributes to the enhancement of these factors. This study aimed to investigate the effect of two months of high intensity interval resistance training and VitD on the serum concentratio Materials and Methods n of adiponectin and interleukin-6 (IL-6) in women with VitD deficiency.

Materials and Methods: In this clinical trial, 52overweight and VitD deficient women were selected through convenience and purposive sampling and then randomly divided into control, exercise, VitD, and combination groups. The exercise program consisted of 5 exercises in three sets (6 repetitions/set, with an intensity of 80% of one repetition maximum with 20 seconds of rest) and 3 sessions/week. VitD was consumed weekly with a dose of 50,000 units. One-way analysis of variance and Kruskal-Wallis tests were used to analyze the data.

Results: All three interventions led to a significant increase in adiponectin concentration and a significant decrease in IL-6 ($P<0.001$). The effect of exercise in reducing IL-6 and increasing adiponectin was greater compared to VitD consumption ($P<0.001$). But the combined intervention had significant synergistic effects in the changes of these variables compared to the other two interventions ($P<0.001$).

Conclusion: It seems that high intensity interval resistance training, VitD consumption and combined intervention can help reduce systemic inflammation in overweight conditions with VitD deficiency partially by reducing the inflammatory index of IL-6 and increasing adiponectin. Although the combined intervention has been associated with stronger effects in the changes of these variables.

Keywords: Adiponectin, Interval Training, Inflammation, Interleukin 6, Vitamin D

How to cite this Article: Safari P, Mohammadi N, Habibian M. The effect of two months of high intensity interval training and vitamin D on the serum concentration of Adiponectin and Interleukin 6 in inactive women with vitamin D deficiency. Pars Journal of Medical Sciences. 2025; 23 (1): 20-29.

Copyright © 2025 Pars Journal of University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite.

* Corresponding author Email: habibian_m@yahoo.com