



Original Article

Effectiveness of Eight Weeks Aerobic Training and Nano Curcumin Supplementation on Serum Amyloid A Protein Content and Body Composition in Overweight and Obese Women

Fatemeh Jamshidi Rad ¹ , Morteza Nikoofar ² , Shila Nayebifar ^{3,*} 

¹ Ms in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

² Assistant Professor in Sport Management, Department of Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

³ Assistant Professor in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

* **Corresponding author:** Shila Nayebifar, Assistant Professor in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. E-mail: Shila_Nayebifar@ped.usb.ac.ir

DOI: [10.29252/nkjmd-12021](https://doi.org/10.29252/nkjmd-12021)

How to Cite this Article:

Jamshidi Rad F, Nikoofar M, Nayebifar Sh. Effectiveness of 8 Weeks Aerobic Training and Nano Curcumin Supplementation on Serum Amyloid A Protein Content and Body Composition in Overweight and Obese Women. *J North Khorasan Univ Med Sci.* 2020;**12**(2):1-8. DOI: [10.29252/nkjms-12021](https://doi.org/10.29252/nkjms-12021)

Received: 23 Feb 2020

Accepted: 08 Jul 2020

Keywords:

Advanced Aerobic Training
Nano Curcumin
Amyloid A
Overweight and Obese

Abstract

Introduction: Serum Amyloid A (SAA) is a sensitive marker related to the acute inflammatory phase, produced in the liver, and has got the protection and repair role in the inflammatory process. Nano curcumin (turmeric pigment) is anti-inflammatory and antioxidant. The purpose of this study was to evaluate the impact of advanced aerobic training and Nano curcumin supplementation on body composition and SAA levels in overweight and obese women.


Methods: In this quasi-experimental study, The Forty-Four women with (age 28.7 ± 3.33 years, BMI 31.53 ± 4.86 kg/m² and WHR 0.82 ± 0.07 cm) above 25 kg/m² were selected purposefully and were randomly divided into four groups of advanced aerobic training (n = 12), advanced aerobic training+ Nano curcumin (n = 12), Nano curcumin (n = 10) and control (n = 10) and for 8 weeks, they performed advanced aerobic exercise and daily intake of a Nano curcumin 80 mg nanomicelle capsule. The Nano curcumin and control groups had no physical activity during the period. Fasting blood samples were taken 24 hours before and 48 hours after the last training session and serum levels were measured by ELISA using human kits. For data normality, K-S test and dependent t-test and analysis of ANOVA were used to test the hypothesis.

Results: The results showed that eight weeks of training +supplementation +and train + supplementation group significantly decreased SAA about pre-exercise values (P = 0.001) There was also a significant difference between the four groups (P < 0.05).

Conclusions: Improved aerobic exercise and Nano curcumin appear to be effective in reducing the inflammatory status of overweight and obese women as well as in reducing body weight by reducing inflammatory factors.



اثر هشت هفته تمرینات ایروبیکی و مکمل یاری نانو کورکومین بر سطوح سرمی پروتئین آمیلوئید A و شاخص‌های ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن و چاق

فاطمه جمشیدی‌راد^۱، مرتضی نیکوفر^۲، شیلا ناییبی‌فر^{۳*} 

^۱ کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

^۲ استادیار مدیریت ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

^۳ استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

* نویسنده مسئول: شیلا ناییبی فر، استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

ایمیل: shila_Nayebifar@ped.usb.ac.ir

DOI: 10.29252/nkjms-12021

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۰۴	چکیده
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۸	مقدمه: آمیلوئید A (SAA) یک مارکر حساس حالت التهابی حاد است و در کبد ساخته می‌شود و نقش دفاعی و ترمیم در فرایند التهاب دارد. نانو کورکومین (رنگدانه زردچوبه) یک ماده ضدالتهابی و آنتی اکسیدانی است. هدف از این مطالعه، بررسی یک دوره تمرین ایروبیکی و مکمل یاری نانو کورکومین بر شاخص‌های ترکیب بدنی و آمیلوئید سرم A زنان دارای اضافه وزن و چاق است.
واژگان کلیدی: تمرین ایروبیکی نانو کورکومین پروتئین آمیلوئید A ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن و چاق	روش کار: در مطالعه نیمه تجربی حاضر، ۴۴ زن (میانگین سن $28/7 \pm 3/33$ سال، شاخص توده بدنی $4/86 \pm 31/53$ کیلوگرم بر متر مربع و نسبت دور کمر به لگن $0/07 \pm 0/82$ سانتی متر) بصورت هدفمند انتخاب و به طور تصادفی در چهار گروه تمرین (۱۲ نفر)، تمرین+ نانو کورکومین (۱۲ نفر)، نانو کورکومین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند و به مدت ۸ هفته به انجام تمرین ایروبیکی و مصرف روزانه یک کپسول ۸۰ میلی گرم نانومیسسل پرداختند. داده با استفاده از آزمون تی مستقل و زوجی و کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی تجزیه و تحلیل شد و ($P > 0/05$) معنی دار تلقی گردید.
	یافته‌ها: هشت هفته تمرین ایروبیکی، مصرف مکمل یاری نانو کورکومین و همچنین اثر توامان تمرین و نانو کورکومین سبب کاهش معنی داری در سطوح سرمی آمیلوئید A و مقادیر وزن بدن و شاخص توده بدنی می‌شود ($P > 0/05$). بین میانگین تمرین ایروبیکی و کنترل و همچنین تمرین به همراه مکمل نانو کورکومین با کنترل تغییرات معنی داری مشاهده شد ($P > 0/05$)؛ اما نسبت دور کمر به لگن در تمامی گروه پژوهش کاهش معنی داری نداشت ($P < 0/05$).
	نتیجه گیری: به نظر می‌رسد تمرین ایروبیکی و نانو کورکومین به واسطه کاهش عوامل التهابی، می‌تواند در کاهش وضعیت التهابی در زنان دارای اضافه وزن و چاق و همچنین کاهش وزن بدن مؤثر باشد.

مقدمه

توسعه آترواسکلروز شود (۴). سطح سرمی آمیلوئیدی A با افزایش شاخص توده بدنی ارتباط مثبتی دارد، در حالی که کاهش وزن با پایین آمدن سطح سرمی آمیلوئیدی A همراه است و عقیده بر این است که پروتئین آمیلوئیدی A یک شاخص تشخیصی و حتی تعیین پیش آگهی برای چاقی و بیماری‌های وابسته به چاقی است (۴). فعالیت بدنی منظم علاوه بر کاهش چربی بدن، افزایش حجم عضلات اسکلتی، کاهش کلسترول و بهبود فشار خون باعث تغییر در میزان شاخص‌های التهابی می‌شود (۵، ۶). به عنوان مثال آریکاوا (Arikawa) و همکاران (۲۰۱۱)، انجام ۱۶ هفته تمرین هوازی بر سطح سرمی آمیلوئیدی A زنان جوان، بی تأثیر (۷) و رایان (Ryan) و همکاران (۲۰۱۴)، کاهش سطح سرمی آمیلوئیدی A را متعاقب ۴ ماه تمرین هوازی در زنان مسن دارای اضافه وزن گزارش کردند (۸). از طرف دیگر، امروزه استفاده از مکملها و غذاها و داروهای گیاهی در درمان بیماریها و اختلالات متابولیکی در بین

چاقی نتیجه تعادل انرژی مثبت است که به وسیله چربی اضافی بدن شناخته می‌شود. یافته‌های مختلف نشان می‌دهد که اضافه وزن با سطوح کمی از التهاب‌های مزمن به خصوص در بافت چربی همراه است (۱). بافت چربی صرفاً یک بافت غیرفعال ذخیره کننده انرژی نمی‌باشد بلکه یک اندام درون ریز فعال است که مواد بیولوژیک مختلفی را تولید و بیان می‌کند (۲). این بافت، اثر خود تنظیمی خود را از طریق تولید آدیپوکاین‌ها انجام می‌دهد (۳). آمیلوئیدی سرمی A (SAA) یک پروتئین از خانواده آپولیپوپروتئین‌ها است که سنتز آن تا حد زیادی در التهاب افزایش می‌یابد. این پروتئین یک پروتئین التهابی فاز حاد است که میل ترکیبی زیادی برای اتصال به HDL (لیپو پروتئین با چگالی بالا) دارد، بیش‌تر در کبد ساخته می‌شود و در شرایط التهابی به جریان خون وارد می‌شود. افزایش سرم آمیلوئیدی A می‌تواند با اختلال در روند سنتز HDL موجب کاهش عملکرد حفاظتی HDL در برابر

و رضایت نامه کتبی از آن‌ها گرفته شد تا از غیرفعال بودن و سلامت جسمی آن‌ها اطمینان حاصل شود و ملاک انتخاب شرکت کنندگان، داشتن سلامت کامل قلبی- عروقی، نداشتن بیماری مزمن، پرفشاری خون، سابقه فعالیت‌های ورزشی منظم در ۶ ماه قبل از تحقیق و عدم استعمال مواد مخدر و مکمل‌های گیاهی و دارویی بود.

آزمودنی‌ها، دو هفته قبل از اجرای آزمون اصلی در تاریخ مشخصی به محل اجرای آزمون مراجعه کردند و به صورت شفاهی و کتبی با روند کلی کار آشنا شدند. ۲۴ ساعت قبل از ورود به دوره تمرینی آزمون‌های قد (با قد سنج دیواری Seca 206، ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۵ سانتی) و وزن بدن (ترازوی دیجیتال مدل Camry EF551BW، ساخت کشور چین با دقت ۰/۱ کیلوگرم) به صورت ایستاده با حداقل لباس و بدون کفش انجام گرفت. شاخص توده بدنی تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر مربع) محاسبه گردید. WHR به وسیله متر نواری غیرقابل ارتجاع با حساسیت ۰/۱ سانتی متر و بدون تحمل هر گونه فشاری بر بدن فرد، با اندازه گیری محیط کمر در باریک‌ترین ناحیه بین دنده‌ای تا تاج خاصره و تقسیم آن به اندازه محیط لگن در بزرگترین قسمت بر آمدگی سرینی به دست آمد (۱۹). تمام شاخص‌های مذکور ۴۸ ساعت پس از ۸ هفته تمرین ایروبیکی مجدداً اندازه گیری شدند. ضمناً پژوهش حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه سیستان و بلوچستان با کد ۱۳۹۸/۰۲۵، IR.USB.REC مورخ ۱۳۹۸/۰۹/۰۳ ثبت گردیده است.

تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی

برای اندازه گیری سرم آمیلوئید A در تمامی گروه‌های تحقیق، از ورید بازویی دست راست تمام آزمودنی‌ها در شرایط ۱۲ ساعت ناشتایی (۲۴ ساعت پیش از تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) مقدار ۲ میلی لیتر خون توسط متخصص علوم آزمایشگاهی گرفته شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین از انجام هر گونه فعالیت ورزشی سنگین خودداری کنند. نمونه‌ها به منظور جداسازی سرم، در لوله‌های آزمایشی بدون ماده ضد انعقادی ریخته شد. به منظور کاهش زمان ماندن نمونه در شرایط آزمایشگاهی، طی ۵ دقیقه انکوباسیون در دمای محیط و تشکیل لخته، بلافاصله نمونه‌ها سانتریفیوژ شده (۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه) و محلول سرم از لخته جدا شد. سپس سرم به دست آمده برای سنجش سطوح سرمی آمیلوئیدی A مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌های خونی پس از جداسازی سرم، در دمای ۷۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند تا همراه با نمونه‌های خونی پس از ۸ هفته تمرین ایروبیکی تحلیل شوند. سطح سرمی آمیلوئید سرم A با استفاده از روش الایزا و کیت پژوهشی کمپانی crystal chem USA با حساسیت ۰/۵ نانوگرمدر میلیلیتر اندازه گیری شد.

پروتکل تمرینی

در گروه‌های تمرین، تمرین ایروبیکی به مدت ۸ هفته، هر هفته سه جلسه انجام شد. آزمودنی‌ها برای آشناسازی با تمرین ایروبیکی دو هفته قبل از آغاز پژوهش در محل تمرین دو جلسه شرکت کردند و به آن‌ها نکات پژوهش و نوع تمرین توضیح داده شد؛ هر جلسه تمرین ۶۰ دقیقه، شامل گرم کردن (۱۰ دقیقه نرم دویدن، حرکات پایه ایروبیکی و کششی)، پروتکل اصلی تمرین شامل انجام زنجیره ایروبیکی که در هفته اول به مدت ۲۵ دقیقه با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب و با رعایت اصل

عموم مردم گسترش یافته است و به دلیل دارا بودن برخی ترکیبات ویژه از جمله پلیفنلها، دارای خواص آنتی اکسیدانی بالای هستند و در سالیهای اخیر به علت کمبود و یا عدم اثر اتجانبی به عنوان یک رویکرد درمانی، بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (۹، ۱۰). کورکومین (Curcumin) با وزن مولکولی ۳۶۸ دالتون پلی فنول هیدروفوب و همان رنگدانه موجود در زردچوبه است که به علت دارا بودن اثرات ضد التهابی و آنتی اکسیدانی در درمان مورد توجه قرار گرفته است (۱۰، ۱۱). این ماده فعالیت بیولوژیکی و فارماکولوژی گسترده‌ای دارد (۱۲) و یک عامل ضدالتهاب است. عملکرد ضد التهابی کورکومین به دلیل وجود پیوندهای دوگانه و فرم کتونی ساختار آن است. کورکومین عملکرد آنزیم‌های مختلف، پروتئین‌ها، پروتئین کینازها، سایتوکاین‌ها و فاکتورهای رونویسی شناخته شده که به روند التهاب مرتبط هستند را کنترل می‌کند (۱۳).

نتایج برخی از مطالعات نشان می‌دهد شرکت در فعالیت‌های بدنی و ورزشی می‌تواند روش مناسبی برای پیشگیری از عواقب و بیماری‌های ناشی از اضافه وزن و چاقی باشد (۱۴) با توجه به شیوع روز افزون چاقی، تمایل مردم برای استفاده از داروهای گیاهی در مقایسه با داروهای شیمیایی و توصیه‌های سازمان بهداشت جهانی مبنی بر انجام پژوهش‌های علمی روی گیاهان با اثر احتمالی فاکتورها یا التهابیخون در افراد دارای اضافه و چاق است (۱۵). فعالیت جسمانی و ورزش تولید فاکتورهای پیش التهابی را مهار می‌کند و فاکتورهای ضدالتهابی را افزایش می‌دهد. با توجه به اینکه فاکتورهای پیش التهابی آثار سمی خاصی بر سلول‌های بافت‌های مشخصی دارند، می‌توان گفت که فعالیت ورزشی منظم به واسطه کاهش تولید این فاکتورهای پیش التهابی از آسیب بیشتر سلول‌های بتای تولید کننده انسولین جلوگیری می‌کند (۱۶). امروزه برای بهبود وضعیت فیزیولوژیک افراد دارای اضافه وزن و چاق و بیماری‌های مرتبط با چاقی به جای دارو از تمرینات ورزشی منظم استفاده می‌شود که هر کدام از این فعالیت‌های ورزشی با توجه به نوع، شدت، تواتر و مدت انجام از طریق مکانیسم‌های مختلفی بر روند بهبود وضعیت جسمانی تأثیرگذار می‌باشند. آنچه به نظر می‌رسد این است که تمرینات ورزشی و مکمل دارویی می‌تواند بر وضعیت التهابی و عملکرد آن تأثیر گذار باشد، اما هنوز مجموع مطالعات انجام شده اطلاعات جامعی از چگونگی شرایط تمرینی مؤثر و یا مؤثرتر ارائه نداده‌اند. از این رو این مطالعه با هدف تعیین اثر تمرینات ایروبیکی و مکمل یاری نانو کورکومین بر سطوح سرمی پروتئین‌آمیلوئید A و شاخص‌های ترکیب بدنی در زنان دارای اضافه‌وزن چاق انجام گرفت.

روش کار

در این پژوهش نیمه تجربی از ۴۴ زن چاق و دارای اضافه وزن (شاخص توده بدنی بالای ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع) با دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال که به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند به عنوان آزمودنی استفاده شد. بنا بر ماهیت تحقیق و شرایط انجام کار، داوطلبان به صورت کاملاً تصادفی با قرعه کشی، افراد با شماره‌ای که به هر یک اختصاص داده شده بود، به ترتیب در ۴ گروه تمرین (۱۲ نفر)، تمرین+نانو کورکومین (۱۲ نفر)، نانو کورکومین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. قابل ذکر است که قبل از تقسیم بندی گروه‌ها، پرسش نامه فعالیت و پرسش نامه سلامت عمومی ۲۸ سوالی گلدبرگ (General Health Questionnaire) بین آن‌ها توزیع شد (۱۷، ۱۸)

داری از آزمون تعقیبی LSD برای بیان و استخراج نتایج، مورد بهره برداری قرار گرفتند و سطح معنی داری $P > 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

آزمودنی‌های گروه تمرین، تمرین+ نانو کورکومین، نانو کورکومین و کنترل در شروع مطالعه تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند؛ و توزیع طبیعی داده‌ها بوسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تعیین شد. میانگین سرم آمیلوئید A، وزن بدن، شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به لگن گروه کنترل از مرحله پیش آزمون تا پس آزمون افزایش یافت در حالی که میانگین آنها در گروه نانو کورکومین، تمرین، تمرین+ نانو کورکومین کاهش نشان داد. طبق **جدول ۱**، آزمون تی وابسته میانگین پیش و پس آزمون متغیرهای آمیلوئید سرم A، وزن بدن و شاخص توده بدنی در گروه تمرین ایروبی و تمرین+ نانو کورکومین کاهش معنی داری داشت ($P > 0/05$). همچنین آمیلوئید سرم A در گروه نانو کورکومین کاهش معنی داری نشان داد ($P > 0/05$). اما این متغیرها در دیگر گروه‌های تحقیق کاهش معنی داری نداشتند ($P < 0/05$). میانگین پیش و پس آزمون متغیر نسبت دور کمر به لگن در گروه‌های مورد مطالعه پژوهش تغییرات معنی داری نداشت ($P < 0/05$).

اضافه بار در هفته‌های پایانی به مدت ۴۵ دقیقه با شدت ۸۵ در صد ضربان قلب بیشینه و سرد کردن (۱۰ دقیقه نرم دویدن و حرکات کششی بدون فشار) بود (۲۰). در طول دوره تحقیق، گروه کنترل و نانو کورکومیندر هیچ برنامه تمرین ورزشی شرکت نکردند.

نحوه مصرف مکمل نانو کورکومین

به آزمودنی‌ها توصیه شد در طول اجرای پژوهش، رژیم غذایی کنترل شده داشته باشند و از تغییر رژیم غذایی خود بپرهیزند. آزمودنی‌های گروه نانو کورکومین و گروه تمرین+ نانو کورکومین روزانه یک کپسول ۸۰ میلی گرم نانومیسسل از شرکت فرآورده‌های دارویی اکسیرناتوسینا با مجوز بهداشتی ۶۶۵/۴۸۲۹۶ (۱۳۹۳/۵/۴) پس از صرف صبحانه با یک لیوان آب مصرف کردند. همچنین توصیه شد از مصرف هر گونه دارو و مکمل بدون دستور پزشک خودداری نمایند و در صورت تجویز پزشک، به محقق اطلاع دهند. هیچ گونه عوارض جانبی ناشی از مصرف قرص‌های نانو کورکومین در شرکت کنندگان مطالعه حاضر مشاهده نشد.

تحلیل آماری

برای تحلیل یافته‌های تحقیق از نرم افزار SPSS-۲۲ استفاده شد. روش‌های آماری مناسب از جمله آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای تشخیص نرمال بودن اطلاعات مربوطه؛ و آزمون تی وابسته و آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (تغییرات پیش تا پس آزمون) و در صورت معنی

جدول ۱. مقایسه سطوح شاخص‌های تحقیق (انحراف معیار ± میانگین) و یافته‌های آزمون آنالیز واریانس

متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	P Value زوجی	اختلاف میانگین ها	P Value آنوا
وزن بدن (Kg)					
تمرین	۸۶/۲۵ ± ۱۵/۹۸	۸۴/۰۸ ± ۱۵/۹۵	*۰/۰۰۱	۲/۱۶ ± ۱/۵۲	*۰/۰۰۱
تمرین+ مکمل	۸۱/۰۰ ± ۱۲/۰۶	۷۸/۸۳ ± ۱۲/۶۱	*۰/۰۰۱	۲/۱۶ ± ۲/۱۶	*۰/۰۰۱
مکمل	۷۸/۸۰ ± ۱۱/۴۰	۷۷/۷۰ ± ۱۰/۵۶	۰/۲۴	۱/۱۰ ± ۲/۸۰	۰/۰۰۱
کنترل	۸۱/۰۰ ± ۶/۵۶	۸۲/۸۰ ± ۶/۳۷	۰/۱۱	-۱/۸۰ ± ۱/۲۲	۰/۰۰۱
شاخص توده بدنی (Kg/m²)					
تمرین	۳۲/۸۰ ± ۵/۲۶	۳۱/۹۸ ± ۵/۳۱	*۰/۰۰۱	۰/۸۱ ± ۰/۵۹	*۰/۰۰۱
تمرین+ مکمل	۳۱/۸۶ ± ۵/۶۶	۳۱/۰۱ ± ۵/۸۲	*۰/۰۰۱	۰/۸۴ ± ۰/۸۲	*۰/۰۰۱
مکمل	۳۱/۶۹ ± ۵/۴۵	۳۱/۲۳ ± ۵/۰۳	۰/۲۲	۰/۴۶ ± ۱/۱۲	۰/۰۰۱
کنترل	۲۹/۴۳ ± ۱/۷۶	۳۰/۰۹ ± ۱/۷۲	۰/۰۹	-۰/۶۵ ± ۰/۴۵	۰/۰۰۱
نسبت دور کمر / لگن (WHR)					
تمرین	۰/۸۱ ± ۰/۰۵	۰/۸۰ ± ۰/۰۵	۰/۶۳	۰/۰۱ ± ۰/۰۲	۰/۴۵
تمرین+ مکمل	۰/۸۴ ± ۰/۰۷	۰/۸۴ ± ۰/۰۷	۰/۸۰	۰/۰۱ ± ۰/۰۲	۰/۴۵
مکمل	۰/۸۳ ± ۰/۰۷	۰/۸۳ ± ۰/۰۷	۰/۹۷	-۰/۰۱ ± ۰/۰۱	۰/۴۵
کنترل	۰/۷۹ ± ۰/۰۹	۰/۷۷ ± ۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۱ ± ۰/۰۲	۰/۴۵
سرم آمیلوئید A (mg/dl)					
تمرین	۳۸/۹۱ ± ۲۹/۴۵	۱۵/۸۲ ± ۲۲/۸۰	*۰/۰۰۱	۲۳/۰۹ ± ۱۶/۹۴	*۰/۰۰۱
تمرین+ مکمل	۳۴/۲۳ ± ۱۷/۸۸	۱۲/۳۶ ± ۱۰/۳۳	*۰/۰۰۱	۲۱/۸۶ ± ۹/۸۹	*۰/۰۰۱
مکمل	۳۷/۰۰ ± ۲۸/۴۴	۲۱/۹۷ ± ۲۹/۳۰	*۰/۰۰۱	۱۵/۰۳ ± ۱۰/۹۷	*۰/۰۰۱
کنترل	۲۰/۹۳ ± ۲۳/۹۴	۳۶/۹۸ ± ۳۰/۷۵	۰/۱۸	-۱۶/۰۵ ± ۱۷/۶۳	*۰/۰۰۱

*آزمون تی وابسته (بین پیش آزمون و پس آزمون هر گروه) در سطح $P < 0/05$ معنی داری است.
آزمون کوواریانس (بین تغییرات پیش تا پس آزمون گروه‌های پژوهش) در سطح $P < 0/05$ معنی داری است.

از آزمون تعقیبی LSD در **جدول ۲** استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که مقادیر پروتئین آمیلوئید A، وزن بدن و شاخص توده بدنی در گروه تمرین، تمرین+ مکمل و گروه مصرف نانو کورکومین نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری داشته اما گروه تمرین در مقایسه با گروه‌های تمرین همراه با مکمل باری نانو کورکومین و گروه مصرف مکمل تفاوت

آزمون آنوا در **جدول ۱**، اختلاف پیش آزمون و پس آزمون هشت هفته مصرف مکمل نانو کورکومین، تمرین، تمرین+ نانو کورکومیندر متغیرهای وزن بدن، شاخص توده بدنی و سرم آمیلوئید A تفاوت معنی داری داشت ($P > 0/05$). اما در مقادیر نسبت دور کمر به لگن تفاوتی معنی داری مشاهده نشد ($P < 0/05$). برای مقایسه زوجی گروه‌ها نیز

تأثیر بسزایی در کاهش وزن بدن و شاخص توده بدنی نسبت به گروه کنترل دارد.

معنی داری نشان نداد و این بدین معناست که تغییرات در گروه‌های تمرین و تمرین به همراه مصرف مکمل یاری نانو کورکومینو گروه مکمل

جدول ۲. نتایج آزمون تعقیبی LSD در خصوص مقایسه دو به دوی گروه‌های

متغیر	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	P
وزن (kg)			
تمرین			
تمرین + مکمل	۰/۰۱	۰/۸۲	۱/۰۰
مکمل	۱/۰۶	۰/۸۶	۰/۲۲۳
کنترل	۳/۹۶	۰/۸۶	۰/۰۰۱*
تمرین + مکمل			
مکمل	۱/۰۶	۰/۸۶	۰/۲۲۳
کنترل	-۳/۹۶	۰/۸۶	۰/۰۰۱*
مکمل			
کنترل	۲/۹۰	۰/۸۹	۰/۰۰۳*
BMI (kg/m²)			
تمرین			
تمرین + مکمل	-۰/۰۲	۰/۳۲	۰/۹۳۱
مکمل	۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۲۹۳
کنترل	۱/۴۷	۰/۳۳	۰/۰۰۱*
تمرین + مکمل			
مکمل	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۲۵۸
کنترل	۱/۵۰	۰/۳۳	۰/۰۰۱*
مکمل			
تمرین + مکمل	۰/۰۱	۰/۸۲	۱/۰۰
پروتئین آمیلوئید A (mg/dl)			
تمرین			
تمرین + مکمل	۱/۲۲	۵/۸۱	۰/۸۳۴
مکمل	۸/۰۶	۶/۱۰	۰/۱۹۴
کنترل	۳۹/۱۴	۶/۱۰	۰/۰۰۱*
تمرین + مکمل			
مکمل	۶/۸۳	۶/۱۰	۰/۲۶۹
کنترل	۳۷/۹۱	۶/۱۰	۰/۰۰۱*
مکمل			
کنترل	۳۱/۰۸	۶/۳۷	۰/۰۰۱*

* اختلاف در سطح $P > 0.05$ معنی دار است

بحث

باتوجه به روند صعودی شیوع چاقی، نیاز به یک استراتژی درمانی مؤثر و به صرفه به منظور کند کردن روند اپیدمی چاقی و پیشگیری از سندرم متابولیک، بیش از پیش احساس می‌شود (۲۱). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که سرم آمیلوئید A از جمله پروتئین مرحله حاد هستند که مقادیر آن در افراد چاق در مقایسه با افراد دارای وزن نرمال بالاتر بوده و به عنوان واسطه‌ای بین چاقی، مقاومت به انسولین، التهاب، عوامل خطرزایی قلبی - عروقی در نظر گرفته می‌شود (۲۲-۲۵). در پژوهش حاضر اثر تمرین ایروبی، اثر مکمل یاری نانو کورکومین و اثر تمرین ایروبی با مکمل یاری نانو کورکومین بر پروتئین آمیلوئید سرم A و شاخص‌های ترکیب بدنی زنان را با اضافه‌پوزن چاق مورد مطالعه قرار گرفت. این مطالعه نشان داد پس از اجرای پروتکل ۸ هفته‌ای، اثر تمرین، تمرین + نانو کورکومین و اثر مکمل یاری نانو کورکومین کاهش معنی داری پروتئین آمیلوئید سرم A، وزن بدن و شاخص توده بدنی گردید. با نگاهی به جدول ۱ می‌توان دریافت میانگین مقادیر پروتئین

آمیلوئید سرم A، وزن بدن و شاخص توده بدنی در گروه‌هایی که تمرین انجام داده‌اند نسبت به دیگر گروه‌های پژوهش (نانو کورکومین و کنترل) کاهش بیشتری پیدا کرده است.

یافت چربی از جایگاه‌های اصلی تولید پروتئین آمیلوئید A است که بیانگر ارتباط بین افزایش توده چربی بدن و وضعیت التهابی ناشی از چاقی است (۲۶). از این رو پیشنهاد شده است پروتئین آمیلوئید A می‌تواند از میزبان علیه عوامل بیماری‌زا، کمک به برقراری مجدد هموستاز و تنظیم مراحل مختلف التهاب کند (۲۷). در مطالعه حاضر تفاوت معنی داری در وزن بدن و شاخص توده بدنی گروه تمرین و گروه تمرین با مکمل یاری نانو کورکومین مشاهده شد؛ که با مطالعه صفرزاده و بصیری (۱۳۹۴) بر روی ۲۶ مرد چاق هشت هفته تمرین مقاومتی منجر به کاهش معنی دار وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها شد و ارتباط معنی داری بین تغییرات سطوح سرمی آمیلوئید A و تغییرات وزن مشاهده شد (۲۸)، همخوانی دارد.

اگرچه برخی از مطالعات کاهش وزن را عاملی مؤثر در کاهش سطوح این شاخص دانسته‌اند، لیکن این ارتباط همیشه برقرار نبوده است.

دادند. در مقایسه با گروه کنترل، غلظت پلاسمایی پروتئین آمیلوئید A در گروه تمرین به طور قابل توجهی کاهش را نشان دادند (۳۷)؛ همسو بود.

پروتئین آمیلوئید A و کورکومین هر دو نواحی آبرگیز دارند. هسته آروماتیک کورکومین که ضرور تا آبرگیز است تمایل به زنجیره‌های جانبی آلیفاتیکو آروماتیک پروتئین دارد. از آنجا که پروتئین دارای جایگاه‌های آبرگیز است، کورکومین براحتی به این جایگاهها متصل می‌شود. همچنین کورکومین با آمینواسیدهای پروتئینها، از طریق گروه‌های هیدروکسیل و کربنیل فعال واکنش می‌دهد (۳۸) و در نتیجه سبب کاهش سر م‌آمیلوئید A می‌شود. داروهای ضدالتهابی سبب کاهش سرم آمیلوئید A میشود و از آنجایی که کورکومین به دلیل ترکیبات آنتیاکسیدانی دارای اثرات و خاصیت ضدالتهابی می‌باشد سطوح سر م‌آمیلوئید A کاهش پیدا می‌کند (۳۹، ۴۰) و از سوی دیگر سرم آمیلوئید A از کبد تحت تأثیر CRP و سایتوکاین‌های التهابی مختلف مثل؛ اینترلوکین-۱، اینترلوکین-۶، اینترلوکین-۸ و TNF آلفا افزایش می‌یابد که انجام فعالیت‌های بدنی منظم سبب کاهش مقادیر CRP، سایتوکاین‌ها و مایوکاین‌های می‌شود و متعاقباً کاهش سرم آمیلوئید A از کبد را به دنبال دارد (۳۹، ۴۱). احتمال دارد در مطالعه حاضر تمرینات ایروبیکی و کورکومین به مدت هشت هفته توانسته باشد از طریق تأثیر بر شاخص‌های التهابی مذکور مکانیزم‌های فیزیولوژیک ذکر شده که هر چند در مطالعه حاضر مستقیماً مورد سنجش قرار نگرفتند، باعث بهبود در پروتئین فاز حاد آمیلوئید A شده باشد. همچنین یافته‌های ناهم‌سویی در مورد اثر تمرین ورزشی بر سطح پروتئین آمیلوئید A وجود دارد. هم راستا با نتایج پژوهش حاضر؛ حسین پور نیازی و همکاران (۴۲)، صفرزاده و همکاران (۴۳)، مهربانی و همکاران (۴۴)، لاپ پلانیس و همکاران (۲۶)، و آوگیوس و همکاران (۴۵)، اسپوندیر و همکاران (۳۱) افزایش سطح سرم پروتئین آمیلوئید A را بر اثر تمرینات ورزشی گزارش کردند و از طرفی در مطالعه صفرزاده و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند تمرین مقاومتی در موش‌های صحرایی دیابتی تغییر معنی داری در سطوح سرم پروتئین آمیلوئید A ندارد (۴۳). همچنین حسینی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش دادند که یک دوره تمرین هوازی بر سطوح سرمی پروتئین آمیلوئید A اثر معنی داری ندارد (۴۶)، تفاوت در نوع آزمودنی، شدت و مدت تمرین می‌تواند از دلایل مغایرت در نتایج باشد. از طرفی مطالعات پیشین نشان داده‌اند که بیان پروتئین سرم آمیلوئید A می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای ۲۴ تا ۳۶ ساعت بعد از التهاب، عفونت و ضربه یا آسیب تا هزار برابر افزایش یابد (۴۷). بعد از ۴ تا ۵ روز شروع به کاهش می‌کند که بعد از ۱۰ تا ۱۴ روز به سطح استراحتی بر می‌گردد (۴۸). از این رو ممکن است با وجود نمونه‌گیری خونی پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرینی هنوز سطوح سرم پروتئین آمیلوئید A به وضعیت پایدار نرسیده باشد. غیر همسو بودن نتایج مشاهده شده در خصوص سرم پروتئین آمیلوئید A نیز می‌تواند تا حدودی ناشی از این تغییرات باشد.

نتیجه‌گیری

نانو کورکومین ماده مؤثر موجود در زردچوبه است که خواص درمانی آن سال‌هاست مورد توجه دانشمندان قرار گرفته است. بر اساس نتایج

چنانچه در مطالعه‌ای که انجام شده ارتباط معنی داری بین تغییرات سطوح سرمی آمیلوئید A و تغییرات وزن مشاهده نشده است (۲۹). از این رو به نظر می‌رسد عوامل دیگری نظیر کاهش شاخص توده بدنی در این تغییرات دخیل باشد، چرا که بافت چربی از اندام‌های اصلی و مؤثر در ترشح و تنظیم سطوح این پروتئین شما می‌رود (۲۷). در مطالعه دیگری که به صورت متاآنالیز انجام شد، ارتباط قوی بین شاخص توده بدنی و سطوح آمیلوئید سرم A در یازده تحقیق که به صورت مقطعی انجام شده بود، مشاهده شد (۳۰). بعلاوه تمرینات ورزشی منظم از مسیر دیگری بر بهبود پروتئین سرم آمیلوئید A تأثیر دارد از جمله کاهش شاخص‌های ترکیب بدنی مانند وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن که با در نظر گرفتن این موضوع که ذخیره چربی بدن منبع مترشح پروتئین آمیلوئید A است. کاهش محتوی چربی زیر پوستی می‌تواند به کاهش سرم آمیلوئید A منجر شود (۳۱). در مطالعه حاضر وزن و شاخص توده بدنی اندازه‌گیری شدند و کاهش معنادار این دو متغیر در گروهایی که هشت هفته تمرینات ایروبیکی را انجام دادند نسبت به گروه کنترل حاصل شد. می‌توان چنین استنباط کرد بهبود در سطح آمیلوئید A متعاقب تمرینات ایروبیکی در مطالعه حاضر نتیجه مستقیم بهبود وضعیت آنتروپومتریک افراد باشد. آنچه به نظر می‌رسد این است که تمرینات ورزشی و مکمل دارویی می‌تواند پربافت چربی و عملکرد آن تأثیرگذار باشد، مطالعه حاضر نشان داد که تمرین، تمرین با مکمل یاری نانو کورکومین و مصرف نانو کورکومین بدون فعالیت بدنی در طول دوره تمرین سبب کاهش معنی دار پروتئین آمیلوئید سرم A شده است؛ که با یافته‌های پاکزی و همکاران (۱۳۹۴) که اجرای یک دوره تمرین ترکیبی (استقامتی و مقاومتی) به مدت شش هفته کاهش معنی دار پروتئین آمیلوئید A سرم را گزارش کردند (۳۳). ثاقب جو و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه بر روی ۳۰ زن یائسه مبتلا به سندرم متابولیک دریافتند؛ ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت ۶۵ تا ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی کاهش معنی داری بر سطوح سرمی آمیلوئید A در آزمودنی‌ها دارد و از طرفی بین میانگین چربی بدن با سرم آمیلوئید A ارتباط مثبت معنی داری مشاهده شد و محققین بیان کردند تمرین هوازی به واسطه کاهش عوامل التهابی، می‌تواند در کاهش وضعیت التهابی بیمار مبتلا به سندرم متابولیک مؤثر باشد (۳۴). در مطالعه چنگ و همکاران (۱۹۹۵) پروتئین سرم آمیلوئید A طی مدت زمان ۳، ۶ و ۱۲ ماه تمرین هوازی کاهش معنی داری نشان دادند (۳۵). همچنین در مطالعه کامپیل و همکاران (۲۰۰۹) نیز ۱۲ هفته تمرین هوازی بر روی زنان سالمند نشان از کاهش سطح سرم پروتئین آمیلوئید A را گزارش کردند و از نقش ورزش در تعدیل فرآیندهای التهابی مربوط به افزایش خطر ابتلاء به بیماری مزمن در چاقی حمایت کردند (۳۶). رایان و همکاران (۲۰۱۴) کاهش سطح سرمی پروتئین آمیلوئید A را متعاقب ۴ ماه تمرین ایروبیکی با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب در زنان مسن دارای اضافه وزن گزارش کردند و نشان دادند که تمرینات ایروبیکی یک امر ضروری برای اصلاح شیوه زندگی زنان چاق پس از یائسگی است (۸). کلاهدوزی و همکاران (۲۰۱۹) ۳۰ مرد چاق ۲۰ تا ۲۶ سال با شاخص توده بدنی ۳۰/۶۷ کیلوگرم بر متر مربع را به دو گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای و کنترل تقسیم کردند و تمرینات به مدت هشت هفته (۳ بار در هفته، ۶۵ تا ۸۵ درصد از حداکثر یک تکرار بیشینه) انجام

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد (۱۳۹۸، ۰۲۵). IR.USB.REC (کد اخلاق) در رشته فیزیولوژی ورزشی بوده که در گروه تربیت بدنی دانشگاه سیستان و بلوچستان مصوب شده است. بدین وسیله از تمام عزیزانی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

این مطالعه تمرین ایروبیکی، مصرف مکمل نانو کورکومین و همچنین تمرین ایروبیکی به همراه مکمل یاری نانو کورکومین نشان از کاهش معنی دار سطوح پروتئین سرم آمیلوئید A دارد. به عبارتی می‌توان گفت مصرف روزانه ۸۰ میلی گرم کپسول نانو کورکومین به مدت هشت هفته می‌تواند سطوح سرمی پروتئین آمیلوئید A را کاهش دهد و به نظر می‌رسد تمرین ایروبیکی و نانو کورکومین به واسطه کاهش عوامل التهابی، می‌تواند در کاهش وضعیت التهابی زنان دارای اضافه وزن و چاق و همچنین ترکیب بدنی مؤثر باشد.

References

- Benelli R, Lorusso G, Albin A, Noonan DM. Cytokines and chemokines as regulators of angiogenesis in health and disease. *Curr Pharm Des.* 2006;12(24):3101-3115. doi: 10.2174/138161206777947461 pmid: 16918437
- Bouassida A, Chamari K, Zaouali M, Feki Y, Zbidi A, Tabka Z. Review on leptin and adiponectin responses and adaptations to acute and chronic exercise. *Br J Sports Med.* 2010;44(9):620-630. doi: 10.1136/bjism.2008.046151 pmid: 18927166
- Mead JR, Irvine SA, Ramji DP. Lipoprotein lipase: structure, function, regulation, and role in disease. *J Mol Med (Berl).* 2002;80(12):753-769. doi: 10.1007/s00109-002-0384-9 pmid: 12483461
- Malle E, Steinmetz A, Raynes JG. Serum amyloid A (SAA): an acute phase protein and apolipoprotein. *Atherosclerosis.* 1993;102(2):131-146. doi: 10.1016/0021-9150(93)90155-N
- Goralski KB, McCarthy TC, Hanniman EA, Zabel BA, Butcher EC, Parlee SD, et al. Chemerin, a novel adipokine that regulates adipogenesis and adipocyte metabolism. *J Biol Chem.* 2007;282(38):28175-28188. doi: 10.1074/jbc.M700793200 pmid: 17635925
- Sell H, Divoux A, Poitou C, Basdevant A, Bouillot JL, Bedossa P, et al. Chemerin correlates with markers for fatty liver in morbidly obese patients and strongly decreases after weight loss induced by bariatric surgery. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(6):2892-2896. doi: 10.1210/jc.2009-2374 pmid: 20375212
- 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):1002-1009. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182059eda pmid: 21085036
- Ryan AS, Ge S, Blumenthal JB, Serra MC, Prior SJ, Goldberg AP. Aerobic exercise and weight loss reduce vascular markers of inflammation and improve insulin sensitivity in obese women. *J Am Geriatr Soc.* 2014;62(4):607-614. doi: 10.1111/jgs.12749 pmid: 24635342
- Cerny D, Lekic N, Vanova K, Muchova L, Horinek A, Kmonickova E, et al. Hepatoprotective effect of curcumin in lipopolysaccharide/galactosamine model of liver injury in rats: relationship to HO-1/CO antioxidant system. *Fitoterapia.* 2011;82(5):786-791. doi: 10.1016/j.fitote.2011.04.003 pmid: 21545828
- Zhang DW, Fu M, Gao SH, Liu JL. Curcumin and diabetes: a systematic review. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013;2013:636053. doi: 10.1155/2013/636053 pmid: 24348712
- Meng B, Li J, Cao H. Antioxidant and antiinflammatory activities of curcumin on diabetes mellitus and its complications. *Curr Pharm Des.* 2013;19(11):2101-2113. pmid: 23116316
- Ahmed K, Li Y, McClements DJ, Xiao H. Nanoemulsion-and emulsion-based delivery systems for curcumin: encapsulation and release properties. *Food Chem.* 2012;132(2):799-807. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.11.039
- Kunnumakkara AB, Anand P, Aggarwal BB. Curcumin inhibits proliferation, invasion, angiogenesis and metastasis of different cancers through interaction with multiple cell signaling proteins. *Cancer Lett.* 2008;269(2):199-225. doi: 10.1016/j.canlet.2008.03.009 pmid: 18479807
- Ghroubi S, Elleuch H, Chikh T, Kaffel N, Abid M, Elleuch MH. Physical training combined with dietary measures in the treatment of adult obesity. A comparison of two protocols. *Ann Phys Rehabil Med.* 2009;52(5):394-413. doi: 10.1016/j.rehab.2008.12.017 pmid: 19623684
- Organization WH. WHO expert committee on diabetes mellitus [meeting held in Geneva from 25 september to 1 october 1979]: second report. 1980.
- Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clin Chim Acta.* 2010;411(11-12):785-793. doi: 10.1016/j.cca.2010.02.069 pmid: 20188719
- Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism.* 2011;60(9):1244-1252. doi: 10.1016/j.metabol.2011.01.006 pmid: 21377179
- Goldberg D, Williams P. General health questionnaire (GHQ). Swindon, Wiltshire, UK: nferNelson; 2000.
- Baravati SAP, Rashki J, Mogharnasi M, Tabas AT. Effect of eight weeks' resistance and endurance training on serum levels of vaspin and Anthropometric indicators in obese and overweight young men. *Asian Exercise Sport Sci J.* 2017;1(1):23-33.
- Fathei M, Hejazi K. The effect of Eight weeks aerobic training on Resistin levels and cardio respiratory fitness in sedentary middle-aged women. *Med J Mashhad Univ Med Sci.* 2015;58(9):489-497.
- Tjonna AE, Stolen TO, Bye A, Volden M, Slordahl SA, Odegard R, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond).* 2009;116(4):317-326. doi: 10.1042/CS20080249 pmid: 18673303
- Jang WY, Jeong J, Kim S, Kang MC, Sung YH, Choi M, et al. Serum amyloid A1 levels and amyloid deposition following a high-fat diet challenge in transgenic mice overexpressing hepatic serum amyloid A1. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016;41(6):640-648. doi: 10.1139/apnm-2015-0369 pmid: 27218680
- Sanada Y, Yamamoto T, Satake R, Yamashita A, Kanai S, Kato N, et al. Serum Amyloid A3 Gene Expression in Adipocytes is an Indicator of the Interaction with Macrophages. *Sci Rep.* 2016;6:38697. doi: 10.1038/srep38697 pmid: 27929048
- Anderberg RJ, Meek RL, Hudkins KL, Cooney SK, Alpers CE, Leboeuf RC, et al. Serum amyloid A and inflammation in diabetic kidney disease and podocytes. *Lab Invest.* 2015;95(3):250-262. doi: 10.1038/labinvest.2014.163 pmid: 25531567
- van der Heijden RA, Bijzet J, Meijers WC, Yakala GK, Kleemann R, Nguyen TQ, et al. Obesity-induced chronic inflammation in high fat diet challenged C57BL/6J mice is associated with acceleration of age-dependent renal amyloidosis. *Sci Rep.* 2015;5:16474. doi: 10.1038/srep16474 pmid: 26563579
- Lappalainen T, Kolehmainen M, Schwab U, Pulkkinen L, Laaksonen DE, Rauramaa R, et al. Serum concentrations and expressions of serum amyloid A and leptin in adipose tissue are interrelated: the Genobin Study. *Eur J Endocrinol.* 2008;158(3):333-341. doi: 10.1530/EJE-07-0598 pmid: 18299466
- Petersen HH, Nielsen JP, Heegaard PM. Application of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Vet Res.* 2004;35(2):163-187. doi: 10.1051/vetres:2004002 pmid: 15099494

28. Safarzade A, Rohi H, Fathi R, Talebi-Garakani E. Effect of progressive resistance training on serum amyloid A and apolipoprotein A-I levels in diabetic Rats. *Koomesh*. 2013;**15**(1):22-30.
29. Yang RZ, Blumenthal JB, Glynn NM, Lee MJ, Goldberg AP, Gong DW, et al. Decrease of circulating SAA is correlated with reduction of abdominal SAA secretion during weight loss. *Obesity (Silver Spring)*. 2014;**22**(4):1085-1090. doi: 10.1002/oby.20657 pmid: 24311467
30. Zhao Y, He X, Shi X, Huang C, Liu J, Zhou S, et al. Association between serum amyloid A and obesity: a meta-analysis and systematic review. *Inflamm Res*. 2010;**59**(5):323-334. doi: 10.1007/s00011-010-0163-y pmid: 20140694
31. Sponder M, Kopecky C, Campean IA, Emich M, Fritzer-Szekeres M, Litschauer B, et al. Sports and HDL-Quality Reflected By Serum Amyloid A and Surfactant Protein B. *Int J Med Sci*. 2017;**14**(11):1040-1048. doi: 10.7150/ijms.20388 pmid: 29104456
32. Ahn N, Kim K. High-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) in cardiovascular disease: effect of exercise training. *Integr Med Res*. 2016;**5**(3):212-215. doi: 10.1016/j.imr.2016.07.001 pmid: 28462120
33. Pazoki AH, Choobineh S, Akbarnejad A. The effect of six weeks combined training on plasma levels of chemerin, serum amyloid A and c-reactive proteine and plasma lipid in obese male. *J Arak Uni Med Sci*. 2016;**19**(1):1-11.
34. Saghebjoon M, Nezamdoost Z, Saffari I, Hamidi A. The effect of twelve weeks of aerobic training on serum levels of interleukin-6, vaspin and serum amyloid A in postmenopausal women with metabolic syndrome. *SJKU*. 2017;**21**(6):44-54.
35. Chang MY, Sasahara M, Chait A, Raines EW, Ross R. Inhibition of hypercholesterolemia-induced atherosclerosis in the nonhuman primate by probucol. II. Cellular composition and proliferation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 1995;**15**(10):1631-1640. doi: 10.1161/01.atv.15.10.1631 pmid: 7583537
36. Campbell PT, Campbell KL, Wener MH, Wood BL, Potter JD, McTiernan A, et al. A yearlong exercise intervention decreases CRP among obese postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;**41**(8):1533-1539. doi: 10.1249/MSS.0b013e31819c7feb pmid: 19568208
37. Kolahdouzi S, Baghadam M, Kani-Golzar FA, Saeidi A, Jabbar G, Ayadi A, et al. Progressive circuit resistance training improves inflammatory biomarkers and insulin resistance in obese men. *Physiol Behav*. 2019;**205**:15-21. doi: 10.1016/j.physbeh.2018.11.033 pmid: 30503849
38. Pulla Reddy AC, Sudharshan E, Appu Rao AG, Lokesh BR. Interaction of curcumin with human serum albumin--a spectroscopic study. *Lipids*. 1999;**34**(10):1025-1029. doi: 10.1007/s11745-999-0453-x pmid: 10580329
39. Kim GY, Kim KH, Lee SH, Yoon MS, Lee HJ, Moon DO, et al. Curcumin inhibits immunostimulatory function of dendritic cells: MAPKs and translocation of NF-kappa B as potential targets. *J Immunol*. 2005;**174**(12):8116-8124. doi: 10.4049/jimmunol.174.12.8116 pmid: 15944320
40. Tolle M, Huang T, Schuchardt M, Jankowski V, Pruffer N, Jankowski J, et al. High-density lipoprotein loses its anti-inflammatory capacity by accumulation of pro-inflammatory-serum amyloid A. *Cardiovasc Res*. 2012;**94**(1):154-162. doi: 10.1093/cvr/cvs089 pmid: 22328092
41. Gulcubuk A, Altunatmaz K, Sonmez K, Haktanir-Yatkin D, Uzun H, Gurel A, et al. Effects of curcumin on tumour necrosis factor-alpha and interleukin-6 in the late phase of experimental acute pancreatitis. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med*. 2006;**53**(1):49-54. doi: 10.1111/j.1439-0442.2006.00786.x pmid: 16411910
42. Hosseinpour-Niazi S, Alamdari S, Mirmiran P, Hoseini-Esfahani F, Azizi F. Inflammatory markers, the metabolic syndrome and body mass index in adults. *Iran J Endocrinol Metabol*. 2013;**15**(3):237-243.
43. Safarzade A, Basiri A. Changes in plasma acute phase proteins (SAA and CRP) levels following 8 weeks of circuit resistance training in obese men. *Metabol Exercise*. 2015;**4**(2):109-113.
44. Mehrabani J, SaeidiZiabari T, Mehrabani F, Jorbanian A. Acute effect of endurance training on amyloid A and oxidized LDL levels in obese men. *JNKUMS*. 2017;**9**(2):193-202. doi: 10.18869/acadpub.jnkums.9.2.193
45. Vavougios G, Panagis P, Karetsi E, Papanikolaou I, Bardaka F, Maragozidis P. The effect of exercise on serum amyloid A levels in patients with sarcoidosis: A preliminary report. *Eur Respirator Soc*. 2015. doi: 10.1183/13993003.congress-2015.PA3324
46. Hosseini SA, Azarbaijani MA, Noorizadeh R, Giti Z. Effect of a period of aerobic training on some of cardiovascular risk factors in middle aged women. *Sport Med Physic Fitness J*. 2015;**1**(2):47-66.
47. Poitou C, Coussieu C, Rouault C, Coupaye M, Cancellato R, Bedel JF, et al. Serum amyloid A: a marker of adiposity-induced low-grade inflammation but not of metabolic status. *Obesity (Silver Spring)*. 2006;**14**(2):309-318. doi: 10.1038/oby.2006.40 pmid: 16571858
48. Leinonen E, Hurt-Camejo E, Wiklund O, Hultén LM, Hiukka A, Taskinen MR. Insulin resistance and adiposity correlate with acute-phase reaction and soluble cell adhesion molecules in type 2 diabetes. *Atherosclerosis*. 2003;**166**(2):387-394. doi: 10.1016/S0021-9150(02)00371-4