

Effect of Eight-Weeks Chitosan Supplementation and Combined Exercise on the Blood Pressure and Lipid Profile of Women With Hypertension

Elahe Rasouli Jokar¹, Saeid Shamlou Kazemi²

1. Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Danesh Alborz, University of Qazvin, Qazvin, Iran. E-mail: Elaherasuli13660@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Bu-Ali Sina University of Hamedan, Hamedan, Iran. E-mail: Saeidshamlou9092@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
<p>Article type: Research</p> <p>Article history: Received: 22 December 2022 Received in revised form: 16 March 2023 Accepted: 23 April 2023 Published online: 25 April 2023</p> <p>Keywords: <i>Blood pressure, Chitosan, Combined exercise, Lipid profile.</i></p>	<p>Introduction: Hypertension and dyslipidemia are risk factors for cardiovascular diseases and are the leading causes of death. However, taking herbal supplements and physical activity engagement can help prevent this disease. Therefore, the present study investigated the effect of chitosan supplementation and combined exercise on blood pressure and lipid profile in women with hypertension.</p> <p>Methods: The study was conducted as a clinical trial on 40 women with high blood pressure. The participants were randomly divided into four Chitosan Supplement (N=10), Combined Exercise (N=10), Chitosan Supplements + Combined Exercise (N=10), and Control (N=10) groups. For combined exercise, participants performed aerobic exercise for eight weeks (three days a week) followed by resistance training, while for the supplement, participants consumed four grams of Chitosan daily (eight capsules of 500 mg each). Blood sampling and blood pressure measurements were conducted before eight weeks and again 48 hours after the last exercise and supplementation session and all the measurements were recorded.</p> <p>Results: Statistical analysis of data was done via SPSS version 23 using Analysis of Variance (ANOVA) and Covariance at a significant level of $P \leq 0.05$. The highest mean value of post-test systolic blood pressure (141.9 ± 9.8), and post-test total cholesterol (213.28 ± 3.9) was observed in the participants of the Combined Exercise group. The results of the between-group comparison indicated a significant improvement in systolic blood pressure, total cholesterol, triglyceride, VLDL, and LDL indices. In diastolic blood pressure and HDL indices, the results were close to the significant level.</p> <p>Conclusion: Overall, the results showed that the consumption of Chitosan supplements and combined exercise have beneficial effects on the blood pressure and lipid profile of women with high blood pressure.</p>

Cite this article: Rasouli Jokar E., & Shamlou Kazemi S. The Effect of Eight-Weeks Chitosan Supplementation and Combined Exercise on Blood Pressure and Lipid Profile of Women With Hypertension. *Journal of Sport Biosciences*. 2023; 15 (1): 55-70.

DOI: <http://doi.org/10.22059/JSB.2023.354853.1574>



Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0.
Web site: <https://jsb.ut.ac.ir/> | Email: jsb@ut.ac.ir.

Extended Abstract

Introduction

High blood pressure and dyslipidemia (abnormal increase or decrease in the serum levels of blood lipids) are the main risk factors for cardiovascular diseases and there is a 90% risk of developing high blood pressure in middle-aged and elderly people. Also, in most cases, cardiovascular diseases are associated with dyslipidemia. All over the world, there are vast changes in the levels of serum lipid profiles among different population groups. To promote cardiovascular health, lifestyle changes should be considered as a guide to reduce people's inactivity and modify healthy eating patterns. It is quite evident that inactivity and high-fat diets reduce insulin sensitivity and fat oxidation and dyslipidemia. On the contrary, regular exercise increases maximum oxygen absorption and increases energy from fat stores, and reduces dyslipidemia. Also, regular physical activity and exercise are effective adjunctive treatments for managing and controlling arterial blood pressure. Chitosan is a natural polysaccharide of glucosamine residues derived from chitin, which is the second most abundant biopolymer on earth. Chitosan is obtained from the exoskeleton of crustaceans or the cell wall of fungi in the first stage and is recommended as a supplement for weight loss and is an adjunctive treatment for blood fat, blood sugar, and blood pressure. Based on the studies conducted on combined exercise to improve body composition, increase muscle strength, and favorably change blood lipid and apolipoprotein profiles, the combination of aerobic training and strength training causes a significant improvement in maintaining and reducing blood pressure levels too. so, this study aimed to investigate the effect of Chitosan supplementation and eight weeks of combined exercise on the blood pressure and lipid profile of women with hypertension.

Methods

The study was conducted as a clinical trial on 40 women with high blood pressure. The participants were randomly divided into four Chitosan Supplement (N=10), Combined Exercise (N=10), Chitosan Supplements + Combined Exercise (N=10), and Control (N=10) groups. For combined exercise (in Combined Exercise and Supplement + Combined Exercise groups) participants performed aerobic exercise for eight weeks (three days a week) followed by resistance training, while for the supplement consumption (in Supplement

and Supplement + combined Exercise groups), participants consumed four grams of Chitosan daily (eight capsules of 500 mg each). Blood sampling and blood pressure measurements were conducted before eight weeks and again 48 hours after the last exercise and supplementation session and all the measurements were recorded.

Result

Statistical analysis of data was done via spss version 23 using Analysis of Variance (ANOVA) and Covariance at a significant level of $P \leq 0.05$. The highest mean value of post-test systolic blood pressure (141.9 ± 9.8), and post-test total cholesterol (213.28 ± 3.9) was observed in the participants of the Combined Exercise group. The results of the between-group comparison indicated a significant improvement in systolic blood pressure, total cholesterol, triglyceride, VLDL, and LDL indices. In diastolic blood pressure and HDL indices, the results were close to the significant level.

Conclusion

Overall, the results showed that the consumption of Chitosan supplements and combined exercise have beneficial effects on the blood pressure and lipid profile of women with high blood pressure.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: This research was approved by the ethics committee with the ethical code of

IR.SSRI.REC.2021.11013.1224

Funding: The research was done without using financial resources.

Authors' contribution: All authors have contributed to the research equally.

Conflict of interest: No conflict of interest is declared.

Acknowledgments: Thanks to all people who helped us to conduct the research.



تأثیر هشت هفته مکمل چیتوزان و تمرین ترکیبی بر فشار خون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشار خون بالا

الهه رسولی جوکار^۱، سعید شاملو کاظمی^۲

^۱ گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه دانش البرز، قزوین، ایران. رایانامه: elahehasuli13660@gmail.com

^۲ نویسنده مسؤل، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: saeidshamlou9092@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه: فشار خون بالا و دیس لیپیدمی از عوامل خطر بیماری‌های قلبی-عروقی از علل اصلی مرگ‌ومیرند. با این حال، مصرف مکمل‌های گیاهی و انجام فعالیت‌های بدنی می‌تواند به پیشگیری از این بیماری کمک کند. بنابراین تحقیق حاضر به بررسی تأثیر مکمل چیتوزان و ورزش ترکیبی بر فشار خون و پروفایل لیپیدی زنان مبتلا به فشار خون بالا پرداخت.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۲/۰۵	روش پژوهش: تحقیق به صورت کارآزمایی بالینی روی ۴۰ زن مبتلا به فشار خون بالا انجام گرفت. شرکت‌کنندگان به طور تصادفی در چهار گروه (۱۰ نفر مکمل چیتوزان-۱۰ نفر تمرین ترکیبی-۱۰ نفر مکمل چیتوزان به همراه تمرین ترکیبی و ۱۰ نفر کنترل) قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان در گروه تمرین ترکیبی به مدت هشت هفته (سه روز در هفته) تمرین هوازی و پس از آن تمرینات مقاومتی و گروه مکمل و مکمل با تمرین روزانه ۴ گرم چیتوزان (۸ کپسول ۵۰۰ میلی گرمی) مصرف کردند. نمونه‌گیری خونی و اندازه‌گیری فشار خون پیش از هشت هفته و دوباره ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و مکمل‌دهی انجام گرفت. اندازه‌گیری‌ها ثبت شد.
کلیدواژه‌ها: پروفایل لیپیدی، تمرین ترکیبی، چیتوزان، فشار خون.	یافته‌ها: تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با SPSS نسخه ۲۳ با استفاده از آزمون تحلیل واریانس آنوا و کوواریانس در سطح معناداری ($P \leq 0.05$) انجام گرفت. بیشترین مقدار میانگین فشار خون سیستولیک پس از آزمون ($141/9 \pm 9/8$)، کلسترول کل پس از آزمون ($213/3 \pm 28/9$) در افراد شرکت‌کننده در گروه تمرینات ترکیبی مشاهده شد و نتایج مقایسه بین گروهی حاکی از بهبود معنادار شاخص‌های فشار خون سیستولیک و کلسترول کل، تری‌گلیسیرید، VLDL, LDL بود و در شاخص‌های فشار خون دیاستولیک و HDL نتایج نزدیک به سطح معناداری مشاهده شد.
	نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج نشان داد که مصرف مکمل چیتوزان و تمرین ترکیبی تأثیرات مفیدی بر فشار خون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشار خون بالا دارد.

استناد: رسولی جوکار، الهه؛ و شاملو کاظمی، سعید. تأثیر هشت هفته مکمل چیتوزان و تمرین ترکیبی بر فشار خون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشار خون بالا.

نشریه علوم زیستی ورزشی، ۱۴۰۲؛ (۱): ۷۰-۵۵.

DOI: <http://doi.org/10.22059/JSB.2023.354853.1574>

دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کپی‌رایت کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان

و اگزار کرده است. آدرس نشریه: <https://jsb.ut.ac.ir/> | ایمیل: jsb@ut.ac.ir



مقدمه

بیماری‌های قلبی- عروقی^۱ بخشی از بیماری‌های مزمن قابل پیشگیری هستند که با تغییر در شیوه زندگی مرتبطاند (۱). شیوع بیماری‌های قلبی- عروقی در سطح جهانی در حال افزایش است. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی سالانه بیش از ۱۷/۵ میلیون نفر بر اثر بیماری‌های قلبی- عروقی جان خود را از دست می‌دهند (۲) و پیش‌بینی می‌شود که تعداد مرگ ناشی از CVD تا سال ۲۰۳۰ به ۲۳/۴ میلیون نفر برسد (۳). فشار خون بالا و دیس‌لیپیدمی^۲ (افزایش یا کاهش غیرطبیعی در سطح سرمی چربی‌های خون) از عوامل خطر ساز اصلی برای بیماری‌های قلبی- عروقی‌اند و بیش از ۸۰ درصد مرگ‌ومیرها و ناتوانایی‌ها را در کشورهای با درآمد کم و متوسط ایجاد می‌کنند (۴). فشار خون بالا از بیماری‌های رایج در جهان است، در ایالات متحده آمریکا از هر سه بزرگسال یک نفر مبتلا به فشار خون بالا تشخیص داده می‌شود و ۹۰ درصد خطر پیشرفت فشار خون بالا در افراد میانسال و مسن وجود دارد (۵).

همچنین در بیشتر موارد بیماری‌های قلبی- عروقی با دیس‌لیپیدمی همراه است. در سراسر جهان تغییرات گسترده‌ای در سطح پروفایل لیپید سرم در بین گروه‌های مختلف جمعیت وجود دارد که با افزایش سطوح سرمی کلسترول تام^۳، تری‌گلیسرید^۴ و لیپوپروتئین با چگالی پایین^۵ و کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا^۶ شناخته شده است و با عوامل خطر اصلی CVD مرتبط است (۴). برای ارتقای سلامت قلب و عروق، تغییر سبک زندگی باید به‌عنوان راهنمای کاهش بی‌تحرکی افراد و اصلاح الگوی تغذیه سالم در نظر گرفته شود، کاملاً مشهود است که کم‌تحرکی و رژیم‌های غذایی پرچرب موجب کاهش حساسیت به انسولین و اکسیداسیون چربی و دیس‌لیپیدمی می‌شود. برعکس ورزش منظم حداکثر جذب اکسیژن را افزایش می‌دهد و موجب افزایش انرژی از ذخایر چربی می‌شود و دیس‌لیپیدمی را کاهش می‌دهد (۱). بهینه‌سازی شیوه زندگی اولین خط درمان اکثر بیماران دارای اضافه وزن یا چاق است. بر اساس شواهد موجود برخی غذاها ممکن است در کنترل و درمان مؤلفه‌های سندروم متابولیک مانند چاقی، فشار خون بالا یا اختلالات چربی مفید باشد (۶). همچنین فعالیت بدنی منظم و درمان کمکی مؤثری برای مدیریت و کنترل فشار خون شریانی است. ورزش منظم هوازی و مقاومتی سنگ بنای کنترل فشار خون است (۷). بر اساس تحقیقات انجام‌گرفته تمرینات ترکیبی موجب بهبود ترکیب بدن، افزایش قدرت عضلانی و تغییر مطلوب پروفایل لیپیدی و آپولیپوپروتئین خون می‌شود. تحقیق استیون و همکاران (۲۰۱۳) تأثیرات مفید فعالیت منظم بر سطح کلسترول را تأیید می‌کند (۸). تمرینات ترکیبی هنگامی که در بیماران مسن با بیماری عروق کرونر اعمال می‌شود، بیشترین تأثیر مطلوب را بر پروفایل لیپیدی خون دارد. تغییرات مطلوب در مشخصات چربی خون با کاهش وزن بدن و چربی بدن همراه است. تغییرات مطلوب را می‌توان به تغییر متابولیسم عضله به‌جای استفاده از گلیکوژن به استفاده از لیپید نسبت داد (۹).

چیتوزان^۷ یک پلی‌ساکارید طبیعی از بقایای گلوکز آمین مشتق از چیتین، دومین بیوپلیمر فراوان روی زمین است که در مرحله اول از اسکلت خارجی سخت‌پوستان یا از دیواره سلولی قارچ‌ها به‌دست می‌آید، چیتوزان از دی‌استیلاسیون چیتین ناشی می‌شود و به‌عنوان مکمل کاهش وزن و درمان کمکی برای چربی خون، قند خون و فشار خون توصیه می‌شود (۲، ۶).

محصولات طبیعی یا غذایی کاربردی با خواص محافظتی قلب و عروق ممکن است به بیمار در دستیابی و حفظ سلامت قلب و عروق و بهبود اختلالات چربی از طریق سازوکارهای جدید کمک کند (۱۰).

چیتوزان به‌طور خاص در دستگاه گوارش ما هضم نمی‌شود، چیتوزان متورم می‌شود و با پر کردن فیزیکی معده ایجاد احساس سیری می‌کند، چیتوزان با مهار فعالیت لیپاز پانکراس می‌تواند جذب چربی غذا را در روده کاهش دهد. علاوه بر این، می‌تواند به چربی بچسبد و در روده‌ها رسوب کند تا اینکه جذب نشود. چیتوزان کاتیونی به گروه‌های کربوکسیل آنیونی اسیدهای چرب و اسیدهای صفراوی متصل

1. Cardio Vascular Diseases (CVD)

2. Dyslipidemia

3. Total Cholesterol (TC)

4. Triglyceride (TG)

5. Low Density Lipoprotein (LDL)

6. High Density Lipoprotein (HDL)

7. Chitosan

می‌شود، همچنین در امولسیون کردن لیپیدهای خنثی مانند کلسترول و سایر استرول‌ها با اتصال آنها با فعل و انفعال آبگریز، تداخل ایجاد می‌کند، بنابراین جذب چربی و کلسترول از دستگاه گوارش کاهش می‌یابد (۱۱). یکی از تأثیرات نامطلوب بیوشیمیایی چیتوزان، کاهش جذب مواد معدنی و ویتامین‌های محلول در چربی مانند ویتامین‌های (E,D,A,K) است، علاوه بر به دام افتادن لیپیدها و کلسترول، ژل‌های چیتوزان تشکیل شده در روده‌ها به مواد معدنی و ویتامین‌ها متصل می‌شود. چیتوزان همراه با آسکوربات سدیم به موش‌های تغذیه شده با رژیم غذایی پرچرب به مدت دو هفته داده شد که به کاهش زیادی در جذب مواد معدنی مرتبط با کاهش در محتوای مواد معدنی استخوان منجر شد (۱۲).

در حال حاضر مهارکننده‌های ACE، مهارکننده‌های رنین، مهارکننده‌های آلدسترون، مسدودکننده‌های بتا و مسدودکننده‌های گیرندهٔ آنژیوتانسین، پنج دسته اصلی داروهای ضد فشار خون با اثر مهارری خاص، هدف در سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدسترون^۲ هستند. با این حال پتانسیل درمانی این داروها با هزینهٔ آنها و تأثیرات سوء مربوط به آنها، از جمله مقاومت به انسولین و دیابت، آکنه‌های پوستی و اختلالات چشایی و غیره همراه است، به‌طور متناوب گزارش شده است که بیوپپتیدهای مهارکنندهٔ ACE که از طریق هیدرولیز آنزیمی پروتئین‌های غذایی تولید می‌شود، ظرفیت‌های پایین‌آورندهٔ فشار خون را در حیوانات مبتلا به فشار خون بالا نشان می‌دهند که عوارض جانبی آن اندک است یا حتی هیچ‌گونه عوارض جانبی ندارد، در تحقیقی بیوپپتیدهای بازدارندهٔ ACE از پروتئین ماهی سنگی تولید شده بود و با کپسوله کردن آنها در نانوذرات چیتوزان تثبیت شدند (۱۳). همچنین نتایج آزمایش‌های دیکسون نشان داده است که از مشتقات به‌دست‌آمده از چیتین، آمینواتیل چیتین با ۹۰٪ درجه استیالسیون (AEC90) یک مهارکنندهٔ رقابتی ACE است و علاوه بر اثر ضدفشار خون، بر موش‌های مبتلا به فشار خون ذاتی (SHR) ارزیابی شد و نتیجه نشان داد فشار خون سیستمولیک (SBP) را به‌طور وابسته به دوز کاهش می‌دهد (۱۴).

تحقیقات زیادی در خصوص بررسی تأثیر تمرینات ورزشی در افراد مبتلا به بیماری قلبی انجام گرفته، اما تحقیقات محدود در خصوص زنان مبتلا به فشار خون انجام گرفته است، علت انتخاب برنامهٔ تمرینی ترکیبی برای تحقیق موردنظر این بود که تمرینات ترکیبی که ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی است، می‌تواند اثر افزودنی داشته باشد و عامل‌های خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش دهد (۱۵). تمرینات ترکیبی با ایجاد کاهش موقتی در فشار خون حتی بعد از یک جلسه تمرین به دلیل پدیده‌ای به نام افت فشار خون پس از ورزش (PEH) تأثیرات خود را نشان می‌دهد. عواملی از جمله شدت، مدت زمان و نوع تمرین انجام‌شده همراه با سطوح فشار خون استراحتی ممکن است دامنه و مدت زمان PEH را تحت تأثیر قرار داده و اجازه دهد پاسخ‌های مختلفی در سیستم قلبی-عروقی به‌وجود بیاید که به‌طور چشمگیری فشار خون را در تأثیرات حاد و نیمه‌حاد و مزمن بعد از ورزش تغییر می‌دهد (۱۶). همچنین با توجه به اینکه آزمایش‌های بالینی گذشته اثر مکمل چیتوزان را به‌صورت محدود بر فشار خون و پروفایل لیپیدی بررسی کرده‌اند یا به‌تنهایی یا به‌همراه یک برنامهٔ تمرینی ساده‌روی فشار خون یا پروفایل لیپیدی افراد بررسی کرده بود، در این تحقیق سعی شد با بررسی تأثیر افزودنی مکمل چیتوزان و تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی مشخص شود که تعیین اثر مکمل و تمرینات ترکیبی بر فشار خون و شاخص لیپیدی چقدر است. این روش نوآوری شده می‌تواند به‌عنوان درمان کمکی برای کنترل و کاهش عارضهٔ فشار خون و پروفایل لیپیدی به‌عنوان سبک تغذیه‌ای و تمرینی سالم و مؤثر برای افراد مناسب باشد.

از این‌رو این تحقیق با هدف بررسی تأثیر مصرف مکمل چیتوزان و هشت هفته تمرینات ترکیبی بر فشار خون و پروفایل لیپیدی خون در زنان مبتلا به هایپرنتنشن انجام گرفت.

1. Angiotensin Converter Enzyme

2. Renin Angiotensin Aldosterone (RAAS)

3. Actinopyga lecanora

روش تحقیق

تحقیق حاضر به صورت کارآزمایی بالینی (IRCTID: IRCT20221120056548N2) در چهار گروه از زنان دارای فشار خون بالا همراه با چربی خون بالا به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت. تمامی مراحل پژوهش در ابتدا برای افراد توضیح داده شد. پس از تکمیل و امضای رضایت‌نامه و برگه اطلاعات فردی، هماهنگی‌های لازم با افراد جهت شرکت در تحقیق برای انجام مراحل بعدی پژوهش به عمل آمد. این مطالعه کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC.2021.11013.1224 دریافت کرد و همچنین یک مطالعه کلینیکال تراپل در بین زنان مبتلا به فشار خون بالاست. عدم ابتلا به بیماری‌های زمینه‌ای و خودآبمی و هورمونی و بیماری‌های قلبی-عروقی و نقرس و سرطان (۱۷)، عدم حساسیت به غذاهای دریایی، عدم مصرف داروهای گیاهی به‌عنوان مداخله، عدم مصرف داروهای کنترل فشار خون و چربی خون و مکمل تغذیه‌ای مرتبط، ابتلا به فشار خون (فشار خون سیستولیک بیشتر از ۱۲۰ میلی‌متر جیوه و فشار خون دیاستولیک بیشتر از ۱۰۰ میلی‌متر جیوه) به‌عنوان معیار ورود و فشار خون ثانویه، عملکرد غیرطبیعی کبد یا کلیه یا شرایط دیگری که به گفته محققان در مطالعه برای بیمار مناسب نیست یا می‌تواند مانع، محدود یا مختل‌کننده ارزیابی‌های اثربخشی پروتکل شود (۱۸) و انجام ندادن تمرینات بیشتر از دو جلسه در هفته، مصرف نکردن مکمل‌ها به صورت روزانه، آسیب‌دیدگی و عدم حضور در تمرینات (۱۷) معیار خروج بود. همچنین از افراد مورد بررسی درخواست شد تا پیش از اجرای آزمون، الگوهای خواب طبیعی (حداقل ۸ ساعت خواب)، الگوهای فعالیت‌های روزانه و رژیم غذایی (۱۲ ساعت حالت ناشتا پیش از آزمون) در طول پژوهش را رعایت کنند و از هرگونه فعالیت بدنی شدید، مصرف مکمل غذایی، مصرف دارو، مصرف قهوه، دخانیات و کافئین تا ۴۸ ساعت پیش از انجام آزمون و تا زمان جمع‌آوری نمونه خونی که بر روی سیستم و عملکرد ایمنی تأثیر دارد، خودداری کنند (۱۹). تمام این اطلاعات با پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی و سابقه پزشکی (PAR-Q) در بین آزمودنی‌ها به دست آمد.

جامعه آماری پژوهش تمامی زنان باشگاه‌های وابسته به سازمان شهرداری منطقه ۵ شهر تهران بود. تعیین حجم نمونه بر اساس تحقیقات قبلی در این زمینه و سپس بر اساس برآورد نرم‌افزار جی پاور (G-power 3.1.9.2) انجام پذیرفت و به میزان ۴۰ نفر محاسبه شد (۲۰)، که در چهار گروه تجربی ۱۰ نفری (مکمل چیتوزان، تمرینات ترکیبی، چیتوزان+تمرینات ترکیبی و یک گروه کنترل) تقسیم شدند. از طریق تشکیل یک جلسه توجیهی، اطلاع‌رسانی لازم در خصوص زمان و شیوه اجرای تمرینات و نحوه مصرف مکمل‌ها توسط محقق انجام گرفت. برای انجام این تحقیق اولین مرحله خون‌گیری در آزمایشگاه پیش از آزمون در مرحله پیش‌آزمون در وضعیت ۱۲- ۱۴ ساعت ناشتا بودن و مجدداً ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و مکمل‌دهی در (پس‌آزمون) به‌منظور پیشگیری از تأثیر حاد ناشی از تمرین بر لیپیدهای خون اجرا شد. پیش از هر نوبت خون‌گیری آزمودنی‌ها چند دقیقه در حالت نشسته به استراحت پرداختند و سپس به ترتیب در کمترین زمان از ورید بازویی در ناحیه آرنج آنها ۱۰ سی‌سی خون دریافت شد. این نمونه‌ها به دلیل به حداقل رساندن تغییرات احتمالی روزانه بین ساعت ۹:۰۰ تا ۱۱:۰۰ گرفته و در لوله حاوی EDTA ریخته شد. سپس کلسترول تام، تری‌گلیسیرید، کلسترول HDL، کلسترول LDL و VLDL اندازه‌گیری شد. میزان تری‌گلیسیرید به روش آنزیماتیک (لیپاز برای تبدیل تری‌گلیسیرید به گلیسرول) و کلسترول HDL توسط روش رسوبی آنزیمی (همگی تست‌ها با به‌کارگیری کیت تجاری شرکت بیونیک که مورد تأیید آزمایشگاه مرجع سلامت ایران بود و با دستگاه اتوآنالایزر (Japan, Hitachi) انجام گرفت و کلسترول LDL توسط فرمول فریدوالد محاسبه شد (۱۷).

ابزارهای اندازه‌گیری‌های اولیه آنتروپومتریک (وزن-قد): ترازوی دیجیتال برای اندازه‌گیری وزن (OMRON) (۱۷)، متر نواری برای اندازه‌گیری قد (SECA) و ابزار آزمایشگاهی جهت آنالیز نمونه‌های خونی و برآورد میزان تغییرات پروفایل لیپیدی (لوله حاوی EDTA) و ابزار اندازه‌گیری تغییرات فشار خون، فشارسنج جیوه‌ای (OMRON) (۱۸)، و وسایل بدنسازی (کش‌های مقاومتری برند RACINESS با سختی‌های متفاوت (رنگ‌های مختلف)، دمبل، نیمکت یا صندلی) برای انجام پروتکل تمرینی در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری وزن و قد

1. Ethylene diamine tetra acetic acid

دو بار برای به حداقل رسیدن میزان خطا زیر نظر مربی و پژوهشگر با استفاده از ترازوی دیجیتال و متر نواری انجام و میانگین آنها ثبت شد.

به منظور اندازه‌گیری فشار خون سیستولی و دیاستولی آزمودنی‌ها، افراد پس از ۱۵ دقیقه نشست روی صندلی درحالی‌که بازوی راستشان با زاویه ۴۵ درجه نسبت به قفسه سینه و آرنج در فضای بین دنده (۵-۳) بدون پوشش روی صندلی یا سطح صاف دیگری قرار داده شده بود، به طوری‌که دستگاه فشارسنج متناسب با قطر دور بازو درحالی‌که کیسه فشارسنج به فاصله ۵/۲ سانتی‌متر بالاتر از آرنج بسته شده بود، دومرتبه از بازوی راست به منظور به حداقل رساندن خطا و با استفاده از دستگاه فشارسنج اندازه‌گیری شد. فشار خون سیستولی بر اساس اولین صدای کورتکوف و فشار خون دیاستولی بر اساس پنجمین صدای کورتکوف اندازه‌گیری شد (۱۷)، مکمل‌یاری مکمل چیتوزان به آزمودنی‌های گروه تجربی (مکمل چیتوزان و تمرینات ترکیبی+چیتوزان) به میزان مصرف روزانه ۴ گرم مکمل چیتوزان (۲۱)، به صورت ۸ عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی شرکت داروسازی کارن، پیش از وعده صبحانه و ناهار ۳ کپسول و پیش از شام ۲ کپسول داده شد. همچنین در این تحقیق از دارونما استفاده نشده است.

پروتکل فعالیت ورزشی

انجام پروتکل‌های تمرینی این پژوهش به صورت سه بار در هفته به مدت هشت هفته بود. مصرف مکمل‌ها زیر نظر محقق و پزشک مربوط انجام گرفت. مداخله تمرینی انجام هشت هفته تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی زیر نظر مربی تعیین شده، ۳ روز در هفته (شنبه-دوشنبه-چهارشنبه) ساعت ۵ تا ۶ عصر توسط آزمودنی انجام گرفت.

تمرین هوازی شامل ۳۰ دقیقه پیاده‌روی بی‌وقفه (۱۶)، هفته اول تا چهارم با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب بیشینه و هفته چهارم تا هشتم پژوهش با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام گرفت (شایان ذکر است شدت تمرین از طریق محاسبه ضربان قلب بیشینه و به وسیله ضربان‌سنج پولار این‌گونه بود که از فرمول (سن - ۲۲۰) ضربان قلب بیشینه و درصد ضربان قلب هدف در هر جلسه از فرمول کارونن به دست می‌آمد (۲۲). گرم کردن بین دو تمرین با ۱۰ بار تکرار یک حرکت و پس از ۵ دقیقه تست 1RM انجام گرفت (تست 1RM با در نظر گرفتن بیشترین بار استفاده شده برای تکرار کامل توسط آزمودنی‌ها) و پس از آن تمرینات مقاومتی انجام گرفت. تمرینات مقاومتی هم ۳۰ دقیقه در چهار هفته اول با شدت ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه (استفاده از دمبل ۲ یا ۳ کیلویی و کش‌های مقاومتی با رنگ زرد (شدت کم) برند (RACINESS) و در چهار هفته دوم با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه (استفاده از دمبل ۴ یا ۵ کیلویی و کش‌های مقاومتی با رنگ آبی (شدت متوسط) انجام گرفت. تمامی حرکات در سه ست با تکرار ۱۲ تایی و استراحت بین هر ست ۹۰ ثانیه و بین هر تمرین ۱۲۰ ثانیه بود. تمرینات مقاومتی طبق جدول ۱ شامل پرس پای افقی^۳، پارویی از پایین^۴، تمرینات نشسته با صندلی^۵، تمرینات پرس نشسته روی نیمکت (سینه و سرشانه)^۶ بود (۱۶).

جدول ۱. پروتکل تمرینات مقاومتی و متغیرهای آن برگرفته از مطالعه مانگو پترونیو و همکاران (۲۰۱۹)

هفته اول-چهارم			هفته چهارم-هشتم		
شدت حرکات	تکرار	ست	تکرار	ست	مقاومت (درصد)
پرس پا افقی	۱۲	۳	۱۲	۳	۴۰
پارویی از پایین	۱۲	۳	۱۲	۳	۴۰

1. Maximum Heart Rate (MHR)

2. One Repetition Maximum

3. Horizontal leg press

4. Low Row

5. Extensor chair

6. seat bench press

تمرینات نشسته با صندلی	۳	۱۲	۴۰	۳	۱۲	۶۰
پرس سینه نشسته رو نیمکت	۳	۱۲	۴۰	۳	۱۲	۶۰
پرس سرشانه نشسته رو نیمکت	۳	۱۲	۴۰	۳	۱۲	۶۰

روش آماری

پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک، به منظور مقایسه تفاوت متغیرهای مورد پژوهش در بین گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در بین گروه‌ها از آزمون کوواریانس و برای تغییرات درون گروهی از آزمون تحلیل واریانس استفاده شد. با کمک آزمون کوواریانس چندمتغیره تمام متغیرهای فشار خون سیستولیک، کلسترول تام، LDL، HDL، VLDL در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین گروه‌های مصرف‌کننده چیتوزان، تمرین، کنترل و گروه چیتوزان و تمرینی به صورت کلی و جداگانه بررسی شد.

یافته‌ها

نتایج آنالیز واریانس یکطرفه (جدول ۲) نشان داد، تفاوت معناداری بین ویژگی‌های پایه در گروه‌های مختلف وجود ندارد ($P\text{-value} < 0.05$).

جدول ۲. توزیع ویژگی‌های پایه به تفکیک گروه‌های مورد بررسی ($N=40$)

متغیرها	گروه‌های مطالعه				P-value
	کنترل	مکمل چیتوزان	تمرینات ترکیبی	مکمل چیتوزان و تمرینات ترکیبی	
سن	$21.78 \pm 55/50$	$31.12 \pm 55/40$	$21.67 \pm 55/50$	$11.41 \pm 56/00$	0.267
وزن	$51.31 \pm 68/60$	$41.92 \pm 66/70$	$41.24 \pm 65/40$	$21.99 \pm 65/50$	0.356
قد	$167.05 \pm 167/00$	$162.57 \pm 162/90$	$163.71 \pm 163/00$	$166.16 \pm 166/00$	0.167

نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار گزارش شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون واریانس یکطرفه تغییرات متغیرهای پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های مختلف

متغیر	گروه	چیتوزان	تمرینات ترکیبی	چیتوزان + تمرینات ترکیبی	کنترل	سطح معناداری بین گروهی
فشار خون سیستولیک (میلی لیتر جیوه)	پیش‌آزمون	$148.2 \pm 12/9$	$149.6 \pm 8/9$	$152.3 \pm 13/3$	$128.6 \pm 14/8$	*0.001
	پس‌آزمون	$140.3 \pm 14/0$	$141.9 \pm 9/8$	$124.1 \pm 7/7$	$129.2 \pm 13/5$	*0.003
فشار خون دیاستولیک (میلی لیتر جیوه)	P درون گروهی	*0.00	*0.001	*0.00	0.357	
	پیش‌آزمون	$86.6 \pm 4/7$	$84.1 \pm 4/2$	$90.8 \pm 7/7$	$83.1 \pm 10/6$	0.106
کلسترول کل (میلی گرم در دسی لیتر)	پس‌آزمون	$181.2 \pm 5/1$	$178.9 \pm 5/6$	$173.7 \pm 8/9$	$183.2 \pm 10/0$	0.052
	P درون گروهی	*0.00	*0.002	*0.006	0.705	
تری گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)	پیش‌آزمون	$242.5 \pm 28/8$	$240.3 \pm 16/2$	$249.9 \pm 19/3$	$187.6 \pm 12/8$	*0.000
	پس‌آزمون	$206.0 \pm 32/3$	$213.3 \pm 28/9$	$173.2 \pm 32/7$	$187.8 \pm 13/3$	*0.012
تری گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)	P درون گروهی	*0.00	*0.005	*0.00	0.443	
	پیش‌آزمون	$215.6 \pm 58/7$	$246.1 \pm 77/8$	$324.2 \pm 89/9$	$177.8 \pm 38/3$	*0.000
تری گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)	پس‌آزمون	$185.8 \pm 50/6$	$208.5 \pm 75/6$	$185.5 \pm 48/7$	$173.7 \pm 38/7$	0.561
	P درون گروهی	*0.013	0.07	*0.00	0.357	

	پیش‌آزمون	۳۹/۲±۱۵/۴	۴۰/۰±۱۲/۷	۲۷/۷±۵/۱	۳۵/۶±۵/۳	۰/۰۵۶
HDL میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پس‌آزمون	۴۵/۴±۱۴/۴	۴۴/۹±۱۳/۲	۴۳/۲±۳/۱	۳۶/۴±۵/۶	۰/۲۰۱
	P درون‌گروهی	*۰/۰۰	*۰/۰۰	*۰/۰۰	*۰/۰۲۲	
LDL (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۳۷/۱±۱۲/۰	۱۴۷/۳±۹/۳	۱۶۰/۰±۶/۹	۱۱۷/۸±۱۹/۲	*۰/۰۰۰
	پس‌آزمون	۱۲۹/۰±۱۰/۸	۱۳۷/۹±۸/۹	۱۱۷/۱±۱۵/۸	۱۱۷/۷±۱۸/۹	*۰/۰۰۶
	P درون‌گروهی	*۰/۰۰	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰	۰/۷۵۸	
VLDL میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۳۱/۵±۸/۱	۳۲/۱±۷/۱	۳۹/۴±۴/۸	۳۴/۵±۵/۷	*۰/۰۴۴
	پس‌آزمون	۲۶/۶±۶/۷	۲۷/۴±۶/۷	۲۴/۱±۷/۷	۳۴/۶±۶/۴	*۰/۰۱۲
	P درون‌گروهی	*۰/۰۰	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰	۰/۸۶	

طبق آزمون تغییرات متغیرهای درون‌گروهی فشار خون سیستولیک و HDL و LDL در هر چهار گروه و فشار خون دیاستولیک و کلسترول تام و VLDL در گروه‌های چیتوزان، تمرینات ترکیبی، (چیتوزان+تمرینات ترکیبی) و تری‌گلیسیرید در گروه‌های چیتوزان و (چیتوزان+تمرینات ترکیبی) در سطح معناداری قرار دارند ($P < 0/05$). با کمک تحلیل واریانس بین‌گروهی، برای متغیر VLDL با مقدار اثر $0/800$ ، LDL با مقدار اثر $0/744$ ، HDL با مقدار اثر $0/832$ ، تری‌گلیسیرید با مقدار اثر $0/694$ ، کلسترول تام با مقدار اثر $0/614$ ، فشار خون سیستولی با مقدار اثر $0/796$ و فشار خون دیاستولی با مقدار اثر $0/354$ رابطه معناداری در بین گروه‌ها داشت ($P < 0/05$).

بحث

فشار خون بالا یک مشکل سلامت عمومی در جهان است و میزان ناتوانی و مرگ در آن به شدت بالاست (۲۳). مداخلات تغذیه‌ای مبتنی بر سبک زندگی و مکمل‌های غذایی مفید می‌توانند به درمان و کنترل فشار خون بالا و به‌عنوان درمان‌های فارماکولوژیکی برای کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی کمک کنند (۲۱).

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر مصرف مکمل چیتوزان و هشت هفته تمرینات ترکیبی بر فشار خون و پروفایل لیپیدی خون در زنان مبتلا به هایپرتنشن انجام گرفت. تحقیق مینگژائو دو و همکاران با هدف بررسی تأثیرات منظم چیتوزان محلول در آب بر روی بازسازی عروق در فشار خون بالا و به‌علاوه تأیید نقش‌های فاکتور هسته‌ای C1 سلول‌های T فعال‌شده در طول این تأثیر، انجام شد، فشار خون بالا به افزایش بیان پروتئین NFATc1 و mRNA در آنورت شکمی منجر می‌شود و چیتوزان به طرز خیلی چشمگیری سطوح بالای پروتئین‌های نام‌برده شده را سرکوب می‌کند (۲۳). چیتوزان محلول در آب (WSC) فشار خون غیرطبیعی و نسبت ضخامت ممبران به قطر لومن آنورت شکمی را با سرکوب سطوح بالای فاکتور هسته‌ای C1 از پروتئین سلول‌های T فعال‌شده (NFATc1) و mRNA را کاهش می‌دهد (۲۱).

همچنین نتایج نشان داد که مصرف مکمل چیتوزان بر کاهش فشار خون زنان مبتلا به فشار خون بالا تأثیر مثبت دارد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق هاوهای هوانگ و همکاران (۲۰۱۸) در زمینه تأثیر چیتوزان روی کنترل فشار خون دیاستولیک همخوانی دارد اما در تأثیرگذاری روی کاهش فشار خون سیستولیک با تحقیق حاضر همسو نیست. دلیل تناقض مذکور می‌تواند به زمان نمونه‌گیری، سن آزمودنی‌ها ارتباط داشته باشد. در تحقیق حاضر میزان دوز مصرفی مکمل بیشتر از $2/4$ گرم روزانه بود و این میزان با نتایج تحقیق هاوهای هوانگ نیز همسوست (۲).

همچنین نتیجه تحقیق حاضر با نتایج تحقیق کریستینا مورارو و همکاران (۲۰۱۸) در زمینه تأثیر مکمل چیتوزان روی فشار خون همخوانی دارد، در این تحقیق مصرف مکمل چیتوزان تا ۵۲ هفته بیشترین بهبود شایان توجهی را در فشار خون سیستولیک و دیاستولیک داشته است (۶). مجله ارزیابی پزشکی سلامت در تحقیقی بررسی تأثیر جایگزینی نمک دریایی NaCl را با NaCl به‌علاوه چیتوزان

۳درصد در رژیم غذایی ۴۰ بیمار با فشار خون خفیف، قبل از هرگونه درمان ضد فشار خون آزمایش کرد. نتیجه این تحقیق با پژوهش حاضر در زمینه کاهش فشار خون سیستولیک و دیاستولیک همسو بود (۲۴)). همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد مصرف مکمل چیتوزان بر کنترل پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشار خون بالا تأثیر مثبت دارد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق اس.اف.آتوسار و همکاران (۲۰۰۳) در زمینه بهبود سطح کلسترول HDL و LDL در افراد دیابتی با تغذیه نان حاوی چیتوزان همخوانی دارد، ولی با سطح TC و TG همخوانی ندارد. در این تحقیق اثربخشی و ایمنی فرمولاسیون نان حاوی چیتوزان در افراد مبتلا به دیس لیپیدی دیابت نوع ۲ ارزیابی شد، این تحقیق به میزان ۱۲ هفته روی ۱۸ بیمار (تعداد ۷ مرد و ۱۱ زن با میانگین سن ۵۶ سال) با دریافت روزانه ۱۲۰ گرم نان حاوی (چیتوزان ۲ درصد) انجام گرفت. در تحقیق اس.اف.آتوسار برخلاف پژوهش حاضر سطح کلسترول و تری گلیسیرید بین گروه چیتوزان و شاهد تفاوت معناداری نداشت و این ناهمسو بودن با نتایج تحقیق حاضر ممکن است به علت جنسیت افراد باشد و با اینکه سطح کلسترول سرم بدون تغییر باقی ماند، ولی افزایش کلسترول HDL با کاهش همزمان LDL همراه بود و این موضوع با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

در تحقیق اس.اف.آتوسار مشاهده شد که چیتوزان به عنوان کلستیرامین، جذب کلسترول را مهار می‌کند و دفع اسید صفراوی را افزایش می‌دهد. به طور متناوب اتصال اسید صفراوی در روده کوچک می‌تواند تشکیل میسل را مختل کند و به کاهش قابلیت حل کلسترول و همچنین مونوگلیسیریدها و اسیدهای چرب و در نتیجه کاهش جذب کلسترول منجر شود. این نتایج مستلزم مطالعات بیشتر در مدت زمان طولانی تر است تا ارزیابی شود که آیا با این راهبرد می‌توان به بهبود مداوم سطوح لیپوپروتئین‌ها دست یافت (۲۵)). تحقیق مانفردی ریز و همکاران (۲۰۱۳) در زمینه تأثیر چیتوزان لیپیدهای پلازما و لیپوپروتئین‌ها با تحقیق حاضر همخوانی دارد. این اولین تحقیقی است که به بررسی اثر چیتوزان بر لیپوپروتئین‌ها پرداخته است و روی ۲۸ بیمار با میانگین سنی ۶۳ سال و بالاتر با سطح تری گلیسیرید بالای ۱۵۰ میلی گرم در دسی لیتر و مصرف روزانه ۱۲۵ میلی گرم چیتوزان در روز به مدت چهار ماه انجام گرفته است. نتیجه این تحقیق با پژوهش حاضر همسوست. کلسترول تام ۸ درصد، LDL-C ۸ درصد و تری گلیسیریدها ۱۹ درصد کاهش یافت و همچنین ۱۴ درصد افزایش در HDL-C مشاهده شد. این تحقیق برای اولین بار تأثیر مفید چیتوزان را بر زیر کلاس‌های LDL نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل همبستگی نشان می‌دهد که کاهش سطح LDL-C با کاهش سطح تری گلیسیرید پلازما ارتباط معناداری دارد (۲۶).

شیوع اضافه وزن و چاقی به طور بی‌وقفه در سطح جهان در حال افزایش است و به عنوان یک عامل خطر مستقل برای ابتلا به بیماری قلبی-عروقی (CVD)، بیماری کبد چرب غیرالکلی، فشار خون بالا، دیابت نوع ۲، مشکلات اسکلتی عضلانی و اختلالات خواب عمل می‌کند. علاوه بر این، اضافه وزن بدن نیز کیفیت زندگی مرتبط با سلامتی را مختل می‌کند. بنابراین کاهش وزن بدن و تأخیر در پیشرفت عوارض مرتبط با چاقی به یکی از اجزای مهم دستور کار بهداشت عمومی تبدیل شده است. تحقیقات همچنین نشان داده‌اند که مصرف چیتوزان موجب کاهش وزن بدن و توده چربی با اتصال به مولکول‌های چربی با بار منفی در لومن روده می‌شود. سازوکارهای احتمالی مصرف چیتوزان بر وزن بدن مربوط به چندین جنبه است: ۱. چیتوزان از نظر خاصیت منحصربه‌فرد چربی، در جذب لیپیدهای غذایی از پایه دستگاه گوارش اختلال ایجاد می‌کند؛ ۲. همراه با چیتوزان ترشح آدیپوکاین را تعدیل می‌کند و در مدل موش‌ها مانع چربی‌زایی می‌شود؛ ۳. تأثیرات مشاهده شده از مصرف چیتوزان موجب کاهش وزن بدن نیز در چندین مطالعه زنده بررسی شده است که در آن چیتوزان به افزایش غلظت لپتین و کاهش غلظت پروتئین واکنش‌پذیر C منجر شده است (۲۷) و بر اساس نتایج تحقیق وی. آر و همکاران (۲۰۱۶) مصرف چیتوزان در طول دوره تحقیق ۹۰ روزه در میان ۹۶ کلاینت چاق و دارای اضافه وزن مصرف روزانه ۵۰۰ میلی‌گرم، ۴ روز در هفته، میانگین وزن بدن را تا ۳ کیلوگرم کاهش داد. همراه با متغیر وزن بدن شاخص ترکیب بدن و شاخص‌های آنتروپومتریک نیز بهبود یافت (۲۸).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام هشت هفته تمرینات ترکیبی بر کاهش فشار خون در زنان مبتلا به فشار خون بالا تأثیر مثبت دارد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق وون. موک. سون و همکاران (۲۰۱۷) در زمینه تأثیر تمرینات ترکیبی در کاهش فشار خون و سفتی عروق در زنان یائسه دارای فشار خون با تحقیق حاضر همخوانی دارد. کاهش سفتی شریان را می‌توان با افزایش تنش برشی ناشی

از ورزش توضیح داد که با بازسازی ساختاری در سلول‌های اندوتلیال^۱ یکپارچگی EC را افزایش می‌دهد و در نتیجه تولید نیتریک اکساید^۲ را بهبود می‌بخشد. افزایش تنش برشی ممکن است موجب ترشح شدیدتر مواد گشادکننده عروق مانند NO شود که عوامل ایجادکننده سفتی شریان در جمعیت بیماری را از بین ببرد. علاوه بر این یافته‌ها در مورد کاهش فشار خون و سفتی شریان پس از تمرینات ترکیبی ممکن است با کاهش تن سمپاتیک و یا بهبود تن پاراسمپاتیک که با کاهش ضربان قلب در حال استراحت پس از ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی همراه است، توضیح داده شود. با این حال مکانیسم دقیق زمینه‌ساز کاهش سفتی شریان و فشار خون، هنوز مشخص نیست (۲۹).

همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش نایارا فراکاری پیرس و همکاران (۲۰۲۰) در زمینه تأثیر تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی بر کاهش طولانی‌مدت فشار خون سرپایی در افراد دارای فشار خون مقاوم همخوانی دارد (۳۰). نتیجه پژوهش حاضر با نتیجه تحقیق مارینی، ال. پدرالی و همکاران (۲۰۲۰) در زمینه تأثیر شیوه‌های مختلف تمرینی (هوازی AT، مقاومتی RT، ترکیبی CT^۳) بر فشار خون و بهبود عملکرد اندوتلیال افراد دارای فشار خون بالا و در معرض فشار خون همخوانی دارد. اختلال عملکرد اندوتلیال مشخصه فشار خون شریانی سیستمیک و نشانگر اولیه آترواسکلروز است. پس از هشت هفته تمرینات ورزشی در ۳ گروه کاهش پیدا کرد (۵/۱ میلی‌متر جیوه SBP در AT، ۰/۴ میلی‌متر جیوه SBP در RT، ۳/۲ میلی‌متر جیوه DBP در CT) و هر ۳ تمرین ورزشی موجب بهبود مشابه در اختلال عملکرد اندوتلیال شد (۳۱).

سازوکارهای فیزیولوژیکی که ورزش منظم موجب بهبود عملکرد اندوتلیال شد، ناشی از پرفیوژن مکرر است که به تنش برشی بیشتر در دیواره عروق منجر می‌شود. این مکانیسم به‌وضوح برای تمرینات هوازی قابل اجراست، با این حال مشخص نیست که چه سازوکارهایی موجب بهبود عملکرد اندوتلیال ناشی از تمرینات مقاومتی می‌شود. در حین اجرای تمرینات قدرتی، فشردگی مکانیکی عروق مقاومتی ناشی از انقباضات عضلانی موجب ایسکمی گذرا می‌شود. پس از شل شدن عضلات آزاد شدن جریان خون موجب ایجاد پرخونی و متعاقب آن افزایش تنش برشی می‌شود. اگرچه محرک‌ها ممکن است متفاوت باشند به‌نظر می‌رسد که تمرینات هوازی و مقاومتی مزایای مشابهی با اندوتلیوم دارند (۳۲).

تحقیق اس. آر. کولیر (۲۰۰۸) در زمینه تأثیر تمرینات هوازی و مقاومتی در سفتی عروق و فشار خون با تحقیق حاضر ناهم‌سوست. نتایج تحقیق اس آر نشان داده است که انجام تمرینات مقاومتی به افزایش سفتی شریان منجر می‌شود، درحالی‌که تمرینات هوازی سفتی شریان را در افراد دارای فشار خون بالا باوجود میزان مشابه، کاهش می‌دهد. علاوه بر این ظرفیت گشادکنندگی عروق بعد از هردو حالت تمرینی کاهش یافت، ولی در تمرینات مقاومتی بیشتر بود (۳۳). نتایج تحقیق کریوالدو و همکاران (۲۰۱۰) در زمینه تأثیر تمرینات حاد و مزمن هوازی و مقاومتی با تحقیق حاضر هم‌سوست. بر اساس این تحقیق تمرینات ورزشی مختلف اثرات متفاوتی را روی فشار خون افراد ایجاد می‌کند (۳۴)، واضح است که تمرینات هوازی حاد می‌تواند سطح فشار خون سرپایی را هنگامی که این سطوح افزایش یافته‌اند کاهش دهد، درحالی‌که ورزش هوازی مزمن می‌تواند فشار خون سرپایی را در افراد دارای فشار خون بالا کاهش دهد. بنابراین تمرینات هوازی ابزار بسیار مفیدی برای پیشگیری و درمان فشار خون بالاست (۳۵، ۳۶) در مقابل، تأثیرات حاد و مزمن تمرینات مقاومتی بر سطح فشار خون سرپایی به‌دلیل محدودیت داده‌های موجود که به این موضوع می‌پردازد، نامشخص است. تأکید بر این نکته ضروری است که شرکت مکرر در تمرینات مقاومتی موجب فشار خون بالا نمی‌شود. با وجود این نبود تأثیرات فشار خون اثبات‌شده نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی انحصاری نباید برای بیماران مبتلا به فشار خون بالا توصیه شود.

به‌طور خلاصه، تمرینات هوازی باید برای کاهش فشار خون سرپایی در افراد مبتلا به فشار خون بالا توصیه شود، درحالی‌که تمرینات مقاومتی به‌دلیل مزایای استخوانی و عضلانی مکمل مهمی برای تمرینات هوازی است (۳۲، ۳۳). هشت هفته تمرینات ترکیبی بر کنترل پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشار خون بالا تأثیرگذار است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام هشت هفته تمرینات ترکیبی بر

1. Endothelial Cell (EC)

2. Nitric Oxide (NO)

3. Combined Training

کنترل پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشار خون بالا تأثیر مثبت دارد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق هوان سوکلی و همکاران (۲۰۲۱) در زمینه تأثیر تمرینات ترکیبی و رژیم کم کربوهیدرات کتوژنیک بر کاهش تری گلیسیرید افراد چاق و دارای اضافه وزن همسوست، اما یافته‌های تحقیق هوان سوکلی تغییرات آماری معناداری را در سایر پروفایل‌های لیپیدی از جمله کلسترول تام، LDL و HDL نشان نداد (۳۷) و با تحقیق حاضر همسو نیست که ممکن است به علت شدت و حجم تمرینات انجام گرفته باشد. اثر تمرینات ترکیبی که شامل تمرینات هوازی و مقاومتی است بر روی افراد اضافه وزن و چاق ممکن است از طریق تمرینات هوازی موجب تقویت عملکرد میتوکندری با افزایش حجم و تعداد میتوکندری‌ها شود و همچنین تمرینات هوازی باعث تحریک ترن اور پروتئین در میتوکندری می‌شود که کمک می‌کند پروتئین‌های آسیب دیده حذف و پروتئین‌های مفید و جدید جایگزین شود، این ترن اور به تولید ATP^۲ کارآمد و انرژی در دسترس افزایش یافته در حین تمرین منجر می‌شود. همچنین تمرینات مقاومتی به تحریک هایپرتروفی از طریق افزایش سایز تارهای عضلانی منجر می‌شود و همچنین سبب افزایش نسبت مویرگ‌های عضلانی به تارها می‌شود. می‌دانیم که مویرگ‌ها وسیلهٔ رساندن خون به تارها هستند، این افزایش در این نسبت سبب تقویت رساندن اکسیژن و مواد مغذی به بافت عضلانی می‌شود. همچنین تمرینات مقاومتی به افزایش فعالیت آنزیم‌های متابولیک در عضله منجر می‌شود. این آنزیم‌ها در تولید انرژی و متابولیسم دخیل‌اند و سبب بهبود کارآمدی مصرف انرژی در حین تمرین می‌شوند. علاوه بر موارد ذکر شده تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی موجب افزایش حساسیت به انسولین و همچنین افزایش بهبود آمادگی قلبی عروقی می‌شود (۳۷).

افزایش شدت ورزش موجب تحریک لیپاز حساس به هورمون ماهیچه‌ای و به افزایش هیدرولیز تری گلیسیرید داخل عضلانی می‌شود (۳۷)، نتیجهٔ تحقیق استیون من و همکاران (۲۰۱۳) در زمینهٔ تأثیرات مختلف تمرینات هوازی و مقاومتی و ترکیبی بر پروفایل لیپیدی و کلسترول با پژوهش حاضر همخوانی دارد. در این بررسی تأثیرات مفید فعالیت منظم بر سطح کلسترول تأیید می‌شود و تأثیر حجم و شدت متفاوت ورزش بر انواع مختلف کلسترول را توصیف می‌کند (۳۸)، در تحقیق فابریسیو و همکاران (۲۰۱۵) در زمینهٔ تأثیر تمرینات ترکیبی روی پروفایل لیپیدی و چربی بدن در زنان یائسه با تحقیق حاضر همسو نیست. تحقیق روی ۶۵ زن یائسه در سه گروه تمرینات هوازی، ترکیبی و کنترل به مدت ۱۶ هفته انجام گرفت. نتیجهٔ تحقیق در مورد پروفایل لیپیدی هیچ تغییری برای HDL-C تمرینات ترکیبی یا شاخص آتروژنیک برای گروه تمرینات هوازی وجود ندارد. علت این ناهمسو بودن می‌تواند حجم یا شدت تمرینات باشد (۳۹). از محدودیت‌های این پژوهش کنترل سبک زندگی افراد در مورد رعایت نکات تغذیه‌ای در این پژوهش بود که بسیار دشوار بود، بنابراین نتیجهٔ این پژوهش با وجود مثبت بودن و تأثیرگذاری ممکن است کامل دقیق نباشد. این پژوهش به صورت مقطعی انجام شده است، به این دلیل نتیجه‌گیری دربارهٔ علیت را به‌طور حتم دشوار می‌سازد و همچنین محدود بودن حجم نمونه از دیگر عوامل محدودیت‌های تحقیق حاضر است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه فشار خون بیماری حائز اهمیتی است و از هر سه بزرگسال یک نفر مبتلا به این بیماری است، بنابراین با توجه به نتایج تحقیق در مورد تأثیر شایان توجه مکمل چیتوزان در گروه‌های مکمل و مکمل + تمرینات ترکیبی بر روی فشار خون سیستولیک و دیاستولیک می‌توان چیتوزان را به‌عنوان یک هدف درمانی کمکی و کنترلی جدید برای بیماری‌هایی همچون فشار خون در کنار سبک زندگی سالم و تحت نظر پزشک مربوط در نظر گرفت. همچنین با توجه به خواص مشاهده شده این مکمل در مطالعات بالینی گذشته و نتایج به‌دست‌آمده از تغییرات مشاهده شده در مطالعهٔ بالینی حاضر روی شاخص‌های پروفایل لیپیدی مانند کلسترول تام، تری گلیسیرید، LDL و HDL و VLDL و روی کاهش وزن و بهبود شاخص ترکیب بدنی می‌توان چیتوزان را به‌عنوان یک مکمل تغذیه‌ای در کنار رژیم کاهش وزن و حتی به‌تنهایی در کنار انجام تمرینات ورزشی منظم مورد توجه قرار داد. با وجود این به دلیل

1. Turn over

2. Adenosine Triphosphate

محدودیت‌های این تحقیق نیاز به تحقیقات بیشتر جهت تأیید و رد این نتایج و همچنین تعیین نقش مکمل‌ها، بر درمان و کنترل بیماری‌ها، با طراحی آینده‌نگر مورد نیاز است.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان «تأثیر مصرف مکمل چیتوزان و هشت هفته تمرینات ترکیبی بر فشار خون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به فشار خون بالا» رشته فیزیولوژی ورزشی گرایش فعالیت بدنی و تندرستی دانشگاه دانش البرز با کد اخلاق IR.SSRI.REC.2021.11013.1224 است. گروه پژوهش از تمام مشارکت‌کنندگان در تحقیق که نقش مؤثری در تولید این شواهد ایفا کردند، تقدیر و تشکر می‌کند. همچنین از نظرهای ارزشمند تیم داوری جهت غنی شدن پژوهش تشکر می‌شود.

Reference

1. [Hernández-Lepe MA, Olivas-Aguirre FJ, Gómez-Miranda LM, Hernández-Torres RP, Manríquez-Torres JdJ, Ramos-Jiménez A. Systematic physical exercise and Spirulina maxima supplementation improve body composition, cardiorespiratory fitness, and blood lipid profile: Correlations of a randomized double-blind controlled trial. Antioxidants. 2019;8\(11\):507. 10.3390/antiox8110507](#)
2. [Huang H, Zou Y, Chi H. Quantitative assessment of the effects of chitosan intervention on blood pressure control. Drug Design, Development and Therapy. 2017;67-75. 10.2147/dddt.s148064](#)
3. [Huang H, Liao D, Pu R, Cui Y. Quantifying the effects of spirulina supplementation on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure. Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy. 2018;11:729. 10.2147/dmso.s185672](#)
4. [Choudhury KN, Mainuddin A, Wahiduzzaman M, Islam SMS. Serum lipid profile and its association with hypertension in Bangladesh. Vascular health and risk management. 2014;10:327. 10.2147/vhrm.s61019](#)
5. [Nwabuo CC, Vasan RS. Pathophysiology of hypertensive heart disease: beyond left ventricular hypertrophy. Current hypertension reports. 2020;22\(2\):1-18. 10.1007/s11906-020-1017-9](#)
6. [Moraru C, Mincea MM, Frandes M, Timar B, Ostafe V. A meta-analysis on randomised controlled clinical trials evaluating the effect of the dietary supplement chitosan on weight loss, lipid parameters and blood pressure. Medicina. 2018;54\(6\):109. 10.3390/medicina54060109](#)
7. [Sharman JE, Smart NA, Coombes JS, Stowasser M. Exercise and sport science australia position stand update on exercise and hypertension. Journal of human hypertension. 2019;33\(12\):837-43. 10.1038/s41371-019-0266-z](#)
8. [Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. Sports medicine. 2014;44:211-21. 10.1007/s40279-013-0110-5](#)
9. [Theodorou AA, Panayiotou G, Volaklis KA, Douda HT, Paschalis V, Nikolaidis MG, et al. Aerobic, resistance and combined training and detraining on body composition, muscle strength, lipid profile and inflammation in coronary artery disease patients. Research in sports medicine. 2016;24\(3\):171-84. 10.1080/15438627.2016.1191488](#)

10. Huang H, Zou Y, Chi H, Liao D. Lipid-Modifying Effects of Chitosan Supplementation in Humans: A Pooled Analysis with Trial Sequential Analysis. *Molecular nutrition & food research*. 2018;62(8):1700842. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201700842>
11. Cheung RC, Ng TB, Wong JH, Chan WY. Chitosan: An Update on Potential Biomedical and Pharmaceutical Applications. *Mar Drugs*. 2015;13(8):5156-86.
12. Koide S. Chitin-chitosan: properties, benefits and risks. *Nutrition research*. 1998;18(6):1091-101. [10.1016/S0271-5317\(98\)00091-8](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(98)00091-8)
13. Auwal SM, Zarei M, Tan CP, Basri M, Saari N. Improved in vivo efficacy of anti-hypertensive biopeptides encapsulated in chitosan nanoparticles fabricated by ionotropic gelation on spontaneously hypertensive rats. *Nanomaterials*. 2017;7(12):421. [10.3390/nano7120421](https://doi.org/10.3390/nano7120421)
14. Je JY, Park PJ, Kim B, Kim SK. Antihypertensive activity of chitin derivatives. *Biopolymers: Original Research on Biomolecules*. 2006;83(3):250-4. [10.1002/bip.20553](https://doi.org/10.1002/bip.20553)
15. Schroeder EC, Franke WD, Sharp RL, Lee D-c. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. *PloS one*. 2019;14(1):e0210292. [journal.pone.021029210.1371/Journal.pone.0210292](https://doi.org/10.1371/Journal.pone.0210292)
16. Leandro MPG, Moura JLSd, Barros GWP, Silva APd, Farias ACdO, Carvalho PRC. Effect of the aerobic component of combined training on the blood pressure of hypertensive elderly women. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2019;25:469-73. [10.1590/1517-869220192506214228](https://doi.org/10.1590/1517-869220192506214228)
17. Dehghani A, Momeni Z, Fallahzadeh H, Dafei M, Hekmatimoghaddam H, Mojibian M, et al. Compare Lipid Profile and Anthropometric Indices and Blood Pressure in Women with and without Low-Dose Birth Control Pills. *J Toloobehdasht Sci*. 2017;15(1):85-97.
18. Szulinska M, Gibas-Dorna M, Miller-Kasprzak E, Suliburska J, Miczke A, Walczak-Gałezewska M, et al. *Spirulina maxima* improves insulin sensitivity, lipid profile, and total antioxidant status in obese patients with well-treated hypertension: a randomized double-blind placebo-controlled study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2017;21(10):2473-81.
19. Naderifar H, Mohammad khani Gangeh M, Mehri F, Shamloo Kazemi S. Effects of High Intensity Interval Training and Consumption of Matcha Green Tea on Malondialdehyde and Glutathione Peroxidase Levels in women. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2022;32(212):42-53. <https://jnumms.mazums.ac.ir/article-1-18008-en.html>
20. Miladi Ghomi H, Abedi B, Ramezani S. The effect of a period of circular resistance training on serum perptin levels and insulin resistance in men with type 2 diabetes. *Journal of Sport Biosciences*. 2021;13(3):383-97. <https://doi.org/10.22059/jsb.2021.321277.1462>
21. Huang H, Zou Y, Chi H. Quantitative assessment of the effects of chitosan intervention on blood pressure control. *Drug Design, Development and Therapy*. 2018;12:67. [10.2147/dddt.s148064](https://doi.org/10.2147/dddt.s148064)
22. Eskandari M, Pournemati P, Hooshmand Moghadam B, Norouzi J. The interactive effect of aerobic exercise and supplementation of blue-algae (*Spirulina*) on anthropometric indexes and cardiovascular risk factors in diabetic men. *Sadra Medical Journal*. 2019;8(1):51-62. [10.30476/smsj.2020.83630.1068](https://doi.org/10.30476/smsj.2020.83630.1068)
23. Du M, Kou L, Li S. Water-soluble chitosan regulates vascular remodeling in hypertension via NFATc1. *European Heart Journal Supplements*. 2016;18(suppl F):F38-F. [10.1093/eurheartj/suw037](https://doi.org/10.1093/eurheartj/suw037)
24. Allaert F. Double-blind, randomized, crossover, controlled clinical trial of NaCl+ Chitosan 3% versus NaCl on mild or moderate high blood pressure during the diet and lifestyle improvement period before possible prescription of an antihypertensive treatment. *International Angiology*. 2013;32(1):94-101. [10.1016/j.acvdsp.2019.05.098](https://doi.org/10.1016/j.acvdsp.2019.05.098)

25. Ausar S, Morcillo M, León A, Ribotta P, Masih R, Vilaro Mainero M, et al. Improvement of HDL-and LDL-cholesterol levels in diabetic subjects by feeding bread containing chitosan. *Journal of Medicinal Food*. 2003;6(4):397-9. [10.1089/109662003772519985](https://doi.org/10.1089/109662003772519985)
26. Rizzo M, Giglio RV, Nikolic D, Patti AM, Campanella C, Cocchi M, et al. Effects of chitosan on plasma lipids and lipoproteins: a 4-month prospective pilot study. *Angiology*. 2014;65(6):538-42. <https://doi.org/10.1177/0003319713493126>
27. Huang H, Liao D, Zou Y, Chi H. The effects of chitosan supplementation on body weight and body composition: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2020;60(11):1815-25. [10.1080/10408398.2019.1602822](https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1602822)
28. Trivedi V, Satia M, Deschamps A, Maquet V, Shah R, Zinzuwadia P, et al. Single-blind, placebo controlled randomised clinical study of chitosan for body weight reduction. *Nutrition journal*. 2015;15(1):1-12. [10.1186/s12937-016-0122-8](https://doi.org/10.1186/s12937-016-0122-8)
29. Son W-M, Sung K-D, Cho J-M, Park S-Y. Combined exercise reduces arterial stiffness, blood pressure, and blood markers for cardiovascular risk in postmenopausal women with hypertension. *Menopause*. 2017;24(3):262-8. [10.1097/gme.0000000000000765](https://doi.org/10.1097/gme.0000000000000765)
30. Pires NF, Coelho-Júnior HJ, Gambassi BB, de Faria APC, Ritter AMV, de Andrade Barboza C, et al. Combined aerobic and resistance exercises evokes longer reductions on ambulatory blood pressure in resistant hypertension: a randomized crossover trial. *Cardiovascular therapeutics*. 2020;2020. [10.1155/2020/8157858](https://doi.org/10.1155/2020/8157858)
31. Pedralli ML, Marschner RA, Kollet DP, Neto SG, Eibel B, Tanaka H, et al. Different exercise training modalities produce similar endothelial function improvements in individuals with prehypertension or hypertension: A randomized clinical trial. *Scientific reports*. 2020;10(1):1-9. [10.1038/s41598-020-64365-x](https://doi.org/10.1038/s41598-020-64365-x)
32. Boeno FP, Ramis TR, Munhoz SV, Farinha JB, Moritz CE, Leal-Menezes R, et al. Effect of aerobic and resistance exercise training on inflammation, endothelial function and ambulatory blood pressure in middle-aged hypertensive patients. *Journal of Hypertension*. 2020;38(12):2501-9. [10.1097/hjh.0000000000002581](https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000002581)
33. Collier S, Kanaley J, Carhart R, Frechette V, Tobin M, Hall A, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre-and stage-1 hypertensives. *Journal of human hypertension*. 2008;22(10):678-86. [10.1038/jhh.2008.36](https://doi.org/10.1038/jhh.2008.36)
34. Cardoso Jr CG, Gomides RS, Queiroz ACC, Pinto LG, da Silveira Lobo F, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics*. 2010;65(3):317-25. [10.1590/S1807-59322010000300013](https://doi.org/10.1590/S1807-59322010000300013)
35. da Silva RS, da Silva DS, Waclawovsky G, Schaun MI. Effects of aerobic, resistance, and combined training on endothelial function and arterial stiffness in older adults: study protocol for a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*. 2022;11(1):1-9. [10.1186/s13643-022-02036-w](https://doi.org/10.1186/s13643-022-02036-w)
36. Li G, Lv Y, Su Q, You Q, Yu L. The effect of aerobic exercise on pulse wave velocity in middle-aged and elderly people: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in cardiovascular medicine*. 2022;9:960096. [10.3389/fcvm.2022.960096](https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.960096)
37. Lee HS, Lee J. Effects of combined exercise and low carbohydrate ketogenic diet interventions on waist circumference and triglycerides in overweight and obese individuals: a systematic review and meta-analysis. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(2):828. [10.3390/ijerph18020828](https://doi.org/10.3390/ijerph18020828)
38. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports medicine*. 2014;44(2):211-21. [10.1007/s40279-013-0110-5](https://doi.org/10.1007/s40279-013-0110-5)

[39.Rossi FE, Fortaleza AC, Neves LM, Buonani C, Picolo MR, Diniz TA, et al. Combined training \(aerobic plus strength\) potentiates a reduction in body fat but demonstrates no difference on the lipid profile in postmenopausal women when compared with aerobic training with a similar training load. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2016;30\(1\):226-34. 10.1519/jsc.0000000000001020](#)

