

Accepted Manuscript

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Title: The Effect of Combined Exercises with and Without Blood Flow Restriction and Vitamin D Supplementation on Serum Levels of Alkaline Phosphatase in Elderly Women: A Randomized Clinical Trial Study

Authors: Maryam Rashvand ¹, Saeid Shamlou Kazemi ^{2,*}, Ali Hemati Afif³

1. *Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Human Sciences, Danesh Alborz University, Qazvin, Iran.*
2. *Department of Exercise physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.*
3. *Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.*

***Corresponding Author:** Saeid Shamlou Kazemi, Department of exercise physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran. Email: Saeidshamlou9092@gmail.com

To appear in: **Salmand: Iranian Journal of Ageing**

Received date: 2023/12/17

Revised date: 2024/03/13

Accepted date: 2024/04/06

First Online Published: 2024/06/11

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. Salmand: Iranian Journal of Ageing provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Rashvand M, Shamlou Kazemi S, Hemati Afif A. [The Effect of Combined Exercises with and Without Blood Flow Restriction and Vitamin D Supplementation on Serum Levels of Alkaline Phosphatase in Elderly Women: A Randomized Clinical Trial Study (Persian)]. Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2024. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.3806.1>

Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.3806.1>

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

عنوان: تأثیر تمرینات ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D بر سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز در زنان سالمند: مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی شده

نویسندگان: مریم رشوند^۱، سعید شاملو کاظمی^۲،*، علی همتی عقیف^۳

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه دانش البرز، قزوین، ایران.
۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۳. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

***نویسنده مسئول:** سعید شاملو کاظمی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. ایمیل: Saeidshamlou9092@gmail.com

نشریه: سالمند: مجله سالمندی ایران

تاریخ دریافت: 1402/9/26

تاریخ ویرایش: 1402/12/23

تاریخ پذیرش: 1403/1/18

این نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرایند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرایند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه سالمند گزینه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آن‌ها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرایند آماده‌سازی و انتشار نهایی را طی می‌کند، از نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وبسایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تأثیر بگذارد و این امر از حیطة مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این‌گونه استناد شود:

Rashvand M, Shamlou Kazemi S, Hemati Afif A. [The Effect of Combined Exercises with and Without Blood Flow Restriction and Vitamin D Supplementation on Serum Levels of Alkaline Phosphatase in Elderly Women: A Randomized Clinical Trial Study (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. Forthcoming 2024. Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.3806.1>

Doi: <http://dx.doi.org/10.32598/sija.2024.3806.1>

Abstract

Objectives: One of the most important social developments of the 21st century is the elderly who are struggling with problems such as muscle mass loss and vitamin D deficiency. The aim of the present study was to investigate the effect of combined exercises with and without blood flow restriction and vitamin D supplementation on serum levels of alkaline phosphatase in elderly women.

Methods & Materials: This study was conducted as a clinical trial on 40 elderly women in three intervention groups (10 people in the combined exercise group, 10 people in the blood flow exercise group, and 10 people in the vitamin D supplement group) and a control group in the spring of 1401. The people of the intervention group were subjected to the exercise program for eight weeks and three sessions per week. Combined exercises included aerobic + resistance exercises (with intensity of 80% 1 maximum repetition) and combined exercises with blood flow restriction (20-30% 1 maximum repetition). In the supplement group, a 50,000 mg vitamin D capsule was used once a week. Alkaline phosphatase indices, vitamin D supplement amount was measured in two stages before and after the test. Data analysis was done using SPSS software and using analysis of variance and paired t-test at a significance level of $\alpha=0.05$.

Results: The results of the present study showed that vitamin D supplementation had no significant effect on alkaline phosphatase levels ($p>0.05$); While combined exercises with and without blood flow restriction had a significant effect on the target index ($p<0.05$).

Conclusion: It seems that combined exercises with and without blood flow restriction have a positive effect on the level of alkaline phosphatase in elderly women, while taking vitamin D supplements alone in the short term cannot have beneficial effects on the level of alkaline phosphatase in elderly women.

Keywords: Combined exercises, Restriction of blood flow, Vitamin D, Alkaline phosphatase, elderly women

Extended Abstract

Introduction

The aging of the population and the increase in the share of elderly people in the population are one of the most important social developments of the 21st century, and its consequences affect almost all sectors of society and intergenerational relations [1]. Sports exercises have been introduced as an effective and correct solution to improve muscle strength and volume, as well as the functional capacity of elderly people [7]. Research shows that about one billion people around the world are deficient in vitamin D [12]. Alkaline phosphatase, the regulating agent of vitamin D, can be considered an important substance in increasing the absorption of calcium and phosphorus and preventing the reduction of bone density [16]. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of combined exercises with and without flow restriction and vitamin D supplementation on serum levels of alkaline phosphatase in elderly women.

Methods

The present research was conducted for practical purposes in the form of a clinical trial, specifically a semi-experimental study involving four groups of 40 women aged between 65 and 75 years. These groups consisted of three experimental groups and one control group. The study followed a pre-test and post-test design and was conducted in Alborz province. Their weight was measured accurately using a Seka scale made in Germany with a precision of 0.1 kg. Height was measured using a Saka caliper with a precision of 0.1 cm.

The exercise program for the participants in the exercise groups lasted eight weeks, with sessions three times a week, each lasting approximately an hour. The aerobic training program included running on a treadmill for 20 minutes with an intensity equal to 60-70% of the HRmax, and was controlled by a Polar heart rate monitor made in Finland. Resistance training with an additional load equal to 70% of one maximum repetition and 10 repetitions in two consecutive rounds with a 30-second and two-minute rest period between each station and round was considered. Resistance exercises consisted of 10 station movements in a circle, including leg flexion, leg extension, leg press, squat, armpit stretch, chest press, cross movement with dumbbells, front arm, back arm, and rowing movement with a rope.

In the supplement group, vitamin D in the amount of 5000 international units was used every week in the amount of one capsule (Dana Pharmaceutical Company) after lunch. After 12 hours of fasting, 6 ml of blood was collected from the vein of the left hand in a sitting position and on two occasions, 24 hours before the first training session and 48 hours after the last training session to check the changes in alkaline phosphatase levels.

Results

The results of the paired t-test showed a significant difference in the amount of intra-group changes of the examined variables (high-density lipoprotein, low-density lipoprotein, triglyceride, glucose, total cholesterol, and body fat percentage) in both training groups ($P \geq 0.05$). However, in the control group and vitamin D consuming group, no significant difference was observed in any of the investigated variables between the pre- and post-test ($P < 0.05$). To compare the effects of

combined exercises and exercises with flow restriction and the supplement group on the measured variables in women, analysis of variance was used to determine the differences between groups in the post-test. In the pre-test stage, there was no significant difference in the three groups ($P < 0.05$). The results of the ANOVA test showed that after controlling for the effect of the pre-test, there is a significant difference in the indicators (alkaline phosphatase, high-density lipoprotein, triglyceride, glucose, total cholesterol, and fat percentage) ($P < 0.05$). In the post-test, there is a significant difference between the three groups ($P < 0.05$).

Conclusion

In general, the results of the present study showed that resistance training with and without restrictions caused a decrease in fat mass, a decrease in fasting sugar, and an increase in ALP. The results also indicated that exercise with flow restriction had a greater effect on stimulation than resistance exercise without flow restriction in ALP of the elderly. It can be noted that the use of combined exercise with flow restriction and without flow restriction, along with vitamin D supplementation, has an effect on improving the regulation of alkaline phosphatase indicators. Performing combined exercise in elderly women leads to an improvement in physical performance. Therefore, it is recommended to use a combined exercise program with flow restriction instead of high-intensity combined exercise for the elderly.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study has been approved by the Ethics Committee of the Sports Sciences Research Institute (IR.SSRI.REC.1401.1583). The objectives of the research were explained to the elderly, and informed consent was obtained from all participants, ensuring the confidentiality of their information.

Funding

This study has no financial sponsor.

Authors' contributions

Conceptualization: All author; Methodology: Saeid Shamlou Kazemi, Maryam Rashvand; Supervision: Saeid Shamlou Kazemi, Maryam Rashvand and Ali Hemmati Afif. Investigation: Maryam Rashvand, Saeid Shamlou Kazemi; Writing—original draft, writing—review & editing, resources: Maryam Rashvand, Saeid Shamlou Kazemi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the elderly who participated in the present study.

چکیده

هدف: یکی از مهم‌ترین تحولات اجتماعی قرن بیست و یکم سالمندی است که این دوره با کاهش توده عضلانی و کمبود ویتامین D همراه است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D بر سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز زنان سالمند بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت کارآزمایی بالینی بر روی ۴۰ نفر از زنان سالمند در سه گروه مداخله (۱۰ نفر گروه تمرینات ترکیبی، ۱۰ نفر گروه تمرینات با محدودیت جریان خون و ۱۰ نفر گروه مکمل ویتامین D) و یک گروه کنترل در بهار ۱۴۰۱ انجام شد. افراد گروه مداخله تحت اجرا برنامه تمرینی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته قرار گرفتند. تمرینات ترکیبی شامل تمرینات هوازی + مقاومتی (با شدت ۸۰٪/۱ تکرار بیشینه) و تمرینات ترکیبی با محدودیت جریان خون (۳۰-۲۰٪ تکرار بیشینه) بود. در گروه استفاده‌کننده از مکمل هر هفته یک‌بار از یک کپسول ۵۰۰۰ میلی‌گرمی ویتامین D استفاده شد. اندازه‌گیری شاخص‌های آلکالین فسفاتاز، مقدار مکمل ویتامین D و شاخص‌های آنترپومتریک در دو مرحله پیش و پس‌آزمون انجام شد. تجزیه تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SPSS و با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تی زوجی در سطح معنی‌داری $\alpha=0.05$ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد مصرف مکمل ویتامین D بر سطوح آلکالین فسفاتاز تأثیر معنی‌داری نداشت ($p>0.05$)؛ درحالی‌که تمرینات ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون بر شاخص موردنظر تأثیر معنی‌داری داشت ($p<0.05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرینات ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون تأثیر مثبتی بر سطح آلکالین فسفاتاز در زنان سالمند دارد، درحالی‌که مصرف مکمل ویتامین D به‌تنهایی در دوره کوتاه‌مدت نمی‌تواند اثرات مفیدی بر سطح آلکالین فسفاتاز در زنان سالمند داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرینات ترکیبی، محدودیت جریان خون (BFR)، ویتامین D، آلکالین فسفاتاز، زنان سالمند

سالمندی جمعیت و افزایش سهم افراد سالخورده در جمعیت، یکی از مهم‌ترین تحولات اجتماعی قرن بیست و یکم است و پیامدهای آن تقریباً بر تمامی بخش‌های جامعه و روابط بین نسلی تأثیرگذار می‌باشد [۱]. در ایران جمعیت بالای ۶۰ سال تا سال ۲۰۲۰ حدود ۱ میلیون نفر و تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۲۶ میلیون نفر خواهد رسید [۲]. یکی از دشواری‌های دوره سالمندی کاهش توده عضلانی است که باعث از دست دادن غیر محسوس توده عضله اسکلتی، قدرت و اندازه تارها می‌شود که به این تغییرات سارکوپنیا گفته می‌شود. این کاهش توده عضلانی ارتباط مشترک با کاهش هورمون‌های آنابولیکی و افزایش هورمون‌های کاتابولیکی دارد، همچنین کاهش عوامل رشدی دخیل در رشد عضلانی در این دوران دیده شده است [۳، ۴].

ناتوانی‌ها و از کارافتادگی شایع در دوران سالمندی ناشی از مجموعه‌ای از عوامل مختلف است که از مهم‌ترین دلایل آن می‌توان به عدم فعالیت و کم‌ تحرکی و عدم استفاده صحیح از عضلات اشاره نمود [۵]. از سوی دیگر زنان بیشتر از مردان دچار پوکی استخوان می‌شوند زیرا زنان توده استخوانی کمتری دارند، در دوران بارداری بدن آن‌ها کلسیم و مواد مغذی دیگر را از استخوان برداشت کرده و همچنین ترشح استروژن از تخمدان‌ها پس از یائسگی کاهش می‌یابد [۶]. استفاده صحیح از یک برنامه فعالیت جسمانی می‌تواند پیشرفت قابل توجهی در کیفیت زندگی سالمندان ایجاد کند. تمرینات ورزشی یک‌راه حل مؤثر و بسزا و درست برای ارتقا توان و حجم عضلانی و همین‌طور ظرفیت کارکردی اشخاص مسن معرفی گردیده است [۷]. گروهی از تمرینات که اجرای آن در دوره سالمندی پیشنهاد می‌شود و موجب کاهش عوارض سارکوپنیا می‌شود، تمرینات مقاومتی می‌باشد؛ اما شدت و سختی در این تمرینات برای بسیاری از سالمندان قابل تحمل نیست و حتی ممکن است آسیب‌زا باشد [۳]. بسیاری از سالمندان تمایلی به تمرین با شدت بالا ندارند و ممکن است شدت‌های بالای تمرینی مناسب برای افراد سالمند نبوده و لذا با آسیب‌دیدگی همراه باشد [۸]. لذا اثربخشی روش‌های تمرینی جایگزین مورد مطالعه قرار گرفته است. از جمله این روش‌ها، تمرین مقاومتی با شدت پایین همراه با محدودیت جریان خون می‌باشد. امروزه باندهای کشی به دلیلی ارزان بودن، دسترسی آسان، تأثیر بر بهبود ترکیب بدن، عملکرد جسمانی و سازگاری‌های فیزیولوژیکی و سهولت در انجام طیف وسیعی از تمرینات بالاتنه و پایین‌تنه در هر مکانی به‌صورت برون‌گرا و درون‌گرا، به‌طور گسترده در توان‌بخشی گروه‌های خاص استفاده می‌شود [۹]. تحقیقات نشان می‌دهد که این نوع تمرینات با شدت پایین باعث افزایش مشابهی در قدرت و توده عضلانی در مقایسه با تمرینات مقاومتی سنتی با شدت بالا می‌شود [۱۰].

ویتامین D یا کلسی فرول یکی از ویتامین‌های ضروری و از ویتامین‌های محلول در چربی می‌باشد که به رشد و استقامت استخوان‌ها از طریق بهبود وضعیت کلسیم و فسفر کمک می‌نماید. این ویتامین با تولید و ارتقا جذب فسفر و کلسیم از روده‌ها و کاهش دفع از کلیه به متابولیسم استخوان‌ها کمک می‌نماید [۱۱]. نقش تعیین‌کننده ویتامین D و متابولیت‌های آن در حفظ سلامتی استخوان از دیرباز شناخته‌شده است و در حال حاضر مشخص شده است که ویتامین D نقش بسیار زیادی در کنترل هموستاتیک کلسیم دارد که همراه هورمون پاراتیروئید و کلسی‌تونین به‌عنوان یک تنظیم‌کننده اصلی برای غلظت کلسیم به حساب می‌آید [۱۲]. تحقیقات نشان می‌دهند که حدود یک میلیارد نفر در سراسر جهان دچار کمبود ویتامین D هستند. به دلیل اینکه سالمندان بیش از سایر افراد در معرض ابتلا به کمبود ویتامین D قرار دارند، مطالعات بسیاری بر روی تأثیرگذاری مکمل‌های ویتامین D بر روی پیشگیری از زمین خوردن و شکستگی استخوان‌ها انجام شده است [۱۳]. اولین مبادرت در جلوگیری یا معالجه کاهش تراکم استخوان در همه سنین به‌ویژه در کهن‌سالی برقراری تغذیه مطلوب و آگاهی از اخذ کافی کلسیم و ویتامین D می‌باشد [۱۴].

کلسیم، فسفر و آلکالین فسفات نشان‌گرهای سوخت‌وساز استخوان هستند که افزایش یا کاهش آن‌ها تأثیرات بسیاری بر تراکم استخوان‌ها می‌گذارد. در میان نشان‌گرهای متابولیسم استخوانی، آلکالین فسفات یک آنزیم مهم و ضروری محسوب می‌شود [۱۵]. آلکالین فسفات عامل تنظیم‌کننده ویتامین D را می‌توان ماده‌ای مهم در افزایش جذب کلسیم و فسفر و پیشگیری از کاهش تراکم استخوان به حساب آورد [۱۶]. با توجه به مطالعات صورت گرفته در سالیان اخیر پیرامون افزایش کیفیت عضلانی سالمندان با استفاده از مکمل ویتامین D و همچنین بررسی سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز به نظر می‌رسد مصرف این مکمل منجر به افزایش آلکالین فسفاتاز در سطوح سرمی می‌گردد و همچنین مزایای زیادی برای سالمندان و سلامت استخوانی آن‌ها به همراه داشته است [۱۷].

همچنین باید بیان کرد که محدودیت جریان خون همراه با تمرین، نقش مثبتی در سازگاری‌های آنابولیکی افراد سالمند داشته است [۱۸]، در حالی که مصرف ویتامین D و تمرینات مقاومتی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد جسمانی و مواد معدنی استخوان‌ها نداشت [۱۹]. اثر تعاملی تمرین و ویتامین D موجب افزایش آلکالین فسفاتاز شده و تأثیر مثبتی بر بافت استخوان داشته است [۲۰]. در پژوهشی به دنبال اجرا ۱۲ هفته تمرینات هوازی در زنان چاق یائسه، سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز افزایش یافت [۲۱]. از آنجایی که مطالعات درباره تأثیر تمرین ترکیبی همراه با محدودیت جریان خون محدود است. از این‌رو هیچ مطالعه‌ای به بررسی تأثیر تمرین ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون بر سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز نپرداخته است. از این‌رو هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون و مصرف مکمل ویتامین D بر سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز در زنان سالمند بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک مطالعه کارآزمایی بالینی در بین زنان سالمند با دامنه سنی (۶۵-۷۵ سال) است که در بهار ۱۴۰۱ به کلینیک توان‌بخشی و فیزیوتراپی واقع در جهان شهر کرج مراجعه کرده بودند. این پروتکل دارای کد اخلاق از کمیته اخلاق پژوهشگاه علوم ورزشی (IR.SSRI.REC.1401.1583) و همچنین دارای کد کارآزمایی بالینی از مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران (IRCT20221120056548N5) است.

حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G-Power مطابق با پارامترهای مطالعه Ha و همکاران با جمعیت مشابه (یعنی در زنان سالمند) تعیین شد. حجم نمونه با در نظر گرفتن $\alpha = 0/05$ و $\beta = 0/04$ ، ۴۰ نفر برآورد شد [۲۲] و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه، افراد به‌طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند.

همچنین افراد حاضر در مطالعه از نظر وضعیت عمومی و سلامتی، سوابق درمانی و بیماری‌ها، مصرف دارو و میزان فعالیت بدنی روزانه نیز مورد ارزیابی قرار گرفته و بر این اساس همگن شدند. از افراد مورد مطالعه درخواست شد تا قبل از اجرای آزمون، الگوهای خواب طبیعی (حداقل ۸ ساعت خواب)، الگوهای فعالیت روزانه و رژیم غذایی (۱۲ ساعت حالت ناشتا قبل از آزمون) در طول پژوهش را رعایت کنند و از هر گونه فعالیت بدنی شدید، مصرف مکمل غذایی، مصرف دارو، مصرف قهوه، دخانیات و کافئین تا ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون و تا زمان جمع‌آوری نمونه خونی که بر روی سیستم و عملکرد ایمنی تأثیر دارد، خودداری نمایند. به‌منظور آشنایی افراد شرکت‌کننده در مطالعه با حرکات و دستگاه مورد استفاده یک هفته قبل از شروع پروتکل تحقیق افراد به سالن آمادگی جسمانی و بدن‌سازی فراخوانده شدند تا با روند تحقیق، نحوه صحیح استفاده از مکمل و شیوه مناسب تمرین آشنا شوند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: نداشتن بیماری‌های جسمی یا ذهنی، عدم داشتن رژیم غذایی، عدم مشکلات جسمانی و حرکتی، عدم شرکت در فعالیت ورزشی منظم بودند. معیارهای خروج از مطالعه عبارت‌اند از: عدم تحمل ورزش (ابراز ناراحتی، بی‌حالی شدید، نداشتن تعادل و گیجی)، ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، عدم شرکت منظم در تمرینات و کامل نکردن طول مدت پژوهش، هرگونه تغییر در برنامه روتین بیمار بر اساس نظر پزشک [۲۳]. افراد در مطالعه به دلیل استفاده از داروها از مطالعه خارج نشدند، زیرا هیچ‌گونه تغییری از نظر نوع یا دوز دارو ایجاد نشد و همچنین از آن‌ها خواسته شد تا رژیم غذایی معمول خود را تغییر ندهند [۲۴].

آزمودنی‌ها با روش همگن‌سازی بر اساس سن، قند خون و وزن به‌صورت تصادفی هدفمند، در ۴ گروه ۱۰ نفری به شرح ذیل قرار گرفتند:

۱. گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون: صرفاً به انجام تمرینات ترکیبی (هوازی-مقاومتی) بدون محدودیت جریان خون پرداختند.

۲. گروه تمرین + محدودیت جریان خون: به انجام تمرینات ترکیبی (هوازی-مقاومتی) با محدودیت جریان خون (BFR) پرداختند.

۳. گروه مکمل: مصرف مکمل ویتامین D ۵۰۰۰۰ میلی گرمی

۴. گروه کنترل: صرفاً از افراد حاضر در این گروه خواسته شد تا به اجرا برنامه روتین خود بپردازند.

اندازه‌گیری اطلاعات عمومی

سن افراد با استفاده از شناسنامه آنها ثبت گردید. وزن آزمودنی‌ها به وسیله ترازو سکا ساخت کشور آلمان، با دقت ۰.۱ کیلوگرم به‌طور دقیق اندازه‌گیری شد. برای این منظور آزمودنی‌ها با حداقل لباس روی ترازو ایستادند، همچنین این اندازه‌گیری با حداقل ۳ ساعت فاصله از مصرف یک وعده غذایی انجام گرفت. برای اندازه‌گیری قد با استفاده از قد سنج سکا با دقت ۰.۱ سانتی‌متر، آزمودنی‌ها صاف پشت به دیوار و دقیقاً زیر استادیومتر قرار گرفتند، در حالی که پشت، کفل‌ها و پاشنه‌ها در تماس با دیوار بود. افراد پیش از اندازه‌گیری یک نفس عمیق کشیده و در حین اندازه‌گیری نگه داشتند [۲۳].

برنامه تمرینی

مدت برنامه تمرینی برای شرکت‌کنندگان گروه‌های تمرینی هشت هفته بود که سه بار در هفته و هر بار حدود یک ساعت به طول می‌انجامد. قبل از شروع تمرین، آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با حرکات نرمشی و کششی خود را گرم کردند و در پایان تمرین نیز به مدت ۱۰ دقیقه با حرکات کششی خود را سرد نمودند. تمام جلسات تمرین تحت نظارت دو مربی ماهر آمادگی جسمانی انجام پذیرفت.

پروتکل تمرینات ترکیبی بدون محدودیت جریان خون، شامل اجرا تمرینات هوازی و تمرینات مقاومتی می‌باشد. تمرینات به مدت هشت هفته و هر هفته ۳ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای بود. برنامه تمرین هوازی شامل دویدن روی نوار گردان به مدت ۲۰ دقیقه با شدتی معادل ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه ($0.7 * (سن - 20) + 8$) به وسیله ساعت (پلار S610، فنلاند) که به مچ بسته شده بود، کنترل شد [۲۴].

تمرین مقاومتی با بار اضافی معادل ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه و ۱۰ تکرار در دو دور متوالی با زمان استراحت ۳۰ ثانیه‌ای و دو دقیقه‌ای بین هر ایستگاه و دور در نظر گرفته شد. تمرینات مقاومتی شامل ۱۰ حرکت ایستگاهی به‌صورت دایره‌ای، شامل فلکشن ساق، اکستنشن ساق، پرس پا، اسکات، کشش زیر بغل، پرس سینه، حرکت صلیب با دمبل، جلو بازو، پشت بازو و حرکت پارویی با طناب بود [۲۵].

در گروه تمرین با محدودیت جریان خون، آزمودنی‌ها به اجرا تمرینات شامل دو حرکت پایین‌تنه (پرس پا، باز کردن زانو) و دو حرکت بالاتنه (جلو بازو، پشت بازو) پرداختند. حرکات پرس پا، جلو ران، جلو بازو و پشت بازو با شدت ۲۰ تا ۳۰ درصد ۱ تکرار بیشینه (۳ ست تا سر حد خستگی) با استراحتی به میزان ۹۰-۱۲۰ ثانیه بین ست‌ها و حرکات تمرینی اجرا گردید. به‌منظور محدود کردن جریان خون از کاف‌های استاندارد مدل BFR2017GH شرکت قامت پویان در قسمت پروگزیمال هر دو پا (حین اجرا تمرینات پایین‌تنه) و یا هر دو دست (حین اجرا تمرینات بالاتنه) استفاده شد. در جلسات ابتدایی از فشار نورتیک معادل ۱۱۰ میلی‌متر جیوه استفاده شد و پس از آن به ازای هر دو هفته ۱۰ میلی‌متر جیوه به میزان فشار نورتیک اضافه گردید، در پایان برنامه تمرینی فشار به ۱۴۰ میلی‌متر جیوه رسید. پس از اجرا تمرینات مقاومتی، آزمودنی‌ها به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ۴۵ درصد ضربان قلب ذخیره به دویدن روی تردمیل پرداختند [۲۶].

نحوه مصرف مکمل

در گروه مکمل نیز از ویتامین دی به میزان ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی هر هفته به میزان یک کپسول (شرکت داروسازی دانا) بعد از صرف نهار استفاده گردید [۲۷].

روش اندازه‌گیری آلکالین فسفاتاز

بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی به میزان ۶ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ دست چپ در وضعیت نشسته و در دو نوبت، ۲۴ ساعت پیش از اولین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین جهت بررسی تغییرات سطوح آلکالین فسفاتاز جمع‌آوری گردیده و به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌های خونی به مدت ۱۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ شده و سرم آن‌ها جداسازی شد و تا زمان انجام آزمایش‌ها در دما ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد و از کیت شرکت پارس آزمون برای اندازه‌گیری سطح آلکالین فسفاتاز با حساسیت ۴ واحد بین‌الملل استفاده شد و به‌منظور بررسی متغیرهای نیم‌رخ لیپیدی خون آزمایشی را در لوله‌های EDTA ریخته و غلظت کلسترول تام، تری‌گلسیرید، لیپوپروتئین با چگالی پایین و لیپوپروتئین با چگالی بالا به‌صورت آنزیمی توسط کیت پارس آزمون اندازه‌گیری گردید [۲۸].

روش تجزیه تحلیل اطلاعات

اطلاعات حاصل از میانگین و انحراف استاندارد دسته‌بندی و بررسی شدند. به‌منظور طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد و پس از طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آمار پارامتریک استفاده شد. همچنین از آزمون‌های تی زوجی برای تعیین تفاوت درون گروه‌ها، از آزمون آنکووا برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد. نرم‌افزار مورد استفاده SPSS نسخه ۲۵ استفاده و در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ بود.

یافته‌ها

ویژگی‌های پایه افراد شرکت‌کننده به تفکیک گروه‌های مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: توزیع ویژگی‌های پایه به تفکیک گروه‌های مورد مطالعه (N=40)

P-value	گروه‌های مطالعه				متغیرها
	تمرینات ترکیبی همراه BFR	تمرینات ترکیبی	مکمل ویتامین D	کنترل	
۰/۲۵۸	۶۹,۹±۱,۹۷	۷۰,۹±۲,۵۰	۶۸,۸±۲,۷۳	۷۲,۹±۱,۵۰	سن
۰/۳۲۱	۶۷,۸±۳,۵۰	۷۲,۹±۷,۵۰	۷۱,۵±۵,۳۰	۷۲,۸±۶,۵۰	وزن
۰/۱۸۳	۱۶۶,۹±۴,۵۰	۱۶۹/۳±۶/۲۵	۱۶۶/۵±۶/۸۵	۱۶۵/۰۰±۷/۲۵	قد

نتایج به صورت میانگین±انحراف معیار گزارش شده است.

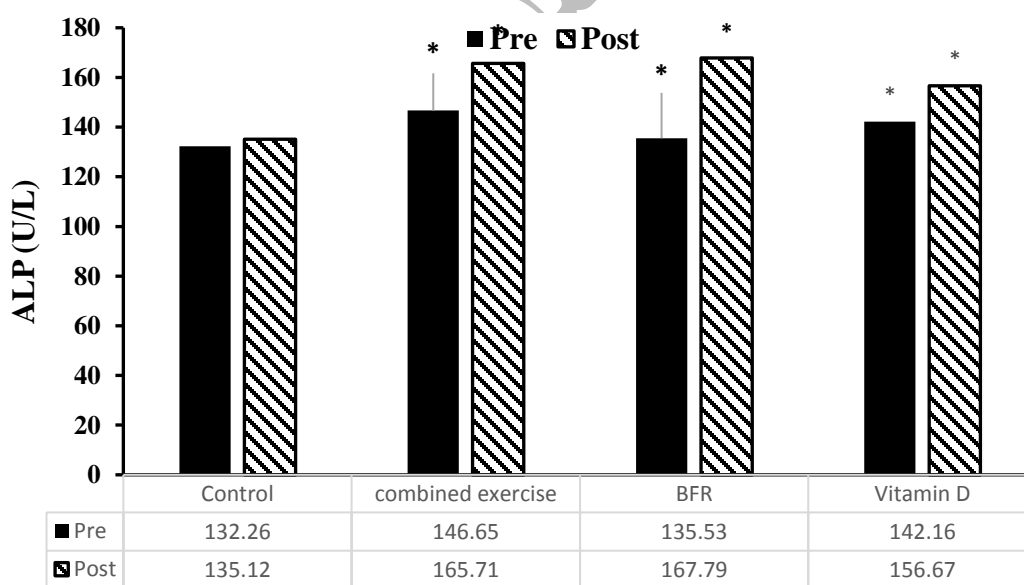
جدول ۲: مقایسه داده‌های پایه درون و بین گروهی

متغیر	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	p-value*
لیپوپروتئین با چگالی بالا (میلی گرم/دسی لیتر)	تمرینات ترکیبی	۵۰/۲±۳/۳۹	۶۲/۷±۴/۴۷	<۰/۰۰۱
	محدودیت جریان خون	۵۱/۹±۴/۶۰	۶۴/۷±۵/۲۲	<۰/۰۰۱
	ویتامین D	۵۴/۵±۵/۵۳	۵۳/۷±۳/۳۵	۰/۱۱۰
	کنترل	۵۲/۲±۳/۱۴	۵۱/۵±۲/۱۱	۰/۲۸۰
مقایسه بین گروهی				
		۰/۴۱۱	<۰/۰۰۱	-
لیپوپروتئین با چگالی پایین (میلی گرم/دسی لیتر)	تمرینات ترکیبی	۱۱۳/۲±۲۱/۲۲	۸۷/۲±۱۱/۵۶	<۰/۰۰۱
	محدودیت جریان خون	۱۰۸/۵±۱۷/۵۵	۸۴/۳±۱۴/۷۱	<۰/۰۰۱
	ویتامین D	۱۱۵/۴±۱۸/۳۶	۱۱۳/۶±۱۶/۳۲	۰/۱۳۰
	کنترل	۱۱۷/۶±۱۷/۷۴	۱۲۱/۶±۱۸/۵۵	۰/۱۸۰
مقایسه بین گروهی				
		۰/۴۱۶	<۰/۰۰۱	-
درصد چربی	تمرینات ترکیبی	۳۹/۷۵±۱/۰۳	۳۷/۵۵±۱/۴۳	<۰/۰۰۱
	محدودیت جریان خون	۴۰/۸۰±۱/۷۱	۳۸/۹±۱/۵۲	<۰/۰۰۱
	ویتامین D	۴۱/۲۵±۱/۵۴	۴۱/۱۴±۱/۸۴	۰/۱۰۰
	کنترل	۴۰/۱۶±۱/۷۵	۴۱/۳۹±۱/۱۴	۰/۱۴۰
مقایسه بین گروهی				
		۰/۲۴۵	۰/۰۰۶	-
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	تمرینات ترکیبی	۲۵/۹۴±۱/۰۵	۲۴/۷۶±۱/۰۰	<۰/۰۰۱
	محدودیت جریان خون	۲۵/۱۰±۰/۸۵	۲۴/۰۸±۰/۴۶	<۰/۰۰۱
	ویتامین D	۲۶/۱۸±۰/۷۸	۲۶/۲۴±۰/۵۲	۰/۱۴۰
	کنترل	۲۶/۸۰±۰/۵۴	۲۶/۲۸±۰/۴۶	۰/۱۸۰
مقایسه بین گروهی				
		۰/۰۷۱	۰/۰۰۶	-
گلوکز ناشتا خون (میلی گرم/دسی لیتر)	تمرینات ترکیبی	۱۱۱/۵۰±۳/۴۹	۹۵/۵۰±۴/۵۶	<۰/۰۰۱
	محدودیت جریان خون	۱۰۷/۴۰±۴/۲۲	۹۸/۲۰±۰۳/۵۵	<۰/۰۰۱
	ویتامین D	۱۰۵/۵۰±۵/۲۳	۱۰۳/۰۸±۷/۷۸	۰/۱۸۰
	کنترل	۹۸/۹۰±۴/۵۵	۱۰۰/۲۰±۵/۶۱	۰/۶۹۰
مقایسه بین گروهی				
		۰/۲۵۸	<۰/۰۰۱	-
کلسترول (میلی گرم/دسی لیتر)	تمرینات ترکیبی	۲۰۵/۸۰±۹/۰۶	۱۸۸/۸۰±۹/۰۶	<۰/۰۰۱
	محدودیت جریان خون	۲۰۲/۴۰±۱۲/۷۸	۱۸۰/۶۰±۱۷/۳۶	<۰/۰۰۱
	ویتامین D	۱۹۴/۷۰±۱۲/۱۱	۱۹۵/۵۰±۱۵/۶۸	۰/۱۸۰
	کنترل	۱۹۸/۵۰±۸/۲۳	۲۰۰/۲۰±۱۳/۵۴	۰/۲۳۰
مقایسه بین گروهی				
		۰/۰۶۱	۰/۰۰۸	-
تری گلیسیرید	تمرینات ترکیبی	۱۵۵/۴۰±۱۱/۳۵	۱۳۸/۷۰±۱۴/۳۳	<۰/۰۰۱
	محدودیت جریان خون	۱۴۸/۶۰±۱۲/۲۳	۱۳۲/۶۰±۱۵/۵۸	<۰/۰۰۱
	ویتامین D			

۰/۱۹۰	۱۴۷/۹۰±۱۶/۲۸	۱۵۱/۲۰±۱۴/۱۶	کنترل	(میلی گرم / دسی لیتر)
۰/۳۰۰	۱۴۵/۲۰±۱۱/۵۳	۱۴۳/۱۰±۱۴/۵۳		
-	۰/۰۰۳	۰/۶۳۲	مقایسه بین گروهی	
۰/۱۲۳	۱۷/۱۱±۳/۴۲	۱۶/۳۹±۳/۲۱	تمرینات ترکیبی	ویتامین D3 (نانوگرم / دسی لیتر)
۰/۳۴۰	۱۹/۴۱±۲/۳۸	۱۹/۷۱±۲/۱۴	محدودیت جریان خون	
<۰/۰۰۱	۲۹/۱۴±۲/۲۶	۲۱/۶۲±۳/۳۹	ویتامین D	
۰/۵۲۰	۲۱/۲±۳/۴۸	۲۰/۸۴±۴/۶۱	کنترل	
-	۰/۰۰۵	۰/۲۳۱	مقایسه بین گروهی	

آزمون تی زوجی: * آزمون آنکوا: **

نتایج آزمون تی زوجی مشخص نمود که تفاوت معنی داری در میزان تغییرات درون گروهی متغیرهای مورد بررسی (لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی پایین، تری گلیسیرید، گلوکز خون، کلسترول تام و درصد چربی بدن) در هر دو گروه تمرینی وجود داشت ($P < 0.05$) اما در گروه کنترل و گروه مصرف کننده ویتامین D بین پیش و پس آزمون تفاوت معنی داری در هیچ یک از متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد ($P > 0.05$). میزان ویتامین D3 تنها در گروه مصرف کننده مکمل بین پیش و پس آزمون تفاوت معنی داری وجود داشت ($P < 0.05$) و در سایر گروهها تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).



نمودار ۱: مقایسه داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون آلکالین فسفاتاز (یونیت / لیتر) در گروهها

*: معنی داری نسبت به پیش‌آزمون ($P\text{-value} < 0.05$)

جهت مقایسه اثر تمرینات ترکیبی و تمرینات با محدودیت جریان خون و گروه مکمل بر متغیرهای مورد اندازه‌گیری در زنان از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد تا تفاوت‌های بین گروهی در پس‌آزمون مشخص گردد. در مرحله

پیش‌آزمون تفاوت معناداری در سه گروه دیده نشد ($P > 0/05$). نتایج آزمون آنکووا نشان داد که پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، در میزان شاخص‌های (آلکالین فسفاتاز، لیپوپروتئین با چگالی بالا، تری گلیسیرید، گلوکز خون، کلسترول تام و درصد چربی) تفاوت معناداری وجود دارد ($P < 0/05$). در پس‌آزمون بین چهار گروه اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$).

بحث

نتایج پژوهش ما نشان می‌دهد اجرای یک دوره کوتاه‌مدت تمرینات ورزشی با و بدون محدودیت جریان خون، علاوه بر کاهش عوامل خطر بیماری‌های قلبی و متابولیکی موجب بهبود سطح آلکالین فسفاتاز در زنان سالمند می‌گردد.

آلکالین فسفاتاز آنزیمی است که متابولیت‌هایی مثل چربی‌ها و اسیدهای آمینه را برای تولید انرژی هوازی به غشای سلول منتقل می‌کند. بیماری‌های کبدی و استخوانی دلایل اصلی پاتولوژیکی افزایش آلکالین فسفاتاز هستند [۲۹]. مطالعات محدودی تأثیر انواع فعالیت بدنی بر سطح آلکالین فسفاتاز را مورد بررسی قرار داده‌اند.

در طول فعالیت بدنی، نیروهایی که از طریق اسکلت روی استخوان منتقل می‌شوند، سیگنال‌های مکانیکی تولید می‌کنند که توسط استئوسیت‌ها شناسایی می‌شوند. همچنین آشناری از پاسخ‌های بیوشیمیایی را ایجاد می‌کنند که به افزایش گردش خون استخوان و رسوب خالص مواد معدنی در استخوان منجر می‌شود [۳۰]. همسو با نتایج پژوهش ما، ترتیبیان و همکاران تأثیر ۸ هفته تمرینات ورزشی را بر غلظت آلکالین فسفاتاز زنان چاق مبتلابه یائسگی زودرس بررسی نمودند، نتایج نشان داد تمرینات موجب افزایش معنادار آلکالین فسفاتاز سرمی در زنان یائسه می‌شود [۳۱]. از سوی دیگر Lu و همکاران اثر ۸ هفته تمرینات ورزشی را بررسی کردند و افزایش معناداری در شاخص‌های متابولیکی استخوان از قبیل آلکالین فسفاتاز و چگالی استخوان در تمام شرکت‌کنندگان مشاهده نمودند [۳۲]. پژوهش Copatti و همکاران مشخص شد اجرا تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون تأثیر قابل توجهی بر سطح آلکالین فسفاتاز و بهبود آنابولیسم استخوان دارد [۳۳]. از مطالعات مغایر با نتیجه پژوهش ما می‌توان به مطالعه بنی طالبی اشاره نمود که به دنبال اجرا ۶ هفته تمرینات مقاومتی تفاوت معناداری در سطح آلکالین فسفاتاز مشاهده نشد. این تناقض میان نتایج مطالعات ممکن است به دلیل تفاوت در روش اجرا و شدت تمرینات، سن و جنسیت آزمودنی‌ها و وضعیت آمادگی بدنی افراد مورد آزمون باشد.

نتایج پژوهش ما نشان می‌دهد مصرف مکمل ویتامین دی موجب بهبود سطح آلکالین فسفاتاز در زنان سالمند می‌گردد. کاهش توده استخوان به دنبال تغییرات هورمونی در دوران یائسگی آغاز می‌شود، لذا به منظور حفظ توده

استخوانی در زنان به مقادیر بالاتری از ویتامین D نیاز است [۳۴]. از دیرباز نقش تعیین کننده ویتامین D و متابولیت‌های آن در حفظ سلامتی استخوان شناخته شده است [۳۵]. ویتامین D نقش قابل توجهی در کنترل هموستاتیک کلسیم دارد که همراه هورمون پاراتیروئید و کلسی تونین به عنوان تنظیم کننده غلظت کلسیم بالا می باشد [۳۶]. Brech و همکاران بیان کردند که مصرف مکمل ویتامین دی موجب افزایش سطح سرمی آلکالین فسفاتاز شده و کنترل وضعیت بدن و قدرت عضلانی در سالمندان را بهبود می بخشد [۳۷]. Kerksick و همکاران به این نتیجه دست یافتند که مصرف ویتامین دی در زنان یائسه سبب کاهش بروز پوکی استخوان شده و همچنین افزایش سطح آلکالین فسفاتاز می گردد [۳۸]. از سوی دیگر Kahwati و همکاران بیان کردند که مصرف ویتامین D بر آلکالین فسفاتاز و فسفر، باوجود تأثیرات خوب، معنی دار نبوده است [۳۹]. از دلایل احتمالی تناقض در یافته‌ها می توان به تفاوت در میزان مصرف، مدت زمان کوتاه مصرف مکمل و وضعیت سلامت و آمادگی افراد مورد آزمون، اشاره کرد.

شیوع چاقی در بین سالمندان بر اساس گزارشات سازمان بهداشت جهانی به طور چشمگیری در حال افزایش بوده و گزارش مقاله فرا تحلیل اخیر در ایران نیز بیانگر شیوع بالای ۲۱ درصدی این اختلال در بین افراد بالای ۵۰ سال می باشد [۴۰]. اختلال در مقاومت به انسولین یکی از مهم ترین عوارض چاقی به شمار می آید، که نقش قابل توجهی در پیشرفت بیماری های قلبی عروقی ایفا می کند [۴۱]. از سوی دیگر به دنبال تغییرات ناشی از سن، تحمل گلوکز و حساسیت به انسولین کاهش یافته و احتمال ابتلا به دیابت در افراد سالمند افزایش می یابد [۴۲]. همچنین بیان شده که ممکن است مقاومت به انسولین مرتبط با پیری مکانیسم مشابهی با مقاومت به انسولین ناشی از عدم تحرک جسمانی داشته باشد و این امر نشانگر ارتباط بین پیری و عدم تحرک جسمی است [۴۳]. با این حال مشخص شده است که از طریق مسیرهای مختلف، فعالیت ورزشی سبب کاهش گلوکز خون و بهبود مقاومت به انسولین می گردد. تمرینات ورزشی موجب افزایش میزان جذب گلوکز در عضلات اسکلتی شده و همچنین سبب افزایش محتوی ناقل غشایی گلوکز و افزایش حساسیت به انسولین به دنبال تخلیه گلیکوژن درون عضلانی، افزایش دانسیته مویرگی و افزایش گلیکوژن سنتتاز می گردد [۴۴]. نتایج ما نشان داد هر دو شیوه تمرینی در پژوهش حاضر موجب بهبود سطح گلوکز خون می شود. مشابه با نتایج ما، پژوهشگران بیان کردند به دنبال اجرا تمرینات ورزشی سطح قند خون ناشتا به موجب افزایش برداشت گلوکز به وسیله انسولین، کاهش می یابد [۴۵]. از سوی دیگر در پژوهشی به دنبال اجرا تمرینات ورزشی با شدت متوسط در زنان یائسه به این نتیجه دست یافتند که این تمرینات بر سطوح شاخص های مقاومت به انسولین تأثیر معناداری ندارد [۴۶].

اختلال چربی‌های خون یا دیس لیپیدمی در ایران و به‌ویژه در سطح جمعیت سالمندان شیوع بسیار بالایی دارد و از مهم‌ترین عوامل خطرزای بیماری‌های مرتبط با آترواسکلروز مانند بیماری کرونر قلب به شمار می‌آید [۴۷]. یکی از یافته‌های مطالعه پیش رو بهبود نیمرخ لیپیدی زنان یائسه به دنبال اجرا فعالیت بدنی بود که در هر دو گروه تمرینی نتایج نشان داد این دو برنامه تمرینی در خصوص تغییرات تری گلیسرید، کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی پایین و لیپوپروتئین با چگالی بالا مؤثر بوده است که همسو با نتایج مطالعات دیگر است [۴۸]. به دنبال اجرا فعالیت‌های ورزشی آنزیم لیپوپروتئین لیپاز^۱ و لستین کلسترول آسپیل ترانسفراز^۲ افزایش پیدا می‌کنند که این دو آنزیم موجب کاهش لیپوپروتئین با چگالی پایین، تری گلیسرید، کلسترول و افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا می‌شوند [۲۴]. در پژوهش Ha و همکاران به دنبال اجرا تمرینات ترکیبی بهبود پروفایل لیپیدی در افراد سالمند مشاهده شد [۴۹]. از سوی دیگر در پژوهش ابوالفتحی و همکاران بیان شد که تمرینات ورزشی بر سطوح نیمرخ لیپیدی زنان تأثیر معنی‌داری ندارد [۵۰]. از دلایل احتمالی تناقض در یافته‌ها می‌توان به تفاوت در شیوه تمرینی و سن افراد مورد آزمون اشاره کرد.

نتیجه‌گیری نهایی

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت موجب کاهش توده چربی، کاهش قند خون ناشتا و افزایش ALP شد. البته نتایج نشان داد تمرین با محدودیت جریان خون تأثیر بیشتری بر تحریک نسبت به تمرین مقاومتی بدون محدودیت جریان خون در ALP سالمندان دارد. در پایان می‌توان اذعان داشت که استفاده از تمرین ترکیبی با محدودیت جریان خون و بدون محدودیت جریان خون همراه مصرف مکمل ویتامین D در بهبود تنظیم شاخص‌های آلکالان فسفاتاز تأثیر دارد. در نهایت انجام تمرین ترکیبی در زنان سالمند منجر به ارتقاء عملکرد جسمانی می‌گردد. از این‌رو، از دیدگاه بالینی، توصیه می‌شود زنان سالمند، استفاده از برنامه تمرین ترکیبی با محدودسازی جریان خون را در برنامه تمرینی خود قرار دهند. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به محدودیت حجم نمونه، محدودیت مراجعین به دلیل وجود بیماری کووید-۱۹، بررسی نکردن مردان در پژوهش اشاره کرد و همچنین به دلیل مقطعی بودن و عدم ثبت میزان دریافت غذایی آزمودنی‌ها، به‌منظور توصیه قطعی نیاز به مطالعات بیشتری است. از این‌رو، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آینده موارد مذکور مورد توجه قرار گیرند و همچنین محققین تأثیر سایر انواع برنامه‌های تمرینی و مکمل‌های غذایی را مورد بررسی قرار دهند.

¹ LPL

² LCAT

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه حاصل پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه دانش البرز بوده و همچنین مورد تأیید کمیته اخلاق پژوهشکده علوم ورزشی (IR.SSRI.REC.۱۴۰۱.۱۵۸۳) قرار گرفته است.

حامی مالی

این مطالعه حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: همه نویسندگان؛ روش‌شناسی: سعید شاملو کاظمی، مریم رشوند؛ جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها: سعید شاملو کاظمی، مریم رشوند و علی همتی عقیف؛ نگارش پیش‌نویس اصلی، نگارش، بررسی و ویرایش، تأمین مالی، منابع: مریم رشوند، سعید شاملو کاظمی.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی ندارند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از سالمندان شرکت‌کننده در پژوهش حاضر تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

References

1. Coletti C, Acosta GF, Keslacy S, Coletti D. Exercise-mediated reinnervation of skeletal muscle in elderly people: An update. *European Journal of Translational Myology*. 2022;32(1). [DOI:10.4081/ejtm.2022.10416]
2. Rashedi V, Ebrahimi B, Mohseni MS, Hosseini M. Death anxiety and life expectancy among older adults in Iran. *Journal of Caring Sciences*. 2020;9(3):168. [DOI: 10.34172/jcs.2020.025]
3. Zoraqi MR, Yazdi AB, Khajei R, Rashidlamir A. Effect of Eight Weeks of Resistance Training with Limitation of Blood Flowing on Insulin-1 Factor, Agerin C Cerpinal Perpetrate and Elderly Composition. *Journal of Safety Promotion and Injury Prevention*. 2021;9(2). [DOI: 10.22037/iipm.v9i2.33522]
4. Okazaki T, Ebihara S, Mori T, Izumi S, Ebihara T. Association between sarcopenia and pneumonia in older people. *Geriatrics & gerontology international*. 2020;20(1):7-13. [DOI: 10.1111/ggi.13839]
5. 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. [DOI: 10.3389/fcvm.2022.960096]
6. Pakzad B, Parsaei G, Karimi J. Evaluation of Frequency Pattern of Risk Factors for Decreased Bone Mineral Density in Postmenopausal Women Referred to the Bone Mineral Density Assessment Center of Al-Zahra Hospital in Isfahan during Years 2018 and 2019. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2022. [DOI: 10.18502/ssu.v30i7.10749]
7. de Oliveira LdSSCB, Souza EC, Rodrigues RAS, Fett CA, Piva AB. The effects of physical activity on anxiety, depression, and quality of life in elderly people living in the community. *Trends in psychiatry and psychotherapy*. 2019;41:36-42. [DOI: 10.1590/2237-6089-2017-0129]
8. Zhao H, He Z, Yun H, Wang R, Liu C. A Meta-Analysis of the Effects of Different Exercise Modes on Inflammatory Response in the Elderly. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(16):10451. [DOI: 10.3390/ijerph191610451]
9. Vechin FC, Libardi CA, Conceição MS, Damas FR, Lixandrão ME, Berton RP, et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(4):1071-6. [DOI: 10.1519/JSC.0000000000000703]
10. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bembem MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *European journal of applied physiology*. 2010;108:147-55. [DOI: 10.1007/s00421-009-1204-5]
11. de Oliveira LF, de Azevedo LG, da Mota Santana J, de Sales LPC, Pereira-Santos M. Obesity and overweight decreases the effect of vitamin D supplementation in adults: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. 2020;21:67-76. [DOI: 10.1007/s11154-019-09527-7]
12. Sandoughi M, Kaykhaei MA. Evaluation and Treatment of Vitamin D Deficiency in Iranian Adults: A Narrative Review. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2021;23(1):60-71. [DOI: 20.1001.1.16834844.1400.23.1.7.1]
13. Uchitomi R, Oyabu M, Kamei Y. Vitamin D and sarcopenia: potential of vitamin D supplementation in sarcopenia prevention and treatment. *Nutrients*. 2020;12(10):3189. [DOI: 10.3390/nu12103189]
14. El Hajj C, Fares S, Chardigny JM, Boirie Y, Walrand S. Vitamin D supplementation and muscle strength in pre-sarcopenic elderly Lebanese people: a randomized controlled trial. *Archives of osteoporosis*. 2019;14:1-11. [DOI: 10.1007/s11657-018-0553-2]
15. Chen Z, Xie L, Xu J, Lin X, Ye J, Shao R, et al. Changes in alkaline phosphatase, calcium, C-reactive protein, D-dimer, phosphorus and hemoglobin in elderly osteoporotic hip fracture patients. *Palliat Med*. 2021;10(2):1079-88. [DOI: 10.21037/apm-20-218]

16. Rai AD, Sherpa ML, Singh A, Thejaswi S, Bhutia RD. Bone alkaline phosphatase and urine hydroxyproline assay in pre and postmenopausal women in the state of sikkim and its correlation with bone mineral density. *Journal of Mid-life Health*. 2021;12(4):304. [DOI: 10.4103/jmh.jmh_73_21]
17. Gupta N, Agarwal A, Jindal R, Santhosh S. Estimating Vitamin D threshold for the Indian population: Delving into the actual disease burden. *Medical Journal Armed Forces India*. 2022. [DOI: 10.1016/j.mjafi.2022.08.001]
18. Beckwée D, Delaere A, Aelbrecht S, Baert V, Beudart C, Bruyere O, et al. Exercise interventions for the prevention and treatment of sarcopenia. A systematic umbrella review. *The journal of nutrition, health & aging*. 2019;23:494-502. [DOI: 10.1007/s12603-019-1196-8]
19. Bischoff-Ferrari HA, Vellas B, Rizzoli R, Kressig RW, Da Silva JA, Blauth M, et al. Effect of vitamin D supplementation, omega-3 fatty acid supplementation, or a strength-training exercise program on clinical outcomes in older adults: the DO-HEALTH randomized clinical trial. *Jama*. 2020;324(18):1855-68. [DOI: 10.1001/jama.2020.16909]
20. Eskandari RE, Homaei HM, Moradi L. Effect of Eight Weeks Aerobic Exercise and Vitamin-D Supplementation on Osteocalcin and Alkaline Phosphatase Gene Expression in Male Rats Poisoned with Hydrogen Peroxide. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2021. [DOI: 10.18502/ssu.v29i7.7267]
21. Malandish A, Sheikhlou Z, Tartibian B, Rahmati-Yamchi M. The effect of 12 weeks of aerobic exercise intervention on bone mineral density, expression of lymphocyte alkaline phosphatase gene and bone turnover markers in overweight postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Journal of Exercise & Organ Cross Talk*. 2021;1(2):66-76. [DOI: 10.22034/JEOCT.2021.297932.1012]
22. Ha M-S, Yook JS, Lee M, Suwabe K, Jeong W-M, Kwak J-J, et al. Exercise training and burdock root (*Arctium lappa* L.) extract independently improve abdominal obesity and sex hormones in elderly women with metabolic syndrome. *Scientific reports*. 2021;11(1):5175. [DOI: 10.1038/s41598-021-84301-x]
23. 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. [DOI:]
24. Kazemi SS, Heidarianpour A, Shokri E. Effect of resistance training and high-intensity interval training on metabolic parameters and serum level of Sirtuin1 in postmenopausal women with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *Lipids in Health and Disease*. 2023;22(1):177. [DOI: 10.1186/s12944-023-01940-x]
25. Mir E, Attarzadeh Hosseini SR, Mir Saeedi M, Hejazi K. The effects of eight weeks selected combined exercises on humoral immune and hematological index in inactive older men. *Iranian Journal of Ageing*. 2016;11(1):20-9. [DOI: 10.21859/sija-110120]
26. EBRAHIMNIA M, HOSSEINI KSA, HAGHIGHI AH. The Effect Of Three Combined Training Method (Aerobic And Resistance) With And Without Vascular Occlusion On Some Indices Of Hypertrophy In Elderly Women. 2019. [DOI:]
27. Dalirani M, Gaeini AA, Kordi M. Interaction of vitamin D and calcium with high intensity circuit training on BDNF and fat percentage of overweight elderly. *Journal of Sport Biosciences*. 2022. [DOI: 10.22059/jsb.2022.339399.1517]
28. Delshad A, Dashti MS, Talashan F, Mahramifar M. Comparison of aerobic and combined (resistance-aerobic) training on changes in angiogenesis, alkaline phosphatase and CRP as risk factors for cardiovascular disease in elderly men. *KAUMS Journal (FEYZ)*. 2022;26(3):311-9. [DOI: 10.48307/FMSJ.2022.26.3.311]
29. Sunarya AM, Pramudianti M, Hadisuparto Y. The Correlation between total alkaline phosphatase and osteocalcin levels in systemic lupus erythematosus patients. *Ind J Clin Pathol Med Lab*. 2022;28(3):238-43. [DOI: 10.24293/ijcpml.v28i3.1668]

30. Azimi-Shomali S, Farshbaf-Khalili A, Eslamian F, Dolatkah N, Ghassab-Abdollahi N. The relationship between usual daily physical activity with serum markers related to bone metabolism and demographic characteristics in postmenopausal women aged 50–65 years. *Journal of Physical Activity and Health*. 2022;19(6):417-24. [DOI: 10.1123/jpah.2021-0495]
31. Tartibian B, Fasihi L, Eslami R. Correlation Between Serum Calcium, Phosphorus, and Alkaline Phosphatase Indices With Lumbar Bone Mineral Density In Active And Inactive Postmenopausal Women. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2022;25(1):120-33. [DOI: 10.32598/jams.25.1.6701.1]
32. Lu M, Li M, Yi L, Li F, Feng L, Ji T, et al. Effects of 8-week high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on bone metabolism in sedentary young females. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2022;20(2):77-83. [DOI: 10.1016/j.jesf.2022.01.001]
33. Copatti SL, Bonorino SL, da Costa Copatti A, Saretto CB, Grossi FS, Da Silva-Grigoletto ME, et al. Acute effects of the resistance exercise associated with different blood flow restriction pressures on bone remodeling biomarkers. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2022;20(2):155-60. [DOI: 10.1016/j.jesf.2022.02.005]
34. Park H, Kim KJ, Komatsu T, Park SK, Mutoh Y. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *Journal of bone and mineral metabolism*. 2008;26:254-9. [DOI: 10.1007/s00774-007-0819-z]
35. De Martinis M, Allegra A, Sirufo MM, Tonacci A, Pioggia G, Raggiunti M, et al. Vitamin D deficiency, osteoporosis and effect on autoimmune diseases and hematopoiesis: a review. *International journal of molecular sciences*. 2021;22(16):8855. [DOI: 10.3390/ijms22168855]
36. Liu C, Kuang X, Li K, Guo X, Deng Q, Li D. Effects of combined calcium and vitamin D supplementation on osteoporosis in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Food & function*. 2020;11(12):10817-27. [DOI: 10.1039/d0fo00787k]
37. Brech GC, Machado-Lima A, Bastos MF, de Jesus Bonifácio W, Peterson MD, Takayama L, et al. Vitamin D supplementation associated with 12-weeks multimodal training in older women with low bone mineral density: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *Experimental Gerontology*. 2021;146:111211. [DOI: 10.1016/j.exger.2020.111211]
38. Kerksick CM, Roberts MD, Campbell BI, Galbreath MM, Taylor LW, Wilborn CD, et al. Differential impact of calcium and vitamin D on body composition changes in post-menopausal women following a restricted energy diet and exercise program. *Nutrients*. 2020;12(3):713. [DOI: 10.3390/nu12030713]
39. Kahwati LC, LeBlanc E, Weber RP, Giger K, Clark R, Suvada K, et al. Screening for vitamin D deficiency in adults: updated evidence report and systematic review for the US Preventive Services Task Force. *Jama*. 2021;325(14):1443-63. [DOI: 10.1001/jama.2020.26498]
40. Vaisi-Raygani A, Mohammadi M, Jalali R, Ghobadi A, Salari N. The prevalence of obesity in older adults in Iran: a systematic review and meta-analysis. *BMC geriatrics*. 2019;19(1):1-9. [DOI: 10.1186/s12877-019-1396-4]
41. Gupta G, Wadhwa R, Pandey P, Singh SK, Gulati M, Sajita S, et al. Obesity and diabetes: pathophysiology of obesity-induced hyperglycemia and insulin resistance. *Pathophysiology of obesity-induced health complications*. 2020:81-97. [DOI: 10.1007/978-3-030-35358-2_5]
42. Mir E. CHANGES IN CHERMIRIN SERUM LEVEL AND INSULIN RESISTANCE INDEX IN ELDERLY MEN AFTER EIGHT WEEKS COMBINED TRAINING (AEROBIC-RESISTANCE). *Studies in medical sciences*. 2018;29(9):651-9. [DOI:]
43. Reidy PT, Mahmassani ZS, McKenzie AI, Petrocelli JJ, Summers SA, Drummond MJ. Influence of exercise training on skeletal muscle insulin resistance in aging: spotlight on muscle ceramides. *International journal of molecular sciences*. 2020;21(4):1514. [DOI: 10.3390/ijms21041514]
44. Kazemi SS, Heidarianpour A, Naddaf H, Mehri F, Naderifar H. Effect of Combined Exercise Training and Curcumin Supplementation on Metabolic Indices and Serum Levels of Sirtuin 1 in Men with Metabolic Syndrome. *Avicenna Journal of Clinical Medicine*. 2023;30(1):21-9. [DOI: 10.32592/ajcm.30.1.21]

45. Marson EC, Delevatti RS, Prado AKG, Netto N, Kruegel LFM. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise training on insulin resistance markers in overweight or obese children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Preventive medicine*. 2016;93:211-8. [DOI: 10.1016/j.ypmed.2016.10.020]
46. Khoramjah M, Khorshidi D, Karimi M. Effect of moderate-intensity aerobic training on some hormonal and metabolic factors associated with breast cancer in overweight postmenopausal women. *Iranian Journal of Ageing*. 2019;14(1):74-83. [DOI: 10.32598/sija.13.10.450]
47. Ostovar A, Fereidooni Z, Ansari A, Haerinejad M, Darabi H, Raeisi A, et al. The prevalence of hyperlipidemia among older people, Bushehr Elderly Health (BEH) program. *ISMJ*. 2017;20(4):399-415. [DOI:]
48. Shamlou Kazemi S, Heidarianpour A. The Effect of Eight Weeks' Circuit Resistance Training and Moderate Intensity Continuous Training on Metabolic Indices and Sirtuin1 Serum Level in Women with Metabolic Syndrome. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2023;23(3):168-78. [DOI:]
49. Ha C-H, So W-Y. Effects of combined exercise training on body composition and metabolic syndrome factors. *Iranian journal of public health*. 2012;41(8):20. [PMID: 23113220]
50. Abolfathi F, Ranjbar R, Shakerian S, Yazdanpanah L. The effect of eight weeks aerobic interval training on adiponectin serum levels, lipid profile and HS-CRP in women with type II diabetes. 2015. [DOI:]