Internal Medicine Today
Gonabad University of Medical Sciences
October 2022. Vol 28. Issue 4

Research Paper

Investigating the Effect of Vitamin D and Calcium Supplementation Along With High-intensity Circuit Training on Lipid Profile and Body Fat in Overweight Elderly

Maryam Dalirani[1], *Abbas Ali Gaeini[1], Mohammadreza Kordi[1]

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Science, University of Tehran, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Dalirani M, Gaeini AA, Kordi M. [Investigating the Effect of Vitamin D and Calcium Supplementation Along With High-intensity Circuit Training on Lipid Profile and Body Fat in Overweight Elderly (Persian)]. Internal Medicine Today. 2022; 28(4):478-497. https://doi.org/10.32598/hms.28.4.3855.1

https://doi.org/10.32598/hms.28.4.3855.1

CC BY NC

Received: 17 Feb 2022
Accepted: 09 Mar 2022
Available Online: 01 Oct 2022

Key words:
High-intensity circuit training, Vitamin D, Calcium, Elderly, Supplement

ABSTRACT

Aims Lifestyle changes, such as dietary modifications and exercise, are highly recommended for managing dyslipidemia. This study aims to investigate the combined effects of high-intensity circuit training along with vitamin D and calcium supplementation on body fat and plasma lipid profiles in overweight elderly.

Methods & Materials A total of 47 elderly subjects were randomly divided into 4 groups based on their body mass index as follows: Vitamin D and calcium supplementation+high-intensity circuit training group (D+Ca+T: n=12); high-intensity circuit training+placebo (T+P: n=13); vitamin D and calcium supplementation (D+Ca: n=12); and control group (CON: n=10). The subjects in the D+Ca group respectively received vitamin D and Ca supplements at 50 000 IU per week and 1000 mg per day for 8 weeks. Meanwhile, the subjects in training groups exercised 3 times per week for 8 weeks. The subjects in the D+Ca+T group participated in both treatments. The control group was instructed to maintain their regular daily routine throughout the study period. Body fat and blood lipid levels were assessed at the beginning of the study and after the 8-week intervention.

Findings The D+Ca+T, T+P, and D+Ca groups exhibited significant reductions in body fat percentage ($P \leq 0.05$), while no significant changes were observed in the control group. Additionally, total cholesterol, triglycerides, High-density lipoprotein cholesterol, and low-density lipoprotein cholesterol significantly improved in the D+Ca+T, T+P, and D+Ca groups ($P \leq 0.05$), with no significant changes observed in these variables in the control group.

Conclusion The results showed that high-intensity circuit training, vitamin D, and calcium supplementation would positively affect body fat and blood lipid profiles in overweight elderly. Moreover, vitamin D and calcium supplementation were especially effective when combined with exercise training.

* *Corresponding Author:*
Abbas Ali Gaeini, PhD.
Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Science, University of Tehran, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 3351872
E-mail: aagaeini@ut.ac.ir

English Version

Introduction

The high occurrence of excessive weight and obesity has emerged as a critical worldwide problem affecting roughly 1.5 billion individuals, accounting for approximately one-fifth of the world's population [1]. According to a report in 2019, projections suggest that nearly half of the adult population in the United States will suffer from obesity by 2030 [2]. The global impact of excess weight, obesity, and central adiposity in the elderly has raised substantial public health concerns worldwide, given their correlation with an elevated susceptibility to diverse health conditions. These include high blood pressure, heart disease, metabolic disorders, abnormal lipid levels, musculoskeletal disorders, specific forms of cancer [3], and an accelerated onset of illness along with limitations in physical abilities [4]. Despite the findings of the World Health Organization (WHO) indicating that countries with advanced economies have a life expectancy of nearly 80 years, the onset and advancement of obesity-related health complications can initiate as soon as individuals enter their fifth decade of life and progress rapidly [5]. As a result, there is considerable scientific research focused on developing interventions to decrease the prevalence of obesity, especially among the elderly population who are particularly susceptible to developing this disease.

Regarding this disease mounting evidence indicates that there is often a concurrent presence of inadequate calcium intake, insufficient levels of vitamin D, obesity, and chronic non-communicable diseases [5]. This framework offers a practical strategy for individuals to follow. Several studies have indicated that calcium might play a part in the control of body weight, as evidenced by research showing that a diet rich in calcium can inhibit the accumulation of lipids in adipocytes and prevent weight gain when calorie intake is high [6, 7]. Moreover, the enhancement of uncoupling proteins, which leads to an upsurge in fat oxidation and thermogenesis may also play a role in the notable decrease in weight and body fat observed after the administration of calcium supplements [8]. Conversely, people with inadequate calcium levels may make poor dietary choices to fulfill their calcium requirements, leading to an increase in energy intake. A study discovered that the inclusion of a milk supplement, containing 1200 mg/day of calcium during weight loss reduced hunger and appetite, in addition to a tendency toward lower energy and fat intake [9]. Research has also noted the ability of calcium to suppress hunger sensations during short-term weight loss [10].

Furthermore, inadequate levels of vitamin D might play a role in an elevated differentiation of pre-adipocytes into adipocytes. The impact of vitamin D on energy regulation is strongly supported by research conducted on animal models that lack the vitamin D receptor [11]. Nevertheless, investigations on the impact of vitamin D on energy expenditure and fat oxidation in humans have produced inconclusive results [12, 13]. An investigation conducted by Wehr et al. showcased notable improvements in glucose metabolism, triglyceride levels, estrogen levels, and the regularity of menstrual cycles in women who underwent consistent vitamin D administration (20000 IU) every week for a duration of 24 weeks [14]. A two-year intervention study discovered that increased consumption of calcium from dairy products along with elevated serum vitamin D levels demonstrated a correlation with greater weight loss in response to dietary changes [15]. Furthermore, additional evidence supports the possible benefits of calcium and vitamin D supplementation in promoting fat reduction [16].

Similar to the impact of vitamin D and calcium intake, exercise training is widely acknowledged as an effective approach to improving body composition in individuals who are overweight or obese [17, 18]. Consistent moderate-to-vigorous exercise training has been demonstrated to decrease the incidence of cardiovascular disease and premature death in individuals aged 65 years and older [19, 20]. Most studies indicate that engaging in substantial amounts of exercise is linked to positive alterations in body composition, including decreases in weight, body mass index (BMI), visceral fat, and serum lipids [21-24]. In addition, circuit training, which focuses on developing multiple physical strength elements simultaneously for brief intervals, has gained significant attention and may be an appropriate alternative [25].

Although previous studies have shown the potential impacts of vitamin D and calcium supplementation alongside physical activity on body composition and lipid profiles, further investigation is required to understand the potential combined outcomes of these interventions. Accordingly, this study aims to examine the impacts of a combined intervention involving calcium and vitamin D supplementation, along with high-intensity circuit training, on lipid concentrations in overweight elderly individuals.

Materials and Methods

Study subjects and design

The investigation took place in Borujerd City, Iran, from April to November 2021. The sample size was calculated via the Morgan sampling table [26]. A total of 47 elderly subjects were enrolled in this randomized, double-blind, placebo-controlled clinical study via simple random sampling. The individuals were recruited for the study through various methods, including outreach to local physicians, campus flyers, and internet advertisements. The inclusion criteria for this study were individuals of both genders aged over 60 years with 30≥ BMI ≥25 kg/m^2. The participants who had undergone hormone therapy consumed anti-diabetic medications, or taken weight management drugs within the preceding 6 months were excluded from the study. The study excluded individuals who had plans to follow a specific diet or physical activity program during the study period. The subjects who smoked, abused drugs, took vitamin supplements, or had a medical condition or psychological disorder that could limit their engagement in the exercise training program were excluded from the study. The participants who fulfilled the initial inclusion requirements attended a comprehensive orientation program. During this program, the participants received an extensive overview of the study's purpose and procedures. Consent forms were obtained and the participant's background, including health records, was documented.

The individuals were randomly allocated to one of the 4 study groups based on BMI as follows: Group 1: 1000 mg/day calcium+50 000 IU/week vitamin D (n=12); Group 2: 50 000 IU/week vitamin D+1000 mg/day calcium+high-intensity circuit training (n=12); Group 3) High-intensity circuit training+placebo (n=13); and 4) Control (n=10) for 8 weeks (Table 1).

Double-blind administration and compliance monitoring

To ensure double-blind administration, the supplements were dispensed in coded, generic containers. The subjects were asked to return the used containers after each testing phase. Additionally, their compliance with the supplementation protocol was assessed through a post-study questionnaire, which included a compliance statement. In this study, blood specimens were obtained and analyzed prior to the beginning and following the 8 weeks of interventions.

Familiarization and training protocol

Before commencing the 8-week intervention training, the participants underwent a comprehensive familiarization session. During this session, the participants were acquainted with the testing equipment and received detailed instructions on the proper technique for all exercises. The exercise program in this study included the following 12 different types of exercises: squats, static lunges, shoulder bridge, standing single-leg calf raises, push-ups, incline bench push-ups, triceps dips, crunches, side crunches, back raises, step-ups, and side-to-side jumps over skipping rope.

During the first 2 weeks (weeks 1-2), the participants completed one circuit per session, while during weeks 3-4, they completed 2 circuits per session. Meanwhile, during weeks 5-8, they completed 3 circuits per session. The rest periods between exercises (stations) were kept minimal, allowing participants only the necessary time to transit from one station to the next (<15 s). Additionally, the inter-circuit rest period consisted of 3 min of active recovery. The participants performed all exercises using only their body weight. The target for each exercise was to complete 15-20 repetitions. In cases where the participants were unable to perform 15 or 20 repetitions continuously during an exercise, they were granted a short rest period. Following the brief pause, they were encouraged to resume the exercise and complete the remaining repetitions. The high-intensity circuit training program lasted for 8 weeks, with participants exercising 3 times per week. Every session commenced with a 5-min warm-up phase and concluded with a 5-min cool-down period. The control group participants were given instructions to maintain their regular daily activities throughout the study period without engaging in any specific exercise program [27].

The effervescent calcium tablet and its placebo with completely similar coatings and the same weight containing lactose and oral paraffin by Exir Pharma (Broujerd, Iran) and vitamin D supplement and its placebo which consisted of corn starch and Avicel and utterly similar to vitamin D by Exir Pharma Company (Boroujerd, Iran) was administered. During the research period, the study group with supplements received 1000 mg of effervescent calcium tablets at night and 50000 international units of vitamin D per week with food at noon. The supplement+high-intensity circuit training group performed the same method. In addition, they also did 3 sessions of high-intensity circuit training per week. The control group did not undergo any supplementation and refrained from engaging in any form of exercise training for the entire duration of the study, and together with the

supplement and supplement+high-intensity circuit training group, fasting blood specimens were obtained from the participants 48 h before and after taking the supplement and doing the exercise training.

Anthropometric data and blood sample analyses

To assess the body weight and BMI, a body composition analyzer (InBody 570, Korea) was utilized. Height measurements were obtained using a portable stadiometer (InBody, InLab S50, Korea).

Fasting blood specimens were obtained from the participants at the Dr. Hassani Goodarzi Pathobiology Laboratory in Borujerd City, Iran, during the early morning hours following an overnight fast. To ensure prompt processing, the collected specimens were promptly centrifuged at 4°C for 10 min at a force of 2000 g. The resulting plasma and serum were stored in liquid nitrogen for further analysis. Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), total cholesterol (TC), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), and triglyceride (TC) levels were measured using an automated analyzer (CobasC111; Roche Diagnostics, Indianapolis, IN, USA) [28].

Statistical analysis

The Shapiro-Wilk test was utilized to evaluate the normality of the data distribution. To compare the mean differences in BMI, body fat percentage, and lipid profile between the groups, the dependent t-test, one-way analysis of variance (ANOVA), and the Tukey post hoc test were utilized. A significance level of $P \leq 0.05$ was applied to determine the statistical significance in all conducted tests. For statistical analyses, IBM Statistics SPSS software, Version 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was utilized.

Results

Baseline characteristics

The baseline characteristics of the study participants, including demographic information, are presented in Table 1. No statistically significant differences were found among the 4 study groups in any of the assessed baseline characteristics. Statistically significant differences in BMI and body fat percentage were observed among the groups ($P \leq 0.05$), with the D+Ca+T group showing the greatest decrease. According to the results of the Tukey test, significant differences in BMI and body fat percentage were observed at the follow-up between the D+Ca+T, T+P, and D+Ca groups when compared to the control group ($P \leq 0.05$). Furthermore, Table 1 demonstrates a significant reduction in BMI and body fat percentage from pre-test to post-test in the D+Ca+T, T+P, and D+Ca groups ($P \leq 0.05$).

Profile lipid status

Significant differences ($P \leq 0.05$) were observed in plasma HDL, LDL, TC, and TG levels between pre-test and post-test values within each group, regardless of group type. Statistically significant differences between the groups were observed concerning HDL, LDL, TC, and TG levels, with a significance level of $P \leq 0.05$. Among the groups, the D+Ca+T combination group demonstrated the most pronounced alterations in plasma HDL, LDL, TC, and TG levels. The analysis using the Tukey test revealed significant variations in HDL, LDL, TC, and TG levels between the D+Ca+T, T+P, and D+Ca groups compared to the control group, with a significance level of $P \leq 0.05$. Statistically significant alterations in plasma HDL, LDL, TC, and TG levels were noted in the T+P and D +C groups when compared to the D+Ca+T group with a significance level of $P \leq 0.05$. Additionally, the T +P group exhibited significant improvements in HDL, LDL, TC, and TG levels compared to the D+Ca group ($P \leq 0.05$). Statistical analysis using the t tests revealed a notable rise in HDL levels from pre-test to post-test ($P \leq 0.05$) in the D+Ca+T, T+P, and D+Ca groups. Conversely, LDL, TG, and TC levels exhibited a significant reduction ($P \leq 0.05$) in the aforementioned 3 groups, while demonstrating no significant change in the control group ($P \geq 0.05$) (Figure 1).

Discussion

This study aimed to evaluate the effects of a combined intervention involving vitamin D and calcium supplementation and high-intensity circuit training on the lipid profile and body fat of overweight elderly. Significant differences were observed between the groups of D+Ca+T, T+P, and D+Ca when compared to the control group regarding LDL, HDL, TC, TG, and body fat percentage ($P \leq 0.05$), which was the main outcome of this study. The D+Ca+T, T+P, and D+Ca groups showed significant improvements in LDL, HDL, TC, TG, and body fat percentage from the pret-est to the post-test ($P \leq 0.05$). These findings suggest that regular exercise training, particularly at high intensity, combined with vitamin D and calcium supplementation, may have potential benefits for enhancing the lipid profile and reducing body fat in overweight elderly.

Extensive research has been conducted on the influence of calcium and vitamin D intake on body composition. An up-to-date meta-analysis demonstrated a notable negative correlation between calcium consumption and BMI. The

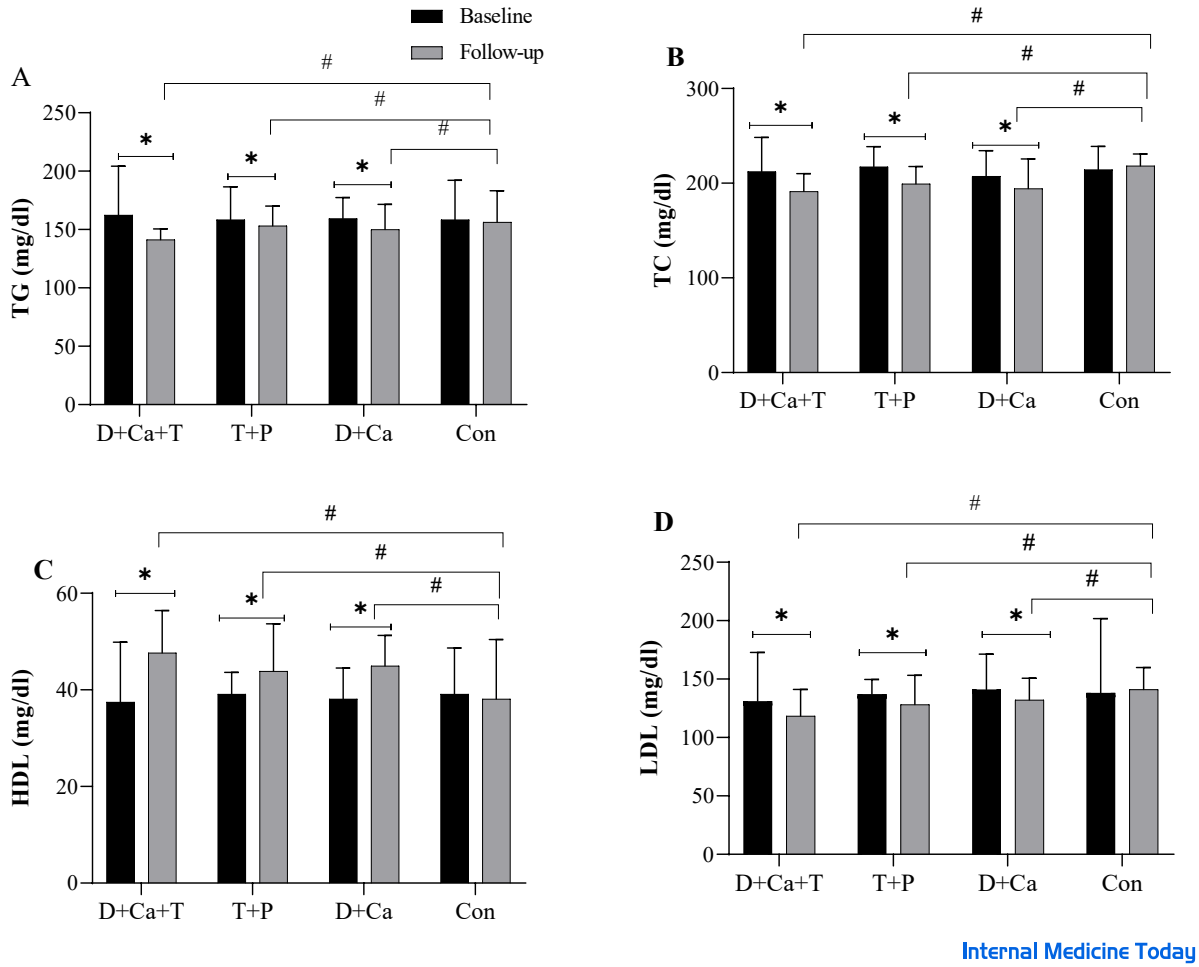


Figure 1. The impact of vitamin D and calcium supplementation in conjunction with high-intensity circuit training on lipid profile in overweight elderly

Abbreviations: D: Vitamin D; Ca: Calcium; T: High-intensity circuit training.

*The results of the statistical analysis revealed a significant difference between the baseline and follow-up measurements, with a significance level of P≤0.05. #At follow-up, the statistical analysis demonstrated a significant distinction between the experimental groups and the control group with the significance level of P≤0.05.

Notes: TG (A), TC (B), HDL (C), and LDL (D) at baseline (black) and after the training periods (gray). The reported data are presented as Mean±SE of the mean. Based on the baseline measurements, the D+Ca+T, T+P, and D+Ca groups exhibited significant improvements in HDL, LDL, TC, and TG levels (P≤0.05).

analysis indicates that an incremental daily intake of 800 mg of calcium may result in a decrease of 1.1 kg/m^2 in BMI [29]. Furthermore, research has demonstrated that calcium supplementation can facilitate weight loss when combined with a reduced-calorie diet and can also prevent weight increase if incorporated into a diet without calorie restrictions [7, 30]. Riedt and colleagues (2007) noted that throughout a weight reduction program, an increased calcium intake of 1800 mg/day was more effective in promoting weight loss over time compared to a moderate calcium intake of 1100 mg/day [31]. A considerable amount of evidence investigates the potential connection of vitamin D levels with various measures of adiposity, demonstrating a substantial negative link of vitamin D with total body fat [16, 25, 32]. In an investigation conducted by Vimaleswaran et al., the relationship between genetic variations, levels of vitamin D in the blood, and BMI was explored by analyzing the data of 42024 participants. The results indicated an inverse correlation between BMI and serum vitamin D levels [33]. An investigation conducted by Major et al. demonstrated that the combined intake of calcium and vitamin D led to a notable reduction in body

Table 1. Anthropometric characteristics of participants

Characteristics	Groups	Mean±SE			
		D+Ca+T	T+P	D+Ca	Control
Age (y		65.37±4.24	61±3.42	63.62±1.42	60.75±3.16
Height (cm)		163.85±7.12	161.82±3.74	165.25±5.28	168±3.2
Weight (kg)	Pre-test	78.37±1.59*	77.25±2.37*	76.87±2.69*	78.12±6.11
	Post-test	73.25±2.65#	74.61±1.75#	75.47±3.62#	78±2.62
BMI (kg/m^2)	Pre-test	29.46±1.02*	29.81±0.93*	28.18±1.13*	27.72±1.75
	Post-test	27.46±2.65#	28.75±2.06#	27.12±1.04#	17.78±2.04
Body fat (%)	Pre-test	38±2.41*	36.10±4.85*	37.10±6.82*	37.20±8.74
	Post-test	33.10±4.42#	32.10±5.85#	36.10±141.57#	36.50±5.48

Internal Medicine Today

Abbreviations: D: Vitamin D; Ca: Calcium; T: High-intensity circuit training; BMI: Body mass index.

Notes: The impact of vitamin D and calcium supplementation in conjunction with high-intensity circuit training on anthropometric characteristics in overweight elderly is shown in Table 1. The reported values are presented as Mean±SE of the mean. The between-groups comparison shows the mean difference between groups at baseline and follow-up measurements.

*The statistical analysis revealed a significant difference between baseline and follow-up measurements, with the value of P≤0.05. #At follow-up, the statistical analysis demonstrated a significant distinction between the experimental and control groups with a value of P≤0.05.

fat among individuals having low calcium intake [16]. Furthermore, Shahar et al. [15] conducted a study indicating that individuals with enhanced calcium consumption and higher blood vitamin D levels were more successful in achieving reduced body weight through dietary interventions over 2 years [15].

There has been limited research on the combined effects of exercise, nutritional supplementation, and dieting on changes in body composition among overweight elderly individuals. An investigation conducted by Wagner et al. examined the impacts of a 12-week dietary program in premenopausal women, which included a-500 kcal restriction exercise 3 times per week, and 800 mg/day of additional calcium intake. The findings indicated that the experimental groups exhibited more substantial weight loss compared to the placebo group [34]. Furthermore, in an investigation by Babaei et al. using animal models, a combination of vitamin D supplementation and aerobic training resulted in significant reductions in overall weight, intra-abdominal fat, BMI, and caloric consumption [35]. Our findings indicated that the concurrent administration of vitamin D and calcium along with high-intensity circuit training led to improvements in adiposity and BMI. However, not all studies have consistently reported these benefits. In an investigation conducted by Holecki et al., the effects of calcium and vitamin D supplementation in conjunction with a 3-month calorie-restricted diet were examined among obese females. The findings indicated no statistically significant additional effects on body weight or reduction of fat stemming from the supplementation [36].

Furthermore, Kerksick et al. observed that at the specified amounts of 800 mg/day of calcium and 800 mg/day of calcium combined with 400 IU/day of vitamin D, there were no additional benefits of the administration of calcium and vitamin D concerning the effects of dietary and exercise interventions on body composition [5]. The differences observed in the effectiveness of weight reduction documented in various studies may be attributed to several factors, including the type of vitamin D and calcium supplementation employed, the duration of the intervention, and the incorporation of exercise. As a result, additional research is warranted to explore the impacts of varying doses of vitamin D and calcium supplementation on body weight reduction and alterations in body composition, considering diverse dietary patterns and exercise routines.

Moreover, our study revealed significant findings indicating that the concurrent implementation of high-intensity circuit training, along with calcium and vitamin D supplementation resulted in a noteworthy decrease in serum levels of TC, TG, and LDL, accompanied by an elevation in HDL among overweight elderly in the D+Ca+T, T+P,

and D+Ca groups. There is a dearth of studies investigating the impacts of combining calcium-vitamin D supplementation with exercise training on lipid profiles. Consistent with the outcomes of our study, a prior investigation documented a notable decrease in serum TG levels in expectant mothers with pre-eclampsia risk who received an everyday dose of 500 mg calcium and 200 IU vitamin D for a duration of 9 weeks. However, no significant impact on other lipid profiles was observed in that study [37]. Moreover, a study conducted over 15 weeks on healthy overweight women revealed that the administration of 600 mg of calcium per day along with 200 IU of vitamin D per day resulted in a significant decrease in serum triglyceride levels [38]. According to the results of a study conducted by Asemi et al., it was determined that 8 weeks of calcium and vitamin D supplementation exhibited favorable impacts on the serum levels of triglycerides and VLDL-cholesterol in women who had a deficiency of vitamin D [39].

Following a 12-week intervention that encompassed both vitamin D supplementation and circuit training, Kim et al. observed significant improvements in abdominal fat distribution and blood lipid profiles in older women diagnosed with Type 2 diabetes and exhibiting vitamin D deficiency [25]. In our study, significant enhancements in blood lipid profiles were observed in the D+Ca+T, T+P, and D+Ca intervention groups, with the most notable improvements observed in the 2 groups that participated in circuit training. Additionally, Sung and Bae conducted a study demonstrating that older men with diabetes who engaged in walking exercise for 50 min per day, 3 times a week, at an intensity of 65%-75% of their HRmax over 24 weeks experienced significant reductions in TC and TG levels [40]. Furthermore, a study conducted by Greene et al. revealed that individuals of middle age and with obesity who engaged in endurance exercise three times per week for 12 weeks at 70% of their maximum oxygen consumption experienced noteworthy enhancements in their HDL-C levels and significant decreases in their LDL-C levels [41].

The potential positive impacts of calcium and vitamin D supplementation on lipid profile and body fat can be attributed to several mechanisms. Calcium has been demonstrated to regulate adipogenesis, influence fat metabolism by reducing lipogenesis and increasing lipolysis, stimulate adipocyte proliferation and or apoptosis, enhance thermogenesis by activating brown adipose tissue (BAT), and induce browning of white adipose tissue (WAT), inhibit dietary fat assimilation, and promote the excretion of fat in the stool via the creation of insoluble calcium-fatty complexes in the gastrointestinal tract. Additionally, calcium may also alter the structure and diversity of the intestinal microbiota, further contributing to its potential anti-obesity effects [42]. Emerging evidence suggests that regulating adipocyte number through the stimulation of apoptotic cell death may be a viable approach for preventing and treating obesity, and calcium has been implicated in this process [43]. Studies have demonstrated that elevated intracellular Ca^{2+} levels can induce apoptotic cell death, and this mechanism is applicable to mature adipocytes [44]. In an investigation, it was discovered that mice with diet-induced obesity exhibited a remarkable decrease in adiposity upon exposure to an amalgamation of elevated vitamin D levels and increased calcium intake. This remarkable phenomenon was attributed to the activation of the apoptotic pathway mediated by Ca^{2+} within their adipose tissue, providing compelling evidence for the potential regulatory role of this pathway in adiposity control [45]. Numerous scientific investigations have substantiated the pivotal role of sarco/endoplasmic reticulum Ca^{2+}-ATPase 2b (SERCA2b)-mediated calcium cycling in the regulation of thermogenesis specifically within beige adipocytes. These findings strongly suggest an intriguing correlation between calcium signaling and the intricate process of WAT browning [46]. Furthermore, emerging evidence suggests that the heightened thermogenic potential of brown adipocytes, induced by calcium signaling, can be attributed to the stimulation of mitochondrial fusion and the establishment of intricate contacts between mitochondria and the endoplasmic reticulum [47]. Additionally, it has been demonstrated that heightened intracellular calcium concentrations in the liver lead to the activation of microsomal triglyceride transfer protein. This crucial protein plays a significant role in the production and secretion of VLDL, ultimately leading to a notable decrease in serum triglyceride and VLDL-cholesterol levels [48]. Furthermore, scientific investigations have revealed that the signaling pathway of vitamin D exhibits favorable impacts on the expression of genes linked to lipolysis and thermogenesis in adipose tissue [5]. Research has elucidated the multifaceted involvement of 1,25(OH)2D3 in the control of adipocyte apoptosis and differentiation. Studies have demonstrated the suppressive effects of 1,25(OH)2D3 on adipogenesis in 3T3-L1 cells, effectively impeding their transformation into fully mature adipocytes [49]. This intricate mechanism entails the stimulation of *PPARγ* expression while concurrently suppressing the transcriptional regulator known as CCAAT-enhancer-binding protein [50].

Our research presents both limitations and notable strengths. Firstly, our study did not explore the extended-term implications of administering calcium and vitamin D supplements, which could yield more profound outcomes.

Additionally, the limited sample size utilized in our investigation may have constrained our ability to detect subtle distinctions between groups. Nevertheless, further inquiry is imperative to unravel the precise mechanisms through which vitamin D and calcium influence insulin resistance in individuals who are overweight or obese.

Conclusion

Our findings underscore the significant impacts of combining vitamin D and calcium supplementation with high-intensity circuit training on body composition and lipid profile improvement in overweight elderly. Existing evidence indicates a direct association between enhanced calcium intake and elevated levels of fat oxidation, while the signaling pathway of vitamin D has been linked to heightened thermogenic activity.

Consent to participate

All participants in the study provided informed consent before their involvement.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All experiments on human participants were in accordance with the ethical guidelines of the Ethics Committee of the Sport Sciences Research Institute (Code: IR.SSRI.REC.2109.1274) and the 1964 Helsinki Declaration.

Funding

This article was extracted from the master's thesis of Maryam Dalirani approved by the Department of Exercise Physiology, University of Tehran. This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

Study design and final approval: All authors; Data collection: Maryam Dalirani and Mohammadreza Kordi; Writing: Maryam Dalirani; Review and editing: Abbas Ali Gaeini and Mohammadreza Kordi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflicts of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants in this study for their cooperation

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر مکمل ویتامینD و کلسیم همراه با تمرینات دایره‌ای با شدت بالا بر وضعیت لیپید و چربی بدن در افراد مسن دارای اضافه وزن

مریم دلیرانی[۱]، عباسعلی گائینی[۱]*، محمدرضا کردی[۱]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Dalirani M, Gaeini AA, Kordi M. [Investigating the Effect of Vitamin D and Calcium Supplementation Along With High-intensity Circuit Training on Lipid Profile and Body Fat in Overweight Elderly (Persian)]. Internal Medicine Today. 2022; 28(4):478-497. https://doi.org/10.32598/hms.28.4.3855.1

https://doi.org/10.32598/hms.28.4.3855.1

تاریخ دریافت: ۲۸ بهمن ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۱۸ اسفند ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۰۹ مهر ۱۴۰۱

چکیده

اهداف تغییرات در سبک زندگی، مانند اصلاح رژیم غذایی و تمرین های ورزشی، برای مدیریت اختلال چربی (دیس لیپیدمی) بسیار توصیه می شود. هدف از این مطالعه بررسی آثار ترکیبی تمرین دایره‌ای خیلی شدید و مکمل‌های ویتامینD و کلسیم بر چربی بدن و نیمرخ لیپیدی پلاسما در سالمندان دارای اضافه وزن بود.

مواد و روش ها ۴۷ سالمند به‌صورت تصادفی در ۴ گروه بر اساس میزان شاخص توده بدنی بدین صورت طبقه بندی شدند: گروه ویتامین D+کلسیم+تمرین دایره‌ای خیلی شدید (n=۱۲)؛ گروه تمرین دایره‌ای خیلی شدید+دارونما (n=۱۳)؛ گروه ویتامینD+کلسیم (n=۱۲)؛ و گروه کنترل (n=۱۰). آزمودنی‌های گروه ویتامینD+کلسیم، ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامینD در هفته و ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم در روز به مدت ۸ هفته دریافت کردند. آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرینی ۳ بار در هفته به مدت ۸ هفته به تمرینات ورزشی پرداختند. آزمودنی‌های گروه ویتامینD+کلسیم+تمرین دایره‌ای خیلی شدید در هر دو مداخله شرکت کردند. از گروه کنترل خواسته شد تا فعالیت‌های روزمره خود را در طول مدت مطالعه حفظ کنند. مقادیر چربی بدن و لیپید خون در ابتدای مطالعه و پس از مداخله ۸ هفته‌ای ارزیابی شد.

یافته ها گروه‌های ویتامینD+کلسیم+تمرین دایره‌ای خیلی شدید، تمرین دایره‌ای خیلی شدید+دارونما و گروه ویتامینD+کلسیم کاهش معناداری در درصد چربی بدن نشان دادند ($P\leq ۰/۰۵$)، درحالی‌که هیچ‌گونه تغییر معناداری در گروه کنترل مشاهده نشد. به‌علاوه، شاخص‌های لیپوپروتئین با چگالی بالا، تری گلیسیرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین با چگالی پایین در گروه‌های ویتامین D+کلسیم+تمرین دایره‌ای خیلی شدید، تمرین دایره‌ای خیلی شدید+دارونما و گروه ویتامینD+کلسیم به‌طور معناداری بهبود یافتند ($P\leq ۰/۰۵$). این در حالیست که هیچ‌گونه تغییر معناداری در این متغیرها در گروه کنترل مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری یافته‌ها نشان دادند تمرین دایره‌ای خیلی شدید، ویتامینD و کلسیم تأثیر مثبتی بر چربی بدن و نیمرخ لیپیدی خون در سالمندان دارای اضافه وزن دارد. به‌علاوه، مکمل‌های ویتامینD و کلسیم در ترکیب با تمرین ورزشی مؤثر بودند.

کلیدواژه‌ها:
تمرین دایره‌ای با شدت بالا، ویتامینD، کلسیم، افراد مسن، مکمل

* نویسنده مسئول:
عباسعلی گائینی
نشانی: تهران، دانشگاه تهران، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.
تلفن: ۳۳۵۱۸۷۲ (۹۱۲) ۹۸+
پست الکترونیکی: aagaeini@ut.ac.ir

مقدمه

وقوع بالای افزایش وزن و چاقی به‌عنوان یکی از مشکلات مهم دنیا ظهور پیدا کرده و بر زندگی حدود ۱/۵ میلیارد نفر، معادل یک‌پنجم جمعیت جهان تأثیر گذاشته است [۱]. طبق گزارشی در سال ۲۰۱۹، پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد نیمی از جمعیت افراد بالغ آمریکا تا سال ۲۰۳۰ از افزایش وزن رنج خواهند برد [۲]. شیوع اضافه وزن و چاقی در سالمندان به‌دلیل ارتباط آن‌ها با افزایش خطر بیماری‌های مختلف، ازجمله فشارخون بالا، بیماری‌های قلبی، اختلالات سوخت‌وساز، مقادیر غیرطبیعی لیپید، اختلالات اسکلتی-عضلانی، شکل‌های خاص سرطان [۳] و همچنین شروع سریع بیماری و محدودیت در توانایی‌های فیزیکی به یک نگرانی بهداشت عمومی مهم در سراسر جهان تبدیل شده است [۴]. علی‌رغم یافته‌های سازمان بهداشت جهانی[1] مبنی بر این که کشورهای با اقتصاد پیشرفته دارای امید به زندگی نزدیک به ۸۰ سال هستند. شروع و پیشرفت عوارض سلامتی مرتبط با چاقی می‌تواند با ورود افراد به دهه پنجم زندگی آغاز شود و به سرعت پیشرفت کند [۵]. درنتیجه، پژوهش‌های علمی گسترده‌ای بر توسعه مداخلات برای کاهش میزان چاقی، به‌ویژه در سالمندان که به‌طور خاص مستعد ابتلا به این بیماری هستند، متمرکز شده است.

شواهد گسترده حاکی از حضور هم‌زمان دریافت ناکافی کلسیم، مقادیر پایین ویتامین D، چاقی و بیماری‌های مزمن غیرواگیر می‌باشد [۵]. این چهارچوب راهبردی عملی برای افراد ارائه می دهد. چندین مطالعه نشان می‌دهد کلسیم ممکن است در کنترل وزن بدن نقش داشته باشد، همان‌طورکه پژوهش‌ها نشان می‌دهد رژیم غذایی غنی از کلسیم می‌تواند از تجمع لیپیدها در سلول‌های چربی جلوگیری کند و در صورت مصرف کالری بالا از افزایش وزن جلوگیری کند [۶، ۷]. به‌علاوه، افزایش پروتئین‌های جداکننده که منجر به افزایش اکسیداسیون چربی و گرمازایی می‌شوند، ممکن است در کاهش قابل توجه وزن و چربی بدن که پس از مصرف مکمل‌های کلسیم مشاهده می‌شود، نقش داشته باشند [۸]. از سویی، افراد با مقادیر ناکافی کلسیم ممکن است برای برآوردن نیازهای کلسیم خود، انتخاب‌های ضعیفی در رژیم غذایی داشته باشند که به افزایش دریافت انرژی منجر می‌شود. مطالعه‌ای نشان داده است مصرف مکمل شیر حاوی ۱۲۰۰ میلی‌گرم کلسیم در روز در طول مدت کاهش وزن باعث کاهش گرسنگی و اشتها می‌شود و همچنین تمایل به دریافت انرژی و چربی کمتر را نشان می‌دهد [۹]. مچنین پژوهش‌ها به توانایی کلسیم در سرکوب احساس گرسنگی در کاهش وزن کوتاه مدت اشاره کرده است [۱۰].

مقادیر ناکافی ویتامین D ممکن است در افزایش تمایز سلول‌های پیش‌ساز چربی به سلول‌های چربی نقش داشته باشد. تأثیر ویتامین D بر تنظیم انرژی به‌شدت توسط پژوهش‌های انجام‌شده بر مدل‌های حیوانی که فاقد گیرنده ویتامین D هستند، پشتیبانی می‌شود [۱۱]. باوجوداین، پژوهش‌ها در مورد تأثیر ویتامین D بر مصرف انرژی و اکسیداسیون چربی در انسان نتایج غیرقطعی ارائه کرده است [۱۲، ۱۳]. وهرو همکاران نشان داده‌اند زنانی که ۲۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D در هفته به‌مدت ۲۴ هفته مصرف کرده‌اند، بهبود چشمگیری در سوخت وساز گلوکز، مقادیر تری گلیسیرید، میزان استروژن و تنظیم چرخه‌های قاعدگی داشته‌اند [۱۴]. یک مطالعه مداخله‌ای ۲ ساله نشان داده است افزایش مصرف کلسیم از محصولات لبنی و افزایش میزان ویتامین D سرم با کاهش وزن بیشتر در پاسخ به تغییرات رژیم غذایی ارتباط دارد که یک یافته قابل توجه است [۱۵]. همچنین شواهد بیشتر از مزایای احتمالی مکمل کلسیم و ویتامین D در کاهش چربی حمایت می‌کنند [۱۶].

مشابه تأثیر مصرف ویتامین D و کلسیم، تمرین ورزشی به‌عنوان روشی مؤثر برای بهبود ترکیب بدن در افراد دارای اضافه وزن یا چاق شناخته شده است [۱۷، ۱۸]. نشان داده شده است تمرین ورزشی مداوم با شدت متوسط تا شدید باعث کاهش بروز بیماری‌های قلبی‌عروقی و مرگ زودرس در افراد ۶۵ سال و بالاتر می‌شود [۱۹، ۲۰]. اغلب مطالعات نشان داده‌اند انجام مقادیر قابل توجهی از تمرین ورزشی با تغییرات مثبت در ترکیب بدن، از جمله کاهش وزن، شاخص توده بدن، چربی احشایی و چربی‌های سرم مرتبط است [۲۱-۲۴]. به‌علاوه، تمرین دایره‌ای، که بر توسعه چند عنصر قدرت بدنی به‌طور هم‌زمان برای مدت زمان‌های کوتاه تمرکز دارد، توجه بسیاری را به خود جلب کرده است و ممکن است جایگزین مناسبی باشد [۲۵].

اگرچه مطالعات قبلی آثار بالقوه مکمل‌های ویتامین D و کلسیم، در کنار فعالیت بدنی، بر ترکیب بدن و نیمرخ لیپیدی را نشان داده‌اند، پژوهش‌های بیشتری برای درک نتایج ترکیب بالقوه این مداخلات مورد نیاز است. بنابراین، این مطالعه به دنبال بررسی تأثیر یک مداخله ترکیبی شامل مکمل‌های کلسیم و ویتامین D، همراه با تمرین دایره‌ای خیلی شدید بر نیمرخ لیپیدی در سالمندان دارای اضافه وزن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

افراد و طراحی مطالعه

این پژوهش از فروردین تا آبان سال ۱۴۰۰ در بروجرد انجام شد. حجم نمونه از طریق جدول نمونه‌گیری مورگان محاسبه شد [۲۶]. ۴۷ سالمند در این مطالعه بالینی تصادفی، دوسوکور و کنترل‌شده با دارونما به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده وارد

1. World Health Organization (WHO)

شدند. افراد برای مطالعه از طریق روش‌های مختلف مثل ارتباط با پزشکان محلی، آگهی‌های دانشگاه و تبلیغات اینترنتی، انتخاب شدند. معیارهای ورود به این مطالعه، افراد از هر دو جنسیت با سن بیش از ۶۰ سال و شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع بودند. شرکت‌کنندگانی که در ۶ ماه گذشته تحت هورمون درمانی قرار گرفته بودند، داروهای ضددیابت یا داروهای کنترل وزن مصرف کرده بودند، از مطالعه حذف شدند. این مطالعه افرادی را که برنامه‌هایی برای پیروی از یک رژیم غذایی یا برنامه فعالیت بدنی خاصی در طول دوره مطالعه داشتند، حذف کرد. افرادی که سیگار می‌کشیدند، موادمخدر مصرف می‌کردند، مکمل‌های ویتامین مصرف می‌کردند یا دارای یک وضعیت پزشکی یا اختلال روان‌شناختی بودند که می‌توانست مشارکت آن‌ها را در برنامه تمرین ورزشی محدود کند، از مطالعه حذف شدند. شرکت‌کنندگانی که معیارهای ورود اولیه را داشتند در یک برنامه آشنایی جامع شرکت کردند. در طول این برنامه، شرکت‌کنندگان یک مرور کلی از هدف و روش‌های مطالعه دریافت کردند. فرم‌های رضایت دریافت شد و سوابق شرکت‌کننده، از جمله سوابق سلامت، ثبت شد.

افراد براساس شاخص توده بدنی[2] به‌صورت تصادفی به یکی از ۴ گروه مطالعه به‌مدت ۸ هفته مطابق جدول شماره ۱ به شرح زیر تقسیم شدند:

گروه ۱: ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم در روز+۵۰۰۰۰ بین‌المللی ویتامین D در هفته (۱۲ نفر)؛

گروه ۲: ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم در روز+۵۰۰۰۰ بین‌المللی ویتامین D در هفته+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا (۱۲ نفر)؛

گروه ۳: تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما (۱۳ نفر)؛

گروه۴: گروه کنترل (۱۰نفر).

مطالعه دوسوکور و پایش انطباق

برای اطمینان از تجویز دوسوکور، مکمل‌ها در ظروف کدگذاری‌شده و عمومی توزیع شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا ظروف استفاده‌شده را پس از اتمام هر مرحله آزمایش بازگردانند. به‌علاوه، انطباق آن‌ها با پروتکل مکمل از طریق پرسش‌نامه‌ای پس از مطالعه که شامل یک بیانیه انطباق بود، ارزیابی شد.

این مطالعه تأییدیه اخلاقی را از کارگروه اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی دریافت کرد و همه دستورالعمل‌های اخلاقی مربوط به افراد انسانی به اصول اعلامیه هلسینکی متعهد بودند. در این مطالعه، نمونه‌های خونی قبل از شروع و بعد از ۸ هفته مداخله گرفته شد و تجزیه‌وتحلیل شدند.

آشنایی و پروتکل‌های تمرینی

قبل از شروع تمرین مداخله ۸ هفته‌ای، شرکت‌کنندگان در یک جلسه آشنایی جامع شرکت کردند. در این جلسه شرکت‌کنندگان با تجهیزات تست آشنا شدند و آموزش‌های دقیقی در مورد تکنیک مناسب برای تمامی تمرین‌ها دریافت کردند. برنامه تمرینی در این مطالعه شامل ۱۲ نوع تمرین مختلف بود که عبارت‌اند از: اسکات، لانج ایستا، پل شانه، بلند کردن ساق پای تکی ایستاده، شنا سوئدی، شنا سوئدی روی نیمکت شیب دار، دیپ سه سر بازو، کرانچ شکمی، کرانچ از پهلو، بالا بردن پشت، بالا و پایین رفتن از پله، و پرش‌های پهلو به پهلو از روی طناب پرش.

در طول ۲ هفته اول (هفته‌های ۱ تا ۲)، شرکت‌کنندگان در هر جلسه یک دایره تمرینی را تکمیل کردند، درحالی‌که در هفته‌های ۳ تا ۴، دو دایره تمرینی در هر جلسه و در هفته‌های ۵ تا ۸، سه دایره تمرینی در هر جلسه را تکمیل کردند. زمان‌های استراحت بین تمرین‌ها (ایستگاه‌ها) حداقل نگهداشته شد و به شرکت‌کنندگان فقط زمان لازم برای انتقال از یک ایستگاه به ایستگاه بعدی (کمتر از ۱۵ ثانیه) را می‌داد. به‌علاوه، زمان استراحت بین دایره‌ای شامل ۳ دقیقه ریکاوری فعال بود. شرکت‌کنندگان تمام تمرین‌ها را تنها با استفاده از وزن بدن خود انجام دادند. هدف برای هر تمرین تکمیل ۱۵ تا ۲۰ تکرار بود. در مواردی که شرکت‌کنندگان قادر به انجام ۱۵ تا ۲۰ تکرار مداوم در طول تمرین نبودند، یک زمان استراحت کوتاه به آن‌ها داده می‌شد. پس از مکث کوتاه، آن‌ها تشویق شدند که تمرین را از سر بگیرند و تکرارهای باقیمانده را با موفقیت انجام دهند. برنامه تمرین دایره‌ای خیلی شدید به مدت ۸ هفته به طول انجامید و شرکت‌کنندگان ۳ بار در هفته تمرین کردند. هر جلسه با یک مرحله گرم کردن ۵ دقیقه ای شروع شد و با یک دوره سرد کردن ۵ دقیقه ای به پایان رسید. به شرکت‌کنندگان گروه کنترل آموزش‌هایی داده شد که فعالیت‌های روزانه منظم خود را در طول دوره مطالعه بدون شرکت در هیچ برنامه تمرینی خاصی حفظ کنند [۲۷].

قرص کلسیم جوشان و دارونمای آن با پوشش‌های کاملاً مشابه و وزن یکسان حاوی لاکتوز و پارافین خوراکی توسط شرکت داروسازی اکسیر (بروجرد، ایران) و مکمل ویتامین D و دارونمای آن که شامل نشاسته ذرت و آویسل و کاملاً مشابه ویتامین D است، توسط شرکت داروسازی اکسیر (بروجرد، ایران) تولید شد. در طول دوره پژوهش، گروه مکمل ۱۰۰۰ میلی‌گرم قرص کلسیم جوشان در شب و ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D در هفته با غذا در ظهر دریافت کردند. گروه تمرین دایره‌ای خیلی شدید+مکمل نیز همین روش را اجرا کردند. به‌علاوه، آن‌ها سه جلسه تمرین دایره‌ای خیلی شدید در هفته انجام دادند و گروه کنترل تحت هیچ مکملی قرار نگرفتند و از شرکت در هر نوع

2. Body Mass Index (BMI)

تمرین ورزشی برای کل مدت مطالعه خودداری کردند و همراه با گروه تمرین دایره‌ای خیلی شدید+مکمل و مکمل، نمونه‌های خون ناشتا ۴۸ ساعت قبل و بعد از مصرف مکمل و انجام تمرین ورزشی از آن‌ها گرفته شد.

داده‌های پیکرسنجی و تحلیل نمونه خون

برای ارزیابی وزن بدن و شاخص توده بدن، از یک تحلیل‌گر ترکیب بدن (InBody 570, Korea) استفاده شد. ازسوی دیگر، اندازه‌گیری قد با استفاده از یک قدسنج قابل حمل (InBody, InLab S50, Korea) به دست آمد.

نمونه‌های خون ناشتا از شرکت‌کنندگان در آزمایشگاه دکتر حسنی گودرزی در شهر بروجرد در ساعات اولیه صبح گرفته شد. برای اطمینان از پردازش سریع، نمونه‌های جمع‌آوری‌شده به‌سرعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰ دقیقه و با نیروی g ۲۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. پلاسما و سرم به‌دست‌آمده در نیتروژن مایع برای تجزیه‌وتحلیل بیشتر نگهداری شدند. لیپوپروتئین با چگالی بالا[3]، کلسترول تام[4]، لیپوپروتئین با چگالی پایین[5] و تری‌گلیسیرید[6] به‌وسیله یک تحلیل‌گر خودکار[7] اندازه‌گیری شدند [۲۸].

تحلیل‌های آماری

نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک[8] تأیید شد و از آزمون‌های تی زوجی[9]، تحلیل واریانس یک‌طرفه[10] و آزمون‌ها تعقیبی توکی[11] برای مقایسه میانگین تغییرات در شاخص توده بدن، درصد چربی بدن و نیمرخ لیپیدی در گروه‌ها استفاده شد. سطح معناداری P<۰/۰۵ برای تعیین معناداری آماری در تمام آزمون‌های انجام‌شده اعمال شد. برای تجزیه‌وتحلیل‌های آماری، از نسخه ۲۱ نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های پایه

ویژگی‌های پایه شرکت‌کنندگان در مطالعه، ازجمله اطلاعات جمعیت‌شناختی، در جدول شماره ۱ ارائه شده است. تأثیر مکمل‌های ویتامین D و کلسیم همراه با تمرین دایره‌ای خیلی شدید بر ویژگی‌های پیکرسنجی سالمندان دارای اضافه وزن در این جدول نشان داده شده است. مقادیر گزارش‌شده به‌صورت میانگین و انحراف‌معیار ارائه شده است. مقایسه بین گروه‌ها، تفاوت میانگین بین گروه‌ها را در اندازه‌گیری‌های پایه و پیگیری نشان می‌دهد. هیچ تفاوت آماری معناداری در میان چهار گروه در هیچ‌یک از ویژگی‌های پایه ارزیابی‌شده یافت نشد. تفاوت آماری معناداری در شاخص توده بدن و درصد چربی بدن در بین گروه‌ها مشاهده شد (P<۰/۰۵) که گروه تأثیر ویتامین D و مکمل کلسیم همراه با تمرینات دایره‌ای با شدت بالا بیشترین کاهش را نشان داد. براساس نتایج آزمون توکی، تفاوت معناداری در شاخص توده بدن و درصد چربی بدن در پیگیری بین گروه‌های ویتامین D+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا، تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما و ویتامین D+کلسیم در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد (P<۰/۰۵). به‌علاوه، جدول شماره ۱ کاهش معناداری در شاخص توده بدن و درصد چربی بدن از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه‌هاویتامین D+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا، تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما و ویتامین D+کلسیم نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

وضعیت مشخصات لیپید

تتجزیه‌وتحلیل مقادیر کلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالی پایین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و تری‌گلیسیرید پلاسما نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین مقادیر پیش و پس آزمون برای هر گروه، بدون توجه به نوع گروه بود (P<۰/۰۵). تفاوت آماری معناداری بین گروه ها در رابطه با مقادیرکلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالی پایین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و تری‌گلیسیرید با سطح معناداری (P<۰/۰۵) مشاهده شد. گروهی که ترکیبی از ویتامین D، کلسیم و تمرین دایره‌ای خیلی شدید را دریافت کردند، بیشترین تغییرات را در مقادیر کلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالی پایین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و تری‌گلیسیرید پلاسما نشان دادند. باتوجه‌به نتایج آزمون توکی، تفاوت معناداری در مقادیرکلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالی پایین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و تری‌گلیسیرید در گروه‌های ویتامین D+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا، تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما و ویتامین D+کلسیم نسبت به گروه کنترل با سطح معناداری (P<۰/۰۵)مشاهده شد.

تغییرات آماری معناداری در مقادیر کلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالی پایین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و تری‌گلیسیرید پلاسما در گروه‌های گروه‌های تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما و ویتامین D+کلسیم در مقایسه با گروه ویتامین D+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا با سطح معناداری (P<۰/۰۵) مشاهده شد. به علاوه، گروه مرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما بهبود معناداری در مقادیر کلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالی پایین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و تری‌گلیسیرید در مقایسه با گروه ویتامین D+کلسیم

3. High Density Lipoprotein, Cholesterol (LHL-C)
4. Total Cholesterol (TC)
5. Low Density Lipoprotein, Cholesterol (LDL-C)
6. Triglyceride (TG) High
7. (Cobas C111; Roche DiagnosTic, InDianaPolis, IN, USA)
8. Shapiro-Wilk Test
9. Paired t-test
10. One-way ANOVA (ONOVA)
11. Tukey

جدول ۱. ویژگی‌های پیکرسنجی شرکت‌کنندگان

ویژگی‌های پیکرسنجی	گروه	میانگین±انحراف‌معیار			
		ویتامین D+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا	تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما	ویتامین D+کلسیم	کنترل
سن (سال)		۶۵/۳۷±۴/۲۴	۶۱±۳/۴۲	۶۳/۶۲±۱/۴۲	۶۰/۷۵±۳/۱۶
قد (سانتی‌متر)		۱۶۳/۸۵±۷/۱۲	۱۶۱/۸۲±۳/۷۴	۱۶۵/۲۵±۵/۲۸	۱۶۸±۳/۲۰
وزن (کیلوگرم)	پیش از آزمایش	۷۸/۳۷±۱/۵۹*	۷/۲۵±۲/۳۷*	±۷۶/۸۷±۲/۶۹*	۷۸/۱۲±۶/۱۱
	پس از آزمایش	۷۳/۲۵±۲/۶۵#	۷۴/۶۱±۱/۷۵#	۷۵/۴۷±۳/۶۴#	۷۸±۲/۶۲
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش از آزمایش	۲۹/۴۶±۱/۰۲*	۲۹/۸۱±۰/۹۳*	۲۸/۱۸±۱/۱۳*	۲۷/۷۲±۱/۷۵
	پس از آزمایش	۲۷/۴۶±۲/۶۵#	۲۸/۷۵±۲/۰۶#	۲۷/۱۲±۱/۰۴#	۱۷/۷۸±۲/۰۴
چربی بدن (درصد)	پیش از آزمایش	۳۸±۲/۴۱*	۳۶/۱۰±۴/۸۵*	۳۷/۱۰±۶/۸۲*	۳۶/۲۰±۸/۷۴
	پس از آزمایش	۳۳/۱۰±۴/۴۲#	۳۲/۱۰±۵/۸۵#	۳۶/۱۰±۱۴۱/۵۷#	۳۶/۵۰±۵/۴۸

* تحلیل آماری نشان‌دهنده تفاوت معناداری میان مبنا و اندازه‌ها در پیگیری با در نظر گرفتن P<۰/۰۵ می‌باشد.

در زمان پیگیری، تحلیل آماری نشان‌دهنده تمایز چشمگیری میان گروه‌های آزمایشی و کنترل با در نظر گرفتن P<۰/۰۵ است.

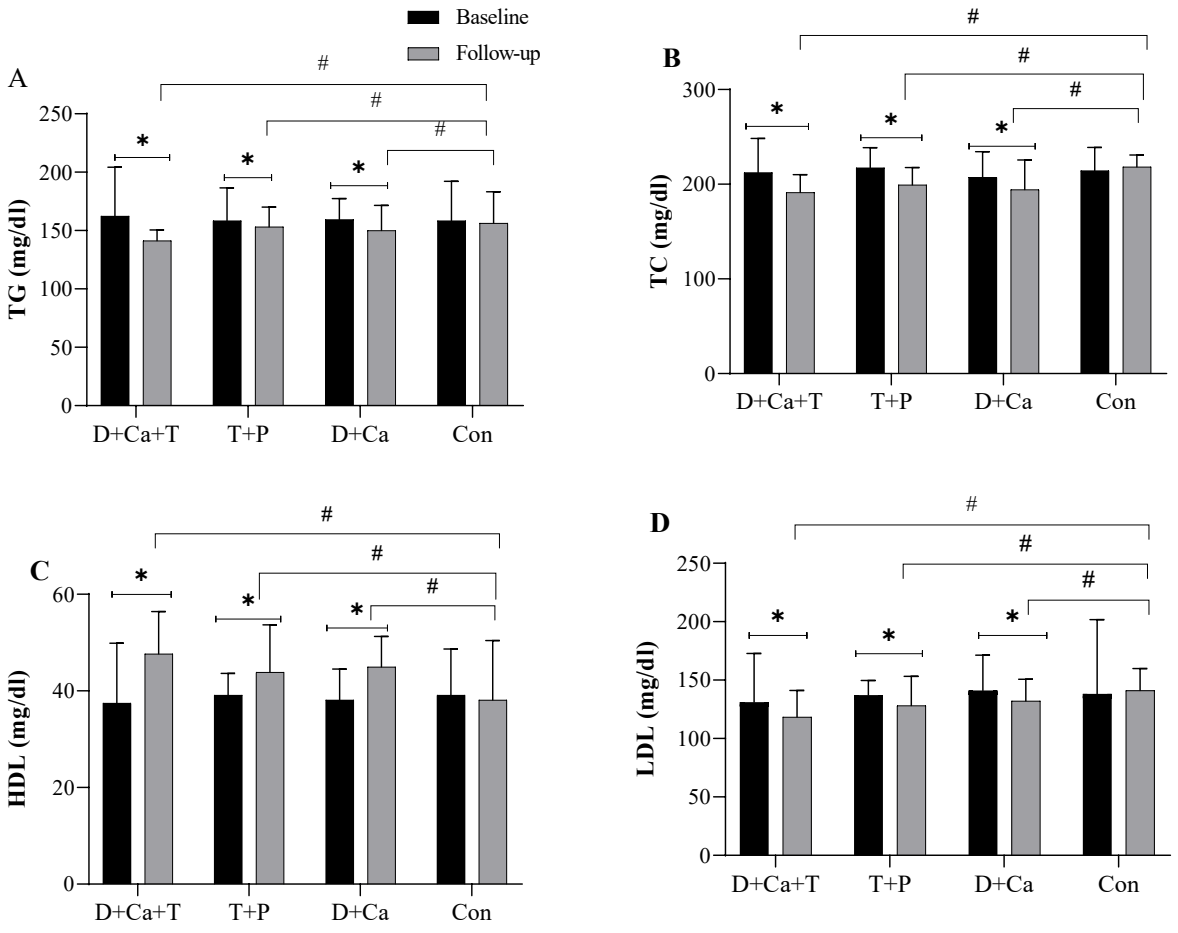
نشان داد (P<۰/۰۵). نتایج آزمون تی نشان‌دهنده افزایش معنادار آماری در مقادیر لیپوپروتئین با چگالی بالا از پیش تا پس‌آزمون (P<۰/۰۵) در بین گروه‌های ویتامین D+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا، تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما و ویتامین D+کلسیم بود. برعکس، مقادیر تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین با چگالی پایین و کلسترول تام کاهش آماری معناداری (P<۰/۰۵) در همان ۳ گروه نشان دادند، درحالی‌که در گروه کنترل بدون تغییر باقی ماندند (P<۰/۰۵) (تصویر شماره ۱).

بحث

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر یک مداخله ترکیبی شامل مکمل‌های ویتامین D و کلسیم و تمرین دایره‌ای خیلی شدید بر نیمرخ لیپیدی و چربی بدن سالمندان دارای اضافه وزن انجام شد. تفاوت معناداری بین گروه‌های ویتامین D+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا، تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما و ویتامین D+کلسیم در مقایسه با گروه کنترل ازنظر کلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالی پایین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و تری‌گلیسیرید و درصد چربی بدن مشاهده شد (P<۰/۰۵) که پیامد اصلی مطالعه بود. گروه‌های ویتامین D+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا، تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما و ویتامین D+کلسیم بهبود معناداری در کلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالی پایین، لیپوپروتئین با چگالی بالا و تری‌گلیسیرید و درصد چربی بدن از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون نشان دادند (P<۰/۰۵). این یافته ها نشان می‌دهد تمرین ورزشی منظم به‌ویژه با شدت بالا همراه با مکمل‌های ویتامین D و کلسیم ممکن است مزایای بالقوه‌ای برای بهبود نیمرخ لیپیدی و کاهش چربی بدن در سالمندان دارای اضافه وزن داشته باشد.

تحقیقات گسترده‌ای در مورد تأثیر مصرف کلسیم و ویتامین D بر ترکیب بدن انجام شده است. اخیراً یک مطالعه فراتحلیل، ارتباط منفی معناداری را بین مصرف کلسیم و شاخص توده بدن نشان داد. تجزیه‌وتحلیل نشان می‌دهد افزایش روزانه ۸۰۰ میلی‌گرم کلسیم ممکن است به کاهش ۱/۱ کیلوگرم بر متر مربع در شاخص توده بدن منجر شود [۲۹]. به‌علاوه، پژوهش‌ها نشان داده است مکمل کلسیم می‌تواند کاهش وزن را در صورت ترکیب با رژیم غذایی کم کالری تسهیل کند و همچنین از افزایش وزن در صورت اضافه شدن به یک رژیم غذایی بدون محدودیت کالری جلوگیری کند [۷، ۳۰].

رایدت و همکاران نشان دادند که در طول یک برنامه کاهش وزن، افزایش دریافت کلسیم ۱۸۰۰ میلی‌گرم در روز در مقایسه با مصرف متوسط کلسیم ۱۱۰۰ میلی‌گرم در روز در کاهش وزن در طول زمان مؤثرتر بود [۳۱].تعداد قابل توجهی از شواهد، ارتباط بالقوه مقادیر ویتامین D با معیارهای مختلف چاقی را بررسی می‌کنند و نشان می‌دهند ارتباط منفی معناداری بین ویتامین D و کل چربی بدن وجود دارد [۱۶، ۲۵، ۳۲]. در پژوهشی که ویمالسواران و همکاران انجام دادند، رابطه بین تغییرات ژنتیکی، مقادیر ویتامین D در خون و شاخص توده بدن با تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۴۲۰۲۴ شرکت‌کننده بررسی شد. نتایج نشان‌دهنده همبستگی معکوس بین شاخص توده بدن و مقادیر سرمی ویتامین D بود [۳۳].



طب داخلی روز

تصویر ۱. تأثیر ویتامین D و مکمل کلسیم همراه با تمرینات دایره‌ای با شدت بالا بر مشخصات لیپیدی در افراد مسن دارای اضافه وزن

نکته: TG (A), TC (B), HDL (C), anD LDL (D) در مبنا به رنگ سیاه و پس از دوره‌های تمرینی به رنگ خاکستری نشان داده شده است. داده‌های گزارش‌شده به‌صورت میانگین و خطای استاندارد میانگین نشان داده شده است. باتوجه‌به مقادیر مبنا، گروه‌های T+P، D+Ca+T و D+Ca بهبودهای چشمگیری در سطوح TC، LDL، HDL و TG با در نظر گرفتن P<۰/۰۵ نشان دادند.

* تحلیل آماری نشان‌دهنده تفاوت معناداری میان مبنا و اندازه‌ها در پیگیری با در نظر گرفتن P<۰/۰۵ می‌باشد.

در زمان پیگیری، تحلیل آماری نشان‌دهنده تمایز چشمگیری میان گروه‌های آزمایشی و کنترل با در نظر گرفتن P<۰/۰۵ است.

ماژور و همکاران نشان دادند مصرف ترکیبی کلسیم و ویتامین D منجر به کاهش معنادار چربی بدن در افرادی که دریافت کلسیم پایینی داشتند، می‌شود [۱۶]. به‌علاوه، شاهار و همکاران نشان دادند افرادی که مصرف کلسیم و ویتامین D خون بیشتری داشتند در کاهش وزن بدن از طریق مداخلات غذایی در طی یک دوره ۲ ساله موفق‌تر بودند [۱۵].

پژوهش های محدودی در مورد آثار ترکیبی تمرین ورزشی، مکمل های غذایی و رژیم غذایی بر تغییرات ترکیب بدن در سالمندان دارای اضافه وزن انجام شده است. در پژوهشی توسط واگنر و همکاران تأثیر یک برنامه غذایی ۱۲ هفته‌ای شامل محدودیت ۵۰۰ کیلوکالری، ورزش ۳ بار در هفته و ۸۰۰ میلی‌گرم در روز مکمل کلسیم در زنان پیش از یائسگی مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها بیانگر این بودند که گروه‌های آزمایشی کاهش وزن معناداری را در مقایسه با گروه دارونما نشان دادند [۳۴].همچنین، در پژوهش بابایی و همکاران با استفاده از مدل‌های حیوانی، ترکیبی از مکمل ویتامین D و تمرین هوازی به کاهش معنادار در وزن کلی، چربی داخل شکم، شاخص توده بدن و مصرف کالری منجر شد [۳۵]. از سویی، یافته‌های ما نشان داد دریافت همزمان ویتامین D و کلسیم همراه با تمرین دایره‌ای خیلی شدید به بهبود چربی بدن و شاخص توده بدن منجر می‌شود. بااین‌حال، همه مطالعات به‌طور مداوم این فواید را گزارش نکرده‌اند. در پژوهش هولچکی و همکاران، آثار مکمل‌های کلسیم و ویتامین D همراه با رژیم غذایی ۳ ماهه با محدودیت کالری در زنان چاق مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد هیچ تأثیر اضافی آماری معناداری بر کاهش وزن یا کاهش چربی ناشی از مکمل وجود ندارد [۳۶].

به‌علاوه، کرکسیک و همکاران دریافتند در مقادیر مشخص‌شده ۸۰۰ میلی‌گرم در روز کلسیم و ۸۰۰ میلی‌گرم در روز کلسیم همراه با ۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامینD در روز، هیچ مزیت اضافی از دریافت کلسیم و ویتامینD در رابطه با آثار مداخلات رژیم غذایی و تمرین ورزشی بر ترکیب بدن وجود ندارد [۵]. تفاوت‌های مشاهده‌شده در مؤثر بودن بر کاهش وزن که در مطالعات مختلف ثبت شده است، ممکن است به عوامل متعددی از جمله نوع مکمل‌های ویتامینD و کلسیم مورد استفاده، مدت مداخله و تمرین ورزشی در نظر گرفته‌شده مرتبط باشد. درنتیجه، پژوهش‌های بیشتری برای بررسی تأثیر دُزهای مختلف مکمل‌های ویتامینD و کلسیم بر کاهش وزن و تغییرات در ترکیب بدن، باتوجه‌به الگوهای رژیم‌های غذایی متنوع و برنامه‌های تمرین ورزشی ضروری است.

مطالعه ما یافته‌های قابل‌توجهی را نشان داد که ترکیب تمرین دایره‌ای خیلی شدید، همراه با مکمل‌های کلسیم و ویتامین D، به کاهش معنادار مقادیر سرمی لیپوپروتئین با چگالی بالا، تری‌گلیسیرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین با چگالی پایین همراه با افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا در سالمندان دارای اضافه وزن در گروه‌های ویتامینD+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا، تمرینات دایره‌ای باشدت بالا+دارونما و ویتامین D+کلسیم منجر شد. مطالعات کمی در مورد بررسی آثار ترکیب مکمل‌های کلسیم و ویتامینD با تمرین ورزشی بر نیمرخ لیپیدی وجود دارد.

مطابق با نتایج مطالعه حاضر، یک پژوهش قبلی کاهش معنادار میزان TGسرم را در مادران باردار با خطر فشار خون بالا در حاملگی که روزانه ۵۰۰ میلی‌گرم کلسیم و ۲۰۰ واحد بین المللی ویتامینD به‌مدت ۹ هفته دریافت کردند، ثبت کرد. باوجوداین، هیچ تأثیر معناداری در سایر نیمرخ‌های لیپیدی در آن مطالعه مشاهده نشد [۳۷].همچنین مطالعه‌ای در طول ۱۵ هفته بر زنان دارای اضافه وزن سالم نشان داد دریافت ۶۰۰ میلی‌گرم کلسیم در روز همراه با ۲۰۰ واحد بین‌المللی ویتامینD در روز به کاهش معنادار میزان تری‌گلیسیرید سرم منجر شد [۳۸].باتوجه‌به نتایج مطالعه انجام‌شده توسط آسمی و همکاران مشخص شد ۸ هفته مصرف مکمل کلسیم و ویتامینD آثار مطلوبی بر مقادیر سرمی تری‌گلیسیرید و کلسترول VLDL در زنانی که کمبود ویتامین D داشته‌اند، بر جای گذاشته است [۳۹].

پس از مداخله ۱۲ هفته‌ای شامل مکمل ویتامینD و تمرین دایره‌ای، کیم و همکاران بهبود قابل توجهی در چربی شکم و نیمرخ لیپیدی خون در زنان سالمند با تشخیص دیابت نوع ۲ و کمبود ویتامینD مشاهده کردند [۲۵].در مطالعه حاضر، بهبود معناداری در نیمرخ لیپیدی خون در گروه‌های ویتامینD+کلسیم+تمرینات دایره‌ای با شدت بالا، تمرینات دایره‌ای با شدت بالا+دارونما و ویتامینD+کلسیم با بیشترین بهبود در ۲ گروهی که در تمرین دایره‌ای شرکت کردند، مشاهده شد. همچنین سونگ و بای نشان دادند مردان سالمند مبتلا به دیابت که به‌مدت ۵۰ دقیقه در روز، ۳ بار در هفته، با شدت ۶۵ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب در ۲۴ هفته فعالیت ورزشی پیاده‌روی شرکت کردند، کاهش معناداری در مقادیر کلسترول تام و تری‌گلیسیرید داشتند [۴۰]. گرین و همکاران نشان دادند افراد میانسال چاق که ۳ بار در هفته به‌مدت ۱۲ هفته با ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در تمرین استقامتی شرکت کردند، افزایش معناداری در مقادیر HDL-C و کاهش معناداری در مقادیر LDL-C داشتند [۴۱]آثار مثبت بالقوه مکمل‌های کلسیم و ویتامینD بر نیمرخ لیپیدی و چربی بدن را می‌توان به مکانیسم‌های مختلفی نسبت داد. نشان داده شده است کلسیم آدیپوژنز را تنظیم می‌کند، با کاهش لیپوژنز و افزایش لیپولیز، بر سوخت وساز چربی تأثیر می‌گذارد، تکثیر سلول‌های چربی و/یا آپوپتوز را تحریک می‌کند، با فعال کردن بافت چربی قهوه‌ای و قهوه‌ای شدن بافت چربی سفید، گرمازایی را افزایش می‌دهد، جذب چربی رژیم غذایی را مهار می‌کند، باعث دفع چربی مدفوع از طریق ایجاد ترکیب‌های نامحلول کلسیم-چربی در دستگاه گوارش می‌شود. به‌علاوه، کلسیم همچنین ممکن است ساختار و تنوع میکروبیوتای روده را تغییر دهد و به آثار بالقوه ضد چاقی آن کمک کند [۴۲].

شواهد جدید نشان می‌دهند تنظیم تعداد سلول‌های چربی از طریق تحریک مرگ سلولی آپوپتوتیک ممکن است یک رویکرد مناسب برای پیشگیری و درمان چاقی باشد و کلسیم در این فرآیند نقش دارد [۴۳]. مطالعات نشان داده‌اند افزایش مقادیر Ca2+ داخل سلولی می‌تواند مرگ سلولی آپوپتوتیک را القا کند و این مکانیسم نشان داده شده است که برای سلول‌های چربی بالغ قابل استفاده است [۴۴]. در پژوهشی، مشخص شد موش‌های مبتلا به چاقی ناشی از رژیم غذایی پس از قرار گرفتن در معرض ترکیبی از مقادیر بالای ویتامینD و افزایش مصرف کلسیم، کاهش قابل توجهی در چاقی نشان دادند. این پدیده قابل توجه به فعال شدن مسیر آپوپتوتیک به واسطه Ca2+ در بافت چربی آن‌ها نسبت داده شد که شواهد قانع‌کننده‌ای برای نقش تنظیمی بالقوه این مسیر در کنترل چاقی ارائه می‌کند [۴۵]. پژوهش‌های علمی متعددی نقش مهم چرخه کلسیم با واسطه پمپ ATPase کلسیمی شبکه سارکوپلاسمی (SERCA2b) را در تنظیم گرمازایی به‌طور خاص در سلول‌های چربی بژ اثبات کرده‌اند. این یافته‌ها به‌شدت نشان می‌دهند که همبستگی جالبی بین سیگنال‌دهی کلسیم و فرآیند پیچیده قهوه‌ای شدن بافت چربی سفید (WAT) وجود دارد [۴۶].

به‌علاوه، شواهد جدید نشان می دهند افزایش پتانسیل گرمازایی سلول‌های چربی قهوه‌ای، ناشی از سیگنال‌دهی کلسیم، را می‌توان به تحریک همجوشی میتوکندری و ایجاد روابط پیچیده بین میتوکندری و شبکه آندوپلاسمی نسبت داد [۴۷]. همچنین نشان داده شده است افزایش غلظت کلسیم داخل سلولی در کبد به فعال شدن پروتئین انتقال دهنده تری‌گلیسیرید میکروزومال

(MTP) منجر می‌شود. این پروتئین حیاتی نقش مهمی در تولید و ترشح VLDL ایفا می‌کند و درنهایت به کاهش قابل توجه مقادیر سرمی تری‌گلیسیرید و کلسترول VLDL منجر می‌شود [۴۸].

به‌علاوه، شواهد جدید نشان می‌دهد که پتانسیل گرمازایی افزایش‌یافته سلول‌های چربی قهوه‌ای که از طریق سیگنال‌های کلسیم ایجادشده می‌تواند به تحریک ترکیب میتوکندریال و ایجاد روابط پیچیده میان میتوکندریا و شبکه اندوپلاسمی مرتبط است [۴۷]. به‌علاوه، نشان داده شده است که تجمیع کلسیم درون سلولی افزایش‌یافته در کبد منجر به فعال‌سازی پروتئین انتقال هستک تری‌گلیسیرید می‌شود. پروتئین حیاتی نقشی مهم در تولید و جداسازی VLDL بازی می‌کند که درنهایت منجر به کاهش چشمگیر در سرم تری‌گلیسیرید و سطوح کلسترول VLDL می‌شود [۴۸]. پژوهش‌های علمی نشان داده است مسیر سیگنالینگ ویتامینD آثار مطلوبی بر بیان ژن‌های مرتبط با لیپولیز و گرمازایی در بافت چربی نشان می‌دهد [۵]. پژوهش‌ها دخالت چندوجهی 1,25(OH)2D3 را در کنترل آپوپتوز و تمایز سلول‌های چربی روشن کرده است. مطالعات آثار سرکوب‌کننده 1,25(OH)2D3 را بر آدیپوژنز در سلول‌های 3T3-L1 نشان داده‌اند که به‌طور مؤثری از تبدیل آن‌ها به سلول‌های چربی کاملاً بالغ جلوگیری می‌کند [۴۹]. این مکانیسم پیچیده مستلزم تحریک بیان PPARγ است، درحالی‌که همزمان تنظیم‌کننده رونویسی معروف به پروتئین آلفای متصل به افزاینده ((CCAAT C/EBPαرا سرکوب می‌کند [۵۰].

این پژوهش هم محدودیت‌ها و هم نقاط قوت قابل توجهی را ارائه می‌کند. اولاً، پیامدهای طولانی مدت استفاده از مکمل‌های کلسیم و ویتامینD در مطالعه ما مورد بررسی قرار نگرفتند که به‌طور بالقوه می‌تواند نتایج عمیق‌تری همراه داشته باشد. به‌علاوه، حجم نمونه محدود مورد استفاده در پژوهش ما ممکن است توانایی ما را برای تشخیص تفاوت‌های ظریف بین گروه‌ها محدود کرده باشد. باوجوداین، پژوهش‌های بیشتر برای کشف مکانیسم‌های دقیقی که از طریق آن ویتامینD و کلسیم بر مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه وزن یا چاق تأثیر می‌گذارد، ضروری است.

نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه حاضر بر آثار چشمگیر ترکیب ویتامینD و مکمل کلسیم با تمرین دایره‌ای خیلی شدید بر بهبود ترکیب بدن و نیمرخ لیپیدی در سالمندان دارای اضافه وزن تأکید می‌کند. شواهد موجود حاکی از ارتباط مستقیم بین افزایش مصرف کلسیم و افزایش مقادیراکسیداسیون چربی است، درحالی‌که مسیر سیگنالینگ ویتامین D با افزایش فعالیت گرمازایی مرتبط است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی تحقیقات شامل شرکت‌کنندگان انسانی مطابق استانداردهای اخلاقی ارائه‌شده توسط کمیته اخلاقی مؤسسه تحقیقات علوم ورزشی (IR.SSRI.REC.2109.1274) بوده و مطابق با اصول ارائه‌شده در بیانیه هلسینکی سال ۱۹۶۴ و بازبینی‌های متعاقب آن یا استانداردهای اخلاقی است.

حامی مالی

این مطالعه بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مریم دلیرانی رشته فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران بوده است. این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

جمع‌آوری داده: مریم دلیرانی و محمدرضا کردی؛ نگارش: مریم دلیرانی؛ بازبینی کلی نسخه نهایی: عباسعلی گائینی و محمدرضا کردی؛ طراحی مطالعه، بازبینی و تأیید نسخه نهایی: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاری تمامی افرادی که در این تحقیق شرکت کردند، تقدیر و تشکر می‌کنند.

References

[1] Popkin BM, Adair LS, Ng SW. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. Nutrition Reviews. 2012; 70(1):3-21. [DOI:10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x] [PMID]

[2] Ward ZJ, Bleich SN, Cradock AL, Barrett JL, Giles CM, Flax C, et al. Projected U.S. state-level prevalence of adult obesity and severe obesity. New England Journal of Medicine. 2019; 381(25):2440-50. [DOI:10.1056/NEJMsa1909301] [PMID]

[3] Houston DK, Nicklas BJ, Zizza CA. Weighty concerns: The growing prevalence of obesity among older adults. Journal of the American Dietetic Association. 2009; 109(11):1886-95. [DOI:10.1016/j.jada.2009.08.014] [PMID]

[4] Ramsay SE, Whincup PH, Shaper AG, Wannamethee SG. The relations of body composition and adiposity measures to ill health and physical disability in elderly men. American Journal of Epidemiology. 2006; 164(5):459-69. [DOI:10.1093/aje/kwj217] [PMID]

[5] 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] [PMID] [PMCID]

[6] Shi H, Dirienzo D, Zemel MB. Effects of dietary calcium on adipocyte lipid metabolism and body weight regulation in energy-restricted aP2-agouti transgenic mice. The FASEB Journal. 2001; 15(2):291-3. [DOI:10.1096/fj.00-0584fje] [PMID]

[7] Teegarden D, Zemel MB. Dairy product components and weight regulation: Symposium overview. The Journal of Nutrition. 2003; 133(1):243S-4S. [DOI:10.1093/jn/133.1.243S] [PMID]

[8] Soares MJ, Chan She Ping-Delfos W, Ghanbari MH. Calcium and vitamin D for obesity: A review of randomized controlled trials. European Journal of Clinical Nutrition. 2011; 65(9):994-1004. [DOI:10.1038/ejcn.2011.106] [PMID]

[9] Gilbert JA, Joanisse DR, Chaput JP, Miegueu P, Cianflone K, Alméras N, et al. Milk supplementation facilitates appetite control in obese women during weight loss: A randomised, single-blind, placebo-controlled trial. British Journal of Nutrition. 2011; 105(1):133-43. [DOI:10.1017/S0007114510003119] [PMID]

[10] Kabrnová-Hlavatá K, Hainer V, Gojová M, Hlavatý P, Kopský V, Nedvídková J, et al. Calcium intake and the outcome of short-term weight management. Physiological Research. 2008; 57(2):237-45. [DOI:10.33549/physiolres.931057] [PMID]

[11] Wong KE, Szeto FL, Zhang W, Ye H, Kong J, Zhang Z, et al. Involvement of the vitamin D receptor in energy metabolism: Regulation of uncoupling proteins. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2009; 296(4):E820-8. [DOI:10.1152/ajpendo.90763.2008] [PMID] [PMCID]

[12] Teegarden D, White KM, Lyle RM, Zemel MB, Van Loan MD, Matkovic V, et al. Calcium and dairy product modulation of lipid utilization and energy expenditure. Obesity. 2008; 16(7):1566-72. [DOI:10.1038/oby.2008.232] [PMID]

[13] Boon N, Hul GB, Sicard A, Kole E, Van Den Berg ER, Viguerie N, et al. The effects of increasing serum calcitriol on energy and fat metabolism and gene expression. Obesity. 2006; 14(10):1739-46. [DOI:10.1038/oby.2006.200] [PMID]

[14] Wehr E, Pieber TR, Obermayer-Pietsch B. Effect of vitamin D3 treatment on glucose metabolism and menstrual frequency in polycystic ovary syndrome women: A pilot study. Journal of Endocrinological Investigation. 2011; 34(10):757-63. [PMID]

[15] Shahar DR, Schwarzfuchs D, Fraser D, Vardi H, Thiery J, Fiedler GM, et al. Dairy calcium intake, serum vitamin D, and successful weight loss. The American Journal of Clinical Nutrition. 2010; 92(5):1017-22. [DOI:10.3945/ajcn.2010.29355] [PMID]

[16] Major GC, Alarie FP, Doré J, Tremblay A. Calcium plus vitamin D supplementation and fat mass loss in female very low-calcium consumers: Potential link with a calcium-specific appetite control. British journal of Nutrition. 2008; 101(5):659-63. [DOI:10.1017/S0007114508030808] [PMID]

[17] Poirier P, Després JP. Exercise in weight management of obesity. Cardiology Clinics. 2001; 19(3):459-70. [DOI:10.1016/S0733-8651(05)70229-0] [PMID]

[18] Johansson K, Neovius M, Hemmingsson E. Effects of anti-obesity drugs, diet, and exercise on weight-loss maintenance after a very-low-calorie diet or low-calorie diet: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. The American Journal of Clinical Nutrition. 2014; 99(1):14-23. [DOI:10.3945/ajcn.113.070052] [PMID] [PMCID]

[19] Hamer M, Stamatakis E. Low-dose physical activity attenuates cardiovascular disease mortality in men and women with clustered metabolic risk factors. Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes. 2012; 5(4):494-9. [DOI:10.1161/CIRCOUTCOMES.112.965434] [PMID]

[20] Middleton LE, Barnes DE, Lui LY, Yaffe K. Physical activity over the life course and its association with cognitive performance and impairment in old age. Journal of the American Geriatrics Society. 2010; 58(7):1322-6. [DOI:10.1111/j.1532-5415.2010.02903.x] [PMID] [PMCID]

[21] Pescatello LS, Murphy D, Costanzo D. Low-intensity physical activity benefits blood lipids and lipoproteins in older adults living at home. Age and Ageing. 2000; 29(5):433-9. [DOI:10.1093/ageing/29.5.433] [PMID]

[22] Rosique-Esteban N, Babio N, Díaz-López A, Romaguera D, Alfredo Martínez J, Sanchez VM, et al. Leisure-time physical activity at moderate and high intensity is associated with parameters of body composition, muscle strength and sarcopenia in aged adults with obesity and metabolic syndrome from the PREDIMED-Plus study. Clinical Nutrition. 2019; 38(3):1324-31. [DOI:10.1016/j.clnu.2018.05.023] [PMID]

[23] Dunsky A, Zach S, Zeev A, Goldbourt U, Shimony T, Goldsmith R, et al. Level of physical activity and anthropometric characteristics in old age-results from a national health survey. European Review of Aging and Physical Activity. 2014; 11(2):149-57. [DOI:10.1007/s11556-014-0139-y]

[24] Silva MR, Silva HH, Capkauskiene S, Rosado-Marques V, Machado-Rodrigues A, Nogueira H, et al. Cardiovascular and metabolic risk factors in physically active and inactive Portuguese middle-aged adults: A cross-sectional study. Science & Sports. 2019; 35(4):e91-8. [DOI:10.1016/j.scispo.2019.06.009]

[25] Kim HJ, Kang CK, Park H, Lee MG. Effects of vitamin D supplementation and circuit training on indices of obesity and insulin resistance in T2D and vitamin D deficient elderly women. Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry. 2014; 18(3):249-57. [DOI:10.5717/jenb.2014.18.3.249] [PMID] [PMCID]

[26] Krejcie RV, Morgan DW. Determining sample size for research activities. Educational and Psychological Measurement. 1970; 30(3):607-10. [DOI:10.1177/001316447003000308]

[27] Vrachimis A, Hadjicharalambous M, Tyler C. The effect of circuit training on resting heart rate variability, cardiovascular disease risk factors and physical fitness in healthy untrained adults. Health. 2016; 8(2):144-55. [DOI:10.4236/health.2016.82017]

[28] Ghardashi-Afousi A, Davoodi M, Hesamabadi BK, Asvadi-Fard M, Bigi MAB, Izadi MR, et al. Improved carotid intima-media thickness-induced high-intensity interval training associated with decreased serum levels of Dkk-1 and sclerostin in type 2 diabetes. Journal of Diabetes and its Complications. 2020; 34(1):107469. [DOI:10.1016/j.jdiacomp.2019.107469] [PMID]

[29] Dougkas A, Reynolds CK, Givens ID, Elwood PC, Minihane AM. Associations between dairy consumption and body weight: A review of the evidence and underlying mechanisms. Nutrition Research Reviews. 2011; 24(1):72-95. [DOI:10.1017/S095442241000034X] [PMID]

[30] Lappe JM, Rafferty KA, Davies KM, Lypaczewski G. Girls on a high-calcium diet gain weight at the same rate as girls on a normal diet: A pilot study. Journal of the American Dietetic Association. 2004; 104(9):1361-7. [DOI:10.1016/j.jada.2004.06.025] [PMID]

[31] Riedt CS, Schlussel Y, Von Thun N, Ambia-Sobhan H, Stahl T, Field MP, et al. Premenopausal overweight women do not lose bone during moderate weight loss with adequate or higher calcium intake. The American Journal of Clinical Nutrition. 2007; 85(4):972-80. [DOI:10.1093/ajcn/85.4.972] [PMID] [PMCID]

[32] Freedman BI, Wagenknecht LE, Hairston KG, Bowden DW, Carr JJ, Hightower RC, et al. Vitamin D, adiposity, and calcified atherosclerotic plaque in African-Americans. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2010; 95(3):1076-83. [DOI:10.1210/jc.2009-1797] [PMID] [PMCID]

[33] Vimaleswaran KS, Berry DJ, Lu C, Tikkanen E, Pilz S, Hiraki LT, et al. Causal relationship between obesity and vitamin D status: Bi-directional Mendelian randomization analysis of multiple cohorts. PLoS Medicine. 2013; 10(2):e1001383. [PMID]

[34] Wagner G, Kindrick S, Hertzler S, DiSilvestro RA. Effects of various forms of calcium on body weight and bone turnover markers in women participating in a weight loss program. Journal of the American College of Nutrition. 2007; 26(5):456-61. [DOI:10.1080/07315724.2007.10719636] [PMID]

[35] Babaei P, Damirchi A, Hoseini R. The interaction effects of aerobic exercise training and vitamin D supplementation on plasma lipid profiles and insulin resistance in ovariectomized rats. Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry. 2015; 19(3):173. [PMID]

[36] Holecki M, Zahorska-Markiewicz B, Więcek A, Mizia-Stec K, Nieszporek T, Żak-Gołąb A. Influence of calcium and vitamin D supplementation on weight and fat loss in obese women. Obesity Facts. 2008; 1(5):274-9. [DOI:10.1159/000169831] [PMID] [PMCID]

[37] Asemi Z, Tabassi Z, Heidarzadeh Z, Khorammian H, Sabihi SS, Samimi M. Effect of calcium-vitamin D supplementation on metabolic profiles in pregnant women at risk for pre-eclampsia: A randomized placebo-controlled trial. Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS. 2012; 15(7):316-24. [DOI:10.3923/pjbs.2012.316.324] [PMID]

[38] Major GC, Alarie F, Doré J, Phouttama S, Tremblay A. Supplementation with calcium+ vitamin D enhances the beneficial effect of weight loss on plasma lipid and lipoprotein concentrations. The American Journal of Clinical Nutrition. 2007; 85(1):54-9. [PMID]

[39] Asemi Z, Foroozanfard F, Hashemi T, Bahmani F, Jamilian M, Esmaillzadeh A. Calcium plus vitamin D supplementation affects glucose metabolism and lipid concentrations in overweight and obese vitamin D deficient women with polycystic ovary syndrome. Clinical Nutrition. 2015; 34(4):586-92. [DOI:10.1016/j.clnu.2014.09.015] [PMID]

[40] Sung K, Bae S. Effects of a regular walking exercise program on behavioral and biochemical aspects in elderly people with type II diabetes. Nursing & Health Sciences. 2012; 14(4):438-45. [DOI:10.1111/j.1442-2018.2012.00690.x] [PMID]

[41] Greene NP, Martin SE, Crouse SF. Acute exercise and training alter blood lipid and lipoprotein profiles differently in overweight and obese men and women. Obesity. 2012; 20(8):1618-27. [DOI:10.1038/oby.2012.65] [PMID]

[42] Zhang F, Ye J, Zhu X, Wang L, Gao P, Shu G, et al. Anti-obesity effects of dietary calcium: The evidence and possible mechanisms. International Journal of Molecular Sciences. 2019; 20(12):3072. [DOI:10.3390/ijms20123072] [PMID] [PMCID]

[43] Orrenius S, Zhivotovsky B, Nicotera P. Regulation of cell death: The calcium-apoptosis link. Nature Reviews. Molecular Cell Biology. 2003; 4(7):552-65. [DOI:10.1038/nrm1150] [PMID]

[44] Sergeev I. 1, 25-Dihydroxyvitamin D3 induces Ca2+-mediated apoptosis in adipocytes via activation of calpain and caspase-12. Biochemical and biophysical Research Communications. 2009; 384(1):18-21. [DOI:10.1016/j.bbrc.2009.04.078] [PMID]

[45] Sergeev IN, Song Q. High vitamin D and calcium intakes reduce diet-induced obesity in mice by increasing adipose tissue apoptosis. Molecular Nutrition & Food Research. 2014; 58(6):1342-8. [DOI:10.1002/mnfr.201300503] [PMID]

[46] Ikeda K, Kang Q, Yoneshiro T, Camporez JP, Maki H, Homma M, et al. UCP1-independent signaling involving SERCA2b-mediated calcium cycling regulates beige fat thermogenesis and systemic glucose homeostasis. Nature Medicine. 2017; 23(12):1454-65. [DOI:10.1038/nm.4429] [PMID] [PMCID]

[47] Golic I, Velickovic K, Markelic M, Stancic A, Jankovic A, Vucetic M, et al. Calcium-induced alteration of mitochondrial morphology and mitochondrial-endoplasmic reticulum contacts in rat brown adipocytes. European Journal of Histochemistry. 2014; 58(3):2377. [DOI:10.4081/ejh.2014.2377] [PMID] [PMCID]

[48] Cho HJ, Kang HC, Choi SA, Ju YC, Lee HS, Park HJ. The possible role of Ca2+ on the activation of microsomal triglyceride transfer protein in rat hepatocytes. Biological and Pharmaceutical Bulletin. 2005; 28(8):1418-23. [DOI:10.1248/bpb.28.1418] [PMID]

[49] Kong J, Li YC. Molecular mechanism of 1, 25-dihydroxyvitamin D3 inhibition of adipogenesis in 3T3-L1 cells. American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism. 2006; 290(5):E916-24. [DOI:10.1152/ajpendo.00410.2005] [PMID]

[50] Jones JR, Barrick C, Kim KA, Lindner J, Blondeau B, Fujimoto Y, et al. Deletion of PPARgamma in adipose tissues of mice protects against high fat diet-induced obesity and insulin resistance. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2005; 102(17):6207-12. [DOI:10.1073/pnas.0306743102] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank