

## Research Paper

# Effect of One Course Pilates Exercise Program on Serum Levels of Resistin, Visfatin, and Chemerin in Overweight Women



\*Mojdeh KhajehLandi<sup>1</sup>, Lotfali Bolboli<sup>1</sup>, Sayeh Bolbol<sup>2</sup>, Behzad Zabihi<sup>3</sup>

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Department of Applied Chemistry, Faculty of Basic Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. Department of Sport Management and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.



**Citation** KhajehLandi M, Bolboli L, Bolbol S, Zabihi B. [Effect of One Course Pilates Exercise Program on Serum Levels of Resistin, Visfatin, and Chemerin in Overweight Women (Persian)]. Quarterly of "The Horizon of Medical Sciences". 2021; 27(1):98-113. <https://doi.org/10.32598/hms.27.1.3004.1>

**doi** <https://doi.org/10.32598/hms.27.1.3004.1>



**Received:** 04 Dec 2018  
**Accepted:** 07 Oct 2020  
**Available Online:** 01 Jan 2021

### Key words:

Exercise, Resistin, Visfatin, Chemerin, Overweight

## ABSTRACT

**Aims** Hemostasis and serum levels of adipokines in the body are affected by physical activity and overweight. The present study investigates the effect of the Pilates exercise program on serum levels of resistin, visfatin, and chemerin in overweight women

**Methods & Materials** In this quasi-experimental study, 28 women with overweight voluntarily participated and were randomly divided into two groups of exercise (n=14) and control (n=14). The Pilates exercise program was presented to the exercise group for 8 weeks, 3 sessions per week, while the control group performed no exercise. Blood samples were taken before the intervention and 48 hours after the intervention in a fasting state to measure the serum levels of resistin, visfatin, and chemerin. The t-test was used for intra-group comparison and ANCOVA for inter-group comparison of the variables. The obtained data were analyzed in SPSS V. 23, considering a significance level of  $P < 0.05$

**Findings** After 8 weeks of Pilates exercise, serum levels of resistin ( $P=0.001$ ), visfatin ( $P=0.045$ ), and chemerin ( $P=0.009$ ) decreased significantly compared to pre-test values. A significant reduction in serum levels of resistin ( $P=0.005$ ), visfatin ( $P=0.034$ ), and chemerin ( $P=0.025$ ) were also reported compared to the control group

**Conclusion** It seems that Pilates exercise can reduce resistin, visfatin, and chemerin levels in overweight women and can be considered as an appropriate exercise program to control the health and physiological conditions of overweight women

## Extended Abstract

### 1. Introduction

**T**oday, many people in different parts of the world are overweight or obese. This condition is not limited to developed countries [1]. Besides storing energy for a long time, adipose tissue secretes many biological molecules such

as adipokines that control physiological functions, including inflammation, energy homeostasis, and immunity [2]. These adipokines produce important regulators of adipose tissue development and significantly affect glucose metabolism in various body tissues. They are also useful on energy balance at a systematic level [3]. Various adipokines are secreted from adipose tissues, including adiponectin, resistin, retinol-binding protein-4, tumor necrosis factor-alpha (TNF- $\alpha$ ), interleukin-2, omentin, chemerin, and visfatin

### \* Corresponding Author:

Mojdeh KhajehLandi

**Address:** Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

**Tel:** +98 (916) 8262683

**E-mail:** md.khajehlandi@uma.ac.ir

[4]. Resistin is a peptide hormone whose level is high in obese people. This hormone is closely related to the atherosclerotic lesion, which causes impairment in glucose and lipid metabolisms [5-7]. Studies on the resistin in rats have shown that resistin links obesity to insulin resistance [8].

On the other hand, although obesity has been associated with increased levels of this hormone, some studies have not confirmed this association [9, 10]. Another secreted adipocaine is visfatin, known as pre-B cell colony-enhancing factor or phosphoribosyltransferase [11]. Various studies have reported a positive association between changes in visfatin level and diseases such as obesity, diabetes, and kidney disease [12-14]. Besides, this adipokine is positively associated with insulin resistance [13, 14]. Another studied adipocaine is chemerin, which has an essential role in invoking adipose tissue macrophages and causes inflammation of this tissue [15]. Plasma chemerin concentration is directly related to body mass index (BMI), blood glucose, fasting insulin, leptin, TNF- $\alpha$ , and interleukin-6 [16], and its serum level is higher in obese people. By connecting to its receptor, chemerin affects the immune system function [17].

Nowadays, exercise is used as a treatment method for metabolic syndrome, obesity, and insulin resistance [18]. Since changes in the concentration of adipokines are an early sign of reduced and inactive adipose tissue, exercise, and physical activity are crucial for weight loss [19]. Because of the importance of physical activity in the prevention and treatment of many diseases, it is one of the factors that improve vascular function by reducing fat and increasing the insulin sensitivity of tissues. The effect of exercise in different forms has been studied on the levels of resistin, visfatin, and chemerin in human and animal samples. However, conflicting results have been reported. In some studies, a decrease, and in others, no change or increase in their

levels has been reported [19-23]. Most studies have used aerobic exercise to lose weight. Still, many people cannot participate in all physical activities because of heart disease, osteoarthritis, low back pain, high blood pressure, obesity, etc. In this regard, Pilates exercises that are performed in a sitting, lying, and standing position without walking or jumping [24] (thus reduce joint injuries) have received more attention.

Regarding the effect of physical activity on serum levels of resistin, visfatin, and chemerin, little research has been conducted in women. It is essential to conduct studies on women as a group in Iran who are more prone to obesity. Because of the few studies on the effect of Pilates on adipokine levels, especially in overweight women, this study aimed to evaluate the impact of a Pilates exercise program on serum levels of resistin, visfatin, and chemerin in overweight women in Iran.

## 2. Materials and Methods

This research is a quasi-experimental study with a pre-test-post-test design. The participants were 28 overweight women living in Ahvaz City, Iran, aged 25-35 years with a BMI of 25-29 kg/m<sup>2</sup>. They were selected using a purposive sampling method and based on the inclusion criteria (no any cardiovascular and kidney diseases, diabetes, physical and orthopedic injuries, no regular physical activity in the past 6 months, and having the ability to perform sports) and exclusion criteria (taking any medication or supplement, and having no cooperation during the study). All explanations about the study objectives and methods were given to the participants, and they were assured of the confidentiality of their information. They were free to leave the study at any time. Then, they were randomly divided into two groups of exercise (n=14) and control (n=14).

**Table 1.** The Pilates exercise protocol

| Type of exercise      | Week | Movements  | Intensity |
|-----------------------|------|--|-----------|
| Exercises on a mat    | 1-3  | Single-leg hip hinge, half roll down, single leg circle, bending with hands on the ground, leg and arm kickbacks, mermaid, shoulder bridge, diamond press, cobra, dart, superman, Four limbs balance with knees bent, single-leg stretch, double-leg stretch, single-leg stretch with spine twist  | 10-12     |
|                       | 4-6  | Half roll down, single leg circle, bending with hands on the ground, leg and arm kickbacks, mermaid, shoulder bridge, diamond press, cobra with neck rotation, push-up, full star, superman, dart with rotating the waist to the sides, kenken with legs straight, leaning to the side-lying down, saw, roll-up, hundred, leg pull, leg pull front, sidekick   | 12-14     |
| Exercises with a ball | 7-8  | Leg stretch, squat with the ball, single-leg squat with the ball, lifting the feet on the ball, lifting the chest on the ball with spine twist, feet bridge on the ball, a single-leg bridge on the ball, backstretch on the ball, leg pull front lifting one leg, push-up on the ball, rolling the ball forward, bending sideways, hands and legs open, single-leg stretch with the knee bent, single straight leg stretch, leg pull, hundred, teaser | 14-16     |

The exercise program consisted of 8 weeks of Pilates, three 60-minute sessions per week. Each session consisted of three parts: warming up, Pilates exercises, and cooling down. The exercises were first performed on a mat and then using stretch bands and balls (Table 1). The intensity and complexity of movements increased gradually. For warming up and cooling down, the perceived exertion rate of 8-10 was used, and then the rate increased from the first week to the last week. The exercises were conducted first in the standing position and then in sitting and lying positions. The women in the control group did not perform any exercise during this period.

Body height by stadiometer seca, body weight, and BMI through body composition analysis using In body 3 Analyzer, body fat percentage, Waist-to-Hip Ratio (WHR), and biochemical variables were measured first after 12-hour fasting state and before the start of the intervention and then 48 hours after the last session. It is done to avoid the possibility of the acute effect of the previous exercise session on blood variables. The subjects were told not to engage in strenuous activities until 48 hours before starting the first phase of blood sampling. The temperature and time of the first blood sampling were recorded for the next phase after the completion of the protocol. To measure the biochemical variables, 5 mL of blood was taken from the brachial vein of each subject

between 8 and 9 AM. After centrifugation for 10 minutes at 3000 rpm, the blood serum was isolated and poured into special microtubes and stored at -70°C. An ELISA kit (Cusabio, Biotech Ltd., China) was used with a sensitivity of 0.08 ng/mL for measuring resistin level, a sensitivity of 7.5 ng/mL for measuring chemerin level, and a sensitivity of 0.1 ng/mL for measuring visfatin. Based on the self-report form, the subjects had a normal menstrual period and were not receiving drug treatment during the study period.

The obtained data were analyzed in SPSS V. 23, considering a significance level of  $P < 0.05$ . Mean, and the standard deviation was used for describing data. After reporting the normality of data distribution using the Shapiro-Wilk test and the equality of variances using Levene's test, the paired t-test and ANCOVA were used to compare intra-group and inter-group variables, respectively.

### 3. Results

Table 2 presents the results related to anthropometric characteristics and body composition of the subjects. No significant differences were observed between the two groups regarding the anthropometric characteristics and body composition at baseline. The intra-group comparison

**Table 2.** Descriptive statistics and comparison of anthropometric characteristics and body composition in two groups before and after the intervention

| Characteristics                      | Group      | Mean±SD    |            | P                  |                    |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|--------------------|--------------------|
|                                      |            | Pre-test   | Post-test  | Inter-group        | Intra-group        |
| Age (y)                              | Control    | 30.1±4.0   |            |                    |                    |
|                                      | Experiment | 29.6±3.4   |            |                    |                    |
| Height (cm)                          | Control    | 165.5±4.0  |            |                    |                    |
|                                      | Experiment | 165.7±3.3  |            |                    |                    |
| Weight (kg)                          | Control    | 74.6±3.4   | 73.8±4.1   | 0.093              | 0.003 <sup>#</sup> |
|                                      | Experiment | 77.1±3.2   | 74.9±3.3   | 0.004 <sup>*</sup> |                    |
| Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) | Control    | 26.5±0.9   | 26.8±1.1   | 0.96               | 0.005 <sup>#</sup> |
|                                      | Experiment | 28.0±0.8   | 27.5±1.1   | 0.005 <sup>*</sup> |                    |
| Body fat percentage                  | Control    | 36.36±4.22 | 36.10±5.24 | 0.987              | 0.008 <sup>#</sup> |
|                                      | Experiment | 39.45±3.35 | 34.92±1.46 | 0.030 <sup>*</sup> |                    |
| Waist-to-hip ratio                   | Control    | 0.96±0.02  | 0.98±0.05  | 0.094              | 0.002 <sup>#</sup> |
|                                      | Experiment | 0.95±0.05  | 0.91±0.08  | 0.010 <sup>*</sup> |                    |

\* Significant difference (paired t-test); <sup>#</sup>Significant difference (ANCOVA).

**Table 3.** Descriptive statistics and inter-group and intra-group comparison of resistin, visfatin, and chemerin levels in two groups before and after the intervention

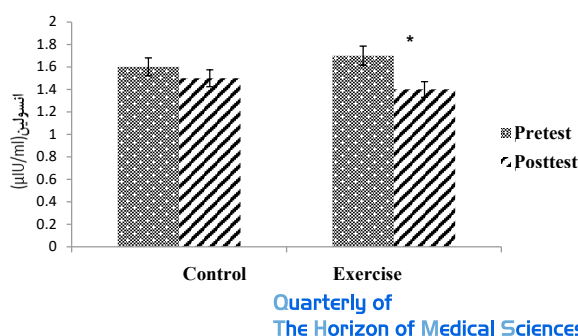
| Variables        | Group      | Mean±SD      |              | P           |             |
|------------------|------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
|                  |            | Pre-test     | Post-test    | Inter-group | Intra-group |
| Resistin (ng/mL) | Control    | 6.14±6.14    | 6.07±0.31    | 0.654       | 0.005*      |
|                  | Experiment | 6.37±0.26    | 4.85±0.19    | 0.001*      |             |
| Visfatin (ng/mL) | Control    | 1.23±1.10    | 1.31±0.17    | 0.146       | 0.034*      |
|                  | Experiment | 1.33±1.11    | 0.91±0.30    | 0.045*      |             |
| Chemerin (ng/ml) | Control    | 1100.15±3.08 | 1068.07±4.35 | 0.700       | 0.025*      |
|                  | Experiment | 1009.83±3.39 | 780.08±3.84  | 0.009*      |             |

\* Significant difference (paired t-test); #Significant difference (ANCOVA).

Quarterly of  
The Horizon of Medical Sciences

showed that the mean weight (P=0.004), BMI (P=0.005), fat percentage (P=0.030), and WHR (P=0.010) decreased significantly after the intervention in the exercise group compared to controls. The inter-group comparison also showed that the mean weight (P=0.003), BMI (P=0.005), fat percentage (P=0.008), and WHR (P=0.002) decreased significantly after the intervention in the exercise group compared to controls.

As shown in Table 3, the results of the paired t-test showed a significant intra-group difference. They indicated that 8 weeks of Pilates exercise significantly reduced serum levels of resistin (P=0.001), visfatin (P=0.045), and chemerin (P=0.009). The results of ANCOVA showed a significant inter-group difference and indicated that 8 weeks of Pilates exercise significantly reduced serum levels of resistin (P=0.005), visfatin (P=0.034), and chemerin (P=0.025). There was also a significant decrease in insulin level in the exercise group after the intervention (Figure 1).

**Figure 1.** Comparing insulin level in two groups before and after the intervention

\* Significant difference between groups.

#### 4. Discussion

There is ample evidence that some hormones secreted by adipose tissue are involved in adipogenesis, energy metabolism, and inflammation [25-29]. Previous studies have reported the effect of exercise on the adipokines: resistin, visfatin, and chemerin [26-30]. The purpose of this clinical trial was to evaluate the impact of the Pilates exercise program on serum levels of resistin, visfatin, and chemerin in overweight women. The findings showed that the serum levels of all three adipokines were significantly reduced after the intervention. According to recent studies, resistin has been reported as a secretor of many proteins and is a new signal molecule that is reduced during adipogenesis [31]. In contrast to several studies in which the resistance levels increased or remained unchanged, its levels in the present study decreased significantly. Changes in weight and fat percentage are suggested as possible mechanisms to reduce resistin levels after exercise [26]. The result of the present study regarding the effect of exercise on resistin level and its reduction is consistent with the results of Sartor et al. [27], Gueugnon et al. [28], and Gorge et al. [29]. Still, it is against the findings of Jones et al. [30] and Kang et al. [31]. The decrease in body fat percentage and the decrease in serum level of resistin may be related to the body's physiology in response to the type and duration of exercise [24]. In the study by Jones et al. [30], who examined the effect of 16 weeks of aerobic exercise with an intensity of 50%-85% maximum oxygen consumption, no weight loss was observed, but a decrease in body fat percentage was reported. To influence the body fat percentage, the intensity and duration of exercise should be considered so that fatty acids are used as a source of energy. The discrepancy between results may be the difference in duration/intensity/type of exercise and gender [24], which are factors affecting the production of resistin.

Another adipokine measured in the present study was visfatin, whose serum levels decreased after 8 weeks of Pilates exercise. Although the function of visfatin has not yet been fully elucidated, it may play a dual role. The first is the autocrine/paracrine function that facilitates the differentiation of fat cells into visceral adipose tissue [32]. Another issue is the endocrine role, which affects insulin sensitivity in peripheral tissues and glucose, and is thus involved in the development of obesity [32, 33]. In our study, the serum level of insulin also decreased after 8 weeks of Pilates exercise. One of the reasons for this decrease is the increase in insulin sensitivity, which reduces serum levels. Many studies have shown that physical activity reduces the serum level of visfatin [34-36]. For example, Haider et al. examined the effect of aerobic exercise on visfatin levels in 18 patients with type 1 diabetes. The exercise was performed on an ergometer exercise bike with an intensity of 60%-70% heart rate reserve for 2-4 months, each session for 1 hour. After exercise, visfatin levels in the experimental group decreased significantly, and this effect remained stable for 8 months after the end of the program [34]. Another study compared the effects of 8 weeks of strength and endurance training (8 weeks, 3 sessions per week) on plasma visfatin levels in middle-aged men. It showed that both strength and endurance trainings reduce plasma visfatin concentration in middle-aged men by lowering body fat percentage [35], which is consistent with our study. Plasma reduction of visfatin due to exercise is probably due to weight loss and body composition changes of overweight women. It can be said that the decreased visfatin occurs after long-term exercise (8-12 weeks), which is not affected by gender or age. However, in the study by Taghian et al. [37], 12 weeks of aerobic exercise had no significant effect on serum levels of visfatin in obese women. This discrepancy may be due to differences in the exercise protocol, study population, duration and intensity of exercise, nutrition, age, race, etc. In general, long-term exercise with a specific intensity, such as Pilates, can alter visfatin levels and play a useful role in controlling overweight and obesity.

Another biochemical factor measured in the present study was chemerin, whose level decreased significantly after 8 weeks of Pilates exercise. In a study on patients undergoing weight loss after surgery, serum chemerin levels significantly reduced after surgery, suggesting that it may mediate metabolic changes in obesity [38]. Experimental evidence indicates that reduced chemerin level or its receptor disrupts fat cell differentiation and alters the expression of vital genes involved in fat and glucose metabolism. Reports have also suggested an additional role for chemerin in various biological processes, including cell differentiation and proliferation, angiogenesis, renal function, and energy metabolism [39]. Studies have shown that serum chemerin

levels increase in obese people compared to lean people. Chemerin circulation levels positively correlate with inflammatory markers such as TNF- $\alpha$ , interleukin-6, and C-reactive protein [40, 41]. Another study on 36 women with diabetes showed that the plasma levels of chemerin decreased significantly [41]. Another study on 35 overweight people with diabetes, 12 weeks of exercise also reduced serum chemerin levels. They showed that changes in chemerin concentration during 12 weeks were negatively associated with insulin sensitivity and positively correlated with changes in fasting blood sugar and total cholesterol [42]. This decrease in chemerin level in the mentioned studies is consistent with the results of the present study. However, in some studies, an increase in the chemerin level has been reported. For example, Chakaroun et al. in a study on the effect of 12 weeks of exercise (20-min warm-up, 20-min swimming, and 20-min cooling down) on obese people with type 2 diabetes, reported that the chemerin mRNA expression level was higher, especially in adipose tissue and correlated with circulating chemerin, BMI, body fat percentage, C-reactive protein, homeostasis model assessment of insulin resistance, and glucose infusion rate. This increase may be due to insulin resistance in these patients. The increase in mRNA supports the role of chemerin in increasing the mRNA in adipose tissue of obese people with type 2 diabetes [23], which is against our results. The reasons for this discrepancy are the duration of exercise and the patients' medical history.

It should be noted that chemerin response to exercise is influenced by various factors, especially when comparing subjects with different diseases. It seems that when the intensity of exercise is low, the chemerin level increases, but when the intensity of exercise is moderate or high, its level decreases. Some of the limitations of this study were different adaptive responses of women to the exercises, their individual differences, and dietary. Therefore, coaches and sports professionals are advised to design training protocols more carefully.

## 5. Conclusion

Eight weeks of Pilates exercise improves anthropometric parameters and significantly reduces the resistin, visfatin, and chemerin levels in inactive, overweight women. Pilates can have an impact on metabolic status through increasing vagus nerve stimulation, reducing inflammatory cytokines (which play an essential role in chronic diseases), visceral fat, and oxidative stress, and improving insulin sensitivity. Perhaps one reason for these changes is the duration of exercise and reduced weight and BMI of women after Pilates. However, due to the lack of control over some factors such

as nutrition and motivation, these results should be interpreted cautiously.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

This study has been approved by the Ethics Committee of Ardabil University of Medical Sciences (Code: IR.ARUMS.REC.1398.114). It has a clinical trial Code IRCT20181203037718N1.

### Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

### Authors' contributions

Conceptualization and supervision: Mojdeh Khajehlandi and Lotfali Bolboli; Methodology: Mojdeh Khajehlandi; Investigation, writing original draft, and writing review & editing, funding acquisition and resources: All authors; Data collection: Mojdeh Khajehlandi and Behzad Zabihi; Data analysis: Sayeh Bolbol.

### Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

---

This Page Intentionally Left Blank

---

## بررسی تأثیر یک دوره تمرین ورزشی پیلاتس بر سطوح سرمی رزیستین، ویسفاتین، و کمترین زنان دارای اضافه وزن

\*مژده خواجه‌لندی<sup>۱</sup>، لطفعلی بلیلی<sup>۱</sup>، سایه بلبل<sup>۲</sup>، بهزاد ذبیحی<sup>۳</sup>

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. گروه شیمی کاربردی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳. گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

### چکیده

تاریخ دریافت: ۱۳ آذر ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: ۱۶ مهر ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۱۲ دی ۱۳۹۹

**اهداف:** هموستاز و سطوح آدیپوکاین‌های بدن تحت تأثیر فعالیت بدنی و اضافه‌وزن قرار گرفته، بدین ترتیب دستخوش تغییراتی می‌شوند. از این رو هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرین ورزشی پیلاتس بر سطوح سرمی رزیستین، ویسفاتین، و کمترین زنان دارای اضافه‌وزن بود.

**مواد و روش‌ها:** در مطالعه نیمه‌تجربی حاضر، ۲۸ زن دارای اضافه‌وزن داوطلبانه شرکت کردند و به طور تصادفی به دو گروه چهارده نفره (آزمایش و کنترل) تقسیم شدند. برنامه تمرینی پیلاتس به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته) در باشگاه ورزشی اهواز به اجرا درآمد. در این مدت اعضای گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند. نمونه‌های خونی قبل و ۴۸ ساعت پس از هفته هشتم تمرین بعد از ۱۲-۱۴ ساعت ناشتا بودن طی دو مرحله برای اندازه‌گیری سطوح سرمی رزیستین، ویسفاتین و کمترین از گروه‌های مورد مطالعه گرفته شد. از آزمون آماری تی وابسته جهت بررسی تغییرات درون‌گروهی متغیرها و از آزمون تحلیل کوواریانس جهت بررسی تغییرات بین گروه‌های تحقیق استفاده شد. مقادیر به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ با سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ آنالیز شدند.

**یافته‌ها:** نتایج تحقیق نشان داد که پس از یک دوره تمرین پیلاتس در گروه تمرین میزان تغییرات سطوح سرمی رزیستین ( $P=0/001$ ) و ویسفاتین ( $P=0/045$ ) و کمترین ( $P=0/009$ ) کاهش معناداری نسبت به قبل از تمرین داشتند. همچنین در مقایسه بین گروهی نیز میزان تغییرات سطوح سرمی رزیستین ( $P=0/005$ ) و ویسفاتین ( $P=0/034$ ) و کمترین ( $P=0/025$ ) نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری داشتند.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج این‌گونه به نظر می‌رسد که تمرین ورزشی پیلاتس یک عامل تحریکی کافی برای کاهش رزیستین، ویسفاتین و کمترین در زنان دارای اضافه‌وزن است و می‌تواند به عنوان یک برنامه تمرینی مناسب جهت کنترل سلامت و وضعیت فیزیولوژیک در زنان دارای اضافه‌وزن مورد توجه قرار گیرد.

### کلیدواژه‌ها:

ورزش، رزیستین، ویسفاتین، کمترین، اضافه‌وزن

### مقدمه

سطح سیستماتیک مؤثرند [۲]. آدیپوکاین‌های متفاوتی از بافت چربی ترشح می‌شوند که از جمله آن‌ها می‌توان به آدیپونکتین<sup>۱</sup>، رزیستین<sup>۲</sup>، پروتئین ۴ متصل‌شونده به رتینول<sup>۳</sup>، فاکتور نکروز تومور آلفا<sup>۴</sup>، اینتر لوکین ۶<sup>۵</sup>، امنتین<sup>۶</sup>، کمترین<sup>۷</sup> و ویسفاتین<sup>۸</sup> اشاره کرد [۴].

امروزه در بسیاری از افراد در نقاط مختلف جهان اضافه‌وزن، چاقی و تجمع بافت چربی در بدن دیده می‌شود؛ به طوری که این موضوع فقط منحصر به کشورهای توسعه‌یافته نیست [۱]. بر اساس تحقیقات مشخص شده است که بافت چربی علاوه بر کمک کردن به ذخیره انرژی در درازمدت تعداد زیادی مولکول زیستی از جمله آدیپوکاین‌ها را ترشح می‌کند که اعمال فیزیولوژیکی مانند التهاب، هموستاز انرژی و ایمنی را کنترل می‌کند [۲]. این آدیپوکاین‌ها تنظیم‌کننده‌های مهم توسعه بافت چربی را تولید می‌کنند و تأثیر قابل توجهی بر متابولیسم گلوکز در بافت‌های مختلف بدن دارند و به طور کلی بر تعادل انرژی در

1. Adiponectin
2. Resistin
3. Retinol binding protein-4
4. Tumor necrosis factor alpha
5. Interleukin-2
6. Omentin
7. Chemerin
8. Visfatin

\* نویسنده مسئول:

مژده خواجه‌لندی

نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۸۲۶۲۶۸۳ (۹۱۶) ۰۹۸+

پست الکترونیکی: md.khajehtandi@uma.ac.ir



این اساس با توجه به اینکه تمرینات پیلاتس در حالت نشسته، خوابیده و ایستاده بدون طی مسافت، پرش و جهش انجام می‌گیرد [۲۴] و در نتیجه آسیب‌های ناشی از صدمات مفصلی را کاهش می‌دهد مدنظر محققان گرفته است. در ارتباط با تأثیر فعالیت بدنی بر سطوح سرمی رزیستین، ویسفاتین و کمترین تحقیقات کم و متناقضی در زنان صورت گرفته است و انجام تحقیق روی زنان به عنوان افرادی که بیشتر در معرض چاقی قرار دارند حائز اهمیت است؛ بنابراین با توجه به محدودیت تحقیقات در مورد تأثیر پیلاتس بر سطوح آدیپوکاین‌ها، به‌ویژه در زنان دارای اضافه‌وزن، هدف این مطالعه بررسی تأثیر یک دوره تمرینات ورزشی پیلاتس بر سطوح سرمی رزیستین، ویسفاتین و کمترین زنان دارای اضافه‌وزن بود.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون بود. در ابتدا برای اطلاع‌رسانی با نصب اطلاعیه‌های فراخوان در سطح شهر، افراد دارای اضافه‌وزن که تمایل به اجرای تمرینات ورزشی جهت تعدیل وزن و کنترل سلامت جسمانی خود را داشتند، شناسایی شدند. آزمودنی‌های شرکت‌کننده شامل ۲۸ نفر از زنان دارای اضافه‌وزن شهر اهواز با دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال و شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۲۹ کیلوگرم بر متر مربع بودند. از میان داوطلبان، زنان واجد معیارهای ورود به پژوهش به صورت هدفمند انتخاب شدند. افراد مورد مطالعه فاقد هرگونه ابتلا به بیماری‌های قلبی‌عروقی، کلیوی، دیابت و آسیب جسمانی و ارتوپدی بودند. علاوه بر این، نداشتن فعالیت منظم ورزشی طی شش ماه گذشته و توانایی انجام فعالیت ورزشی از شرایط ورود به پژوهش بود. معیارهای خروج از تحقیق شامل مصرف هرگونه دارو یا مکمل و عدم همکاری در اجرای مراحل مختلف تحقیق بود. در جلسه اول توضیحات کامل در مورد هدف انجام کار و مراحل اجرای کار شامل مراحل اندازه‌گیری شاخص‌های پیکرسنجی و خون‌گیری به آزمودنی‌ها داده شد و به آن‌ها اطمینان داده شد که اطلاعات به‌دست‌آمده کاملاً محرمانه خواهد ماند و در صورت تمایل این اطلاعات در اختیار آن‌ها قرار خواهد گرفت. همچنین به آن‌ها اعلام شد که در هر زمان از تحقیق که تمایل به همکاری نداشتند می‌توانند از ادامه همکاری دست بکشند. سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی در دو گروه آزمایش (چهارده نفر) و گروه کنترل (چهارده نفر) قرار گرفتند.

### پروتکل پژوهش

برنامه تمرینی شامل هشت هفته تمرین پیلاتس (سه جلسه در هفته) و هر جلسه ۶۰ دقیقه بود. هر جلسه تمرین شامل سه مرحله بود: گرم کردن، تمرینات پیلاتس و بازگشت به حالت اولیه. این تمرینات به بخش اول تمرینات روی تشک و بخش دوم تمرینات با استفاده از باند کشی و توپ تقسیم شد که در جدول شماره ۱ به

رزیستین هورمون پپتیدی است که سطح آن در افراد چاق بالاست. این هورمون ارتباط نزدیکی با ضایعه آترواسکلروز دارد که اختلال در متابولیسم گلوکز و لیپید باعث ایجاد این ضایعه می‌شود [۷-۵]. نتیجه‌گیری مطالعات در زمینه بررسی هورمون رزیستین در موش‌ها این‌گونه نشان داد که رزیستین بین مقاومت به انسولین و چاقی ارتباط برقرار می‌کند [۸]. از طرف دیگر بر اساس بسیاری از مطالعات این‌گونه گفته می‌شود که چاقی با افزایش سطوح این هورمون همراه بوده است، اما برخی مطالعات آن را تأیید نکرده‌اند [۹، ۱۰]. یکی دیگر از آدیپوکاین‌ها که از بافت چربی ترشح می‌شود ویسفاتین است که به عنوان فاکتور پیش‌سلول‌های کلونی فزاینده نیکوتین<sup>B</sup> یا آمید فسفوریبوزیل ترانسفراز شناسایی شده است [۱۱]. در تحقیقات مختلف ارتباط مثبت بین تغییرات سطوح ویسفاتین گردش خون با بیماری‌هایی مانند چاقی، دیابت و بیماری‌های کلیوی گزارش شده است [۱۲-۱۴]. به علاوه این آدیپوکاین با مقاومت انسولینی ارتباط مثبت دارد [۱۴، ۱۳]. یکی از دیگر فاکتورهای تنظیم‌کننده مهم در توسعه بافت چربی کمترین است که یکی از آدیپوکاین‌های ترشح‌شده از بافت چربی است که نقش محوری در فراخوانی ماکروفاژها به بافت چربی دارد و موجب التهاب این بافت می‌شود [۱۵]. غلظت پلاسمایی کمترین، رابطه مستقیمی با شاخص توده بدنی، گلوکز خون، انسولین ناشتا، لپتین، TNF- $\alpha$  و اینترلوکین ۶ دارد [۱۶] و سطح سرمی آن در افراد چاق بالاتر است. کمترین با اتصال به گیرنده خود باعث اثرگذاری بر عملکرد سیستم ایمنی می‌شود [۱۷].

امروزه از ورزش به عنوان روش کمک‌درمانی برای سندرم متابولیک، کاهش چربی و مقاومت به انسولین استفاده می‌شود [۱۸]. از آنجا که تغییر در غلظت آدیپوکاین‌ها نیز نشانه اولیه‌ای از کاهش و عدم فعالیت بافت چربی است، از ورزش و فعالیت بدنی به عنوان کلید دست‌یابی به این هدف یاد می‌شود [۱۹]. با توجه به اهمیت فعالیت‌های بدنی در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، انجام فعالیت‌های ورزشی از جمله عواملی است که از طریق کاهش چربی و افزایش حساسیت انسولینی بافت‌ها، باعث بهبود عملکرد عروقی می‌شود. تمرین ورزشی در اشکال مختلف بر سطوح رزیستین، ویسفاتین و کمترین پلازما در نمونه‌های انسانی و حیوانی مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج ناهمسوایی در این زمینه گزارش شده است. به طوری که در برخی از تحقیقات کاهش و در برخی دیگر عدم تغییر یا افزایش سطوح آن‌ها اعلام شده است [۲۰-۱۹].

در اغلب تحقیقات از تمرینات هوازی برای کاهش وزن و چربی استفاده شده است. این در صورتی است که بسیاری از افراد به دلیل بیماری قلبی، آرتروز و دیسک، کم‌درد، فشار خون، چاقی و مانند آن نمی‌توانند در کلیه فعالیت‌های بدنی شرکت کنند. بر

جدول ۱. نمایش افزایش شدت، مدت و نوع تمرینات اصلی در هفته‌های متوالی پروتکل تحقیق

| نوع تمرین            | هفته | حرکات   | شدت   |
|----------------------|------|---|-------|
| تمرینات بدون وسیله   | ۱-۳  | تبادل یک پا از رویه‌رو با پای خم، پایین رفتن از پشت به زمین، دایره تک پا و چرخش پنجه پا، رساندن کف هر دو دست به زمین، چهار دست و پا با ضربه دست و پای پری دریایی، پل سرشانه با حرکت یک پا، فشار لوزی، کبر، دارت، سوپرم، کن کن با پای جمع، کشش تک پا، کشش دو پا، کشش تک پا با پیچ بالاتنه  | ۱۰-۱۲ |
| تمرینات به وسیله توپ | ۴-۶  | پایین رفتن از پشت به زمین، دایره تک پا و چرخش پنجه پا، رساندن کف هر دو دست به زمین، تبادل چهار دست و پا، پری دریایی، پل سرشانه با حرکت یک پا، فشار لوزی، کبر با چرخش گردن، شنای کامل، ستاره کامل، سوپرم، دارت با چرخش کمر به طرفین، کن کن با صاف و دو پای صاف، خم شدن از پهلو خوابیده، اره، رول آپ، صد، خط‌کش از پشت، خط‌کش از جلو، ضربه پا از پهلو | ۱۲-۱۴ |
| تمرینات به وسیله توپ | ۷-۸  | کشش ساق پا، اسکات با توپ، اسکات تک پا با روی توپ، بلند کردن سینه کف پا روی توپ، بلند کردن سینه با چرخش بالاتنه، پل سرشانه کف پا روی توپ، پل سرشانه تک پا، باز کردن پشت، خط‌کش از جلو و بلند کردن یک پا، شنا روی توپ، غلتاندن توپ به جلو، خم شدن از پهلو، دست و پا باز، کشش تک پا با پای خم، کشش تک پا با پای صاف، خط کش از پشت، پایک، صد، تیزر      | ۱۴-۱۶ |

## فوق دانش

کشور چین با حساسیت ۷/۵ نانوگرم بر میلی لیتر برای کمترین و با حساسیت ۰/۱ نانوگرم بر میلی لیتر برای ویسفاتین اندازه‌گیری شد. بر اساس فرم خوداظهاری شرکت کنندگان در تحقیق حاضر مشخص شده بود که آزمودنی‌ها از عادت ماهیانه طبیعی برخوردار بودند و در دوره پژوهش تحت درمان دارویی نبودند.

## تحلیل آماری

جهت نشان دادن میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی استفاده شد. پس از بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک و همگن بودن گروه‌ها با استفاده از آزمون لون، از آزمون تی همبسته و تحلیل کوواریانس به ترتیب برای بررسی تغییرات درون گروهی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون و تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از SPSS نسخه ۲۳ آنالیز شدند و سطح معناداری آزمون‌های آماری در سطح  $P < 0.05$  تعریف شد.

## یافته‌ها

در جدول شماره ۲ یافته‌های مربوط به شاخص‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدن آزمودنی‌ها آورده شده است. نتایج این جدول حاکی از آن است که میانگین شاخص‌های وزن  $(P=0.004)$ ، نمایه توده بدن  $(P=0.005)$ ، درصد چربی  $(P=0.030)$  و نسبت دور کمر به لگن  $(P=0.010)$  از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه آزمایش کاهش معناداری یافته است. علاوه بر این کاهش وزن  $(P=0.003)$ ، نمایه توده بدن  $(P=0.005)$ ، درصد چربی  $(P=0.008)$  و نسبت دور کمر به لگن  $(P=0.002)$  در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل معنادار بود.

نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که هشت هفته تمرین پیلاتس باعث کاهش معنادار سطوح سرمی رزیستین  $(P=0.001)$ ، ویسفاتین  $(P=0.045)$  و کمربین  $(P=0.009)$  در گروه تمرین شده است و نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نیز نشان داد که بین دو گروه آزمایش و کنترل پس از اتمام دوره تمرینی اختلاف معنادار وجود دارد

نمایش گذاشته شده است. حرکات از ساده شروع شد و در ادامه به شدت و پیچیدگی آن‌ها افزوده می‌شد. شدت تمرین توسط شاخص بورگ سنجیده شد؛ به گونه‌ای که در گرم کردن و سرد کردن از شاخص درک فشار ۸-۱۰ استفاده شد و در مرحله تمرینات اصلی، به شدت تمرین از هفته اول تا هفته آخر (شاخص درک فشار ۱۸-۱۰) به تدریج افزوده شد. تمرینات ابتدا در حالت ایستاده، سپس نشسته و خوابیده هدایت شدند. افراد گروه کنترل نیز در این مدت هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند.

## اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریکی و بیوشیمیایی

شاخص‌های قد (قدسنج (Seca)، وزن، شاخص توده بدن (دستگاه سنجش ترکیب بدنی Body composition Analy-ser, in body 3)، درصد چربی بدن و نسبت دور کمر به لگن و متغیرهای بیوشیمیایی، قبل از شروع دوره تمرینی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین برای جلوگیری از احتمال اثر حاد آخرین جلسه تمرین بر متغیرهای خونی، با حالت ۱۲ ساعت ناشتا اندازه‌گیری شدند. به آزمودنی‌ها گفته شده بود که تا ۴۸ ساعت قبل از شروع خون‌گیری مرحله اول فعالیت سنگینی انجام ندهند. دما و ساعت خون‌گیری اول برای انجام خون‌گیری بعدی، بعد از اتمام پروتکل ثبت شد. بر اساس آزمون توصیفی مشخص شد که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری پیش از شروع تحقیق میان دو گروه در مشخصات آنتروپومتریکی وجود ندارد که این عدم تفاوت معنی‌دار نشانه همگنی گروه‌ها در آغاز دوره تمرینی است.

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی مقدار ۵ میلی لیتر خون از سیاهرگ بازویی هر فرد بین ساعات ۸ تا ۹ صبح گرفته شد. پس از سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه و با سه هزار دور بر دقیقه، سرم خون جداسازی و در میکروتیوب‌های مخصوص ریخته شد و در دمای منفی ۷۰ درجه نگهداری شد. سطوح رزیستین توسط کیت آزمایشگاهی CUSABIO BIOTECH ساخت کشور چین با درجه حساسیت ۰/۰۸ نانوگرم بر میلی لیتر و سطوح ویسفاتین و کمربین نیز به ترتیب با استفاده از کیت مدل CUSABIO ساخت

جدول ۲. شاخص‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی گروه آزمایش و کنترل

| شاخص                                | گروه   | میانگین $\pm$ انحراف معیار |                  | P      |
|-------------------------------------|--------|----------------------------|------------------|--------|
|                                     |        | پیش‌آزمون                  | پس‌آزمون         |        |
| سن (سال)                            | کنترل  | ۳۰/۱ $\pm$ ۴/۰             |                  |        |
|                                     | آزمایش | ۲۹/۶ $\pm$ ۳/۴             |                  |        |
| قد (سانتی‌متر)                      | کنترل  | ۱۶۵/۵ $\pm$ ۴/۰            |                  |        |
|                                     | آزمایش | ۱۶۵/۷ $\pm$ ۳/۳            |                  |        |
| وزن (کیلوگرم)                       | کنترل  | ۷۴/۶ $\pm$ ۳/۴             | ۷۳/۸ $\pm$ ۴/۱   | ۰/۰۰۳* |
|                                     | آزمایش | ۷۷/۱ $\pm$ ۳/۲             | ۷۴/۹ $\pm$ ۳/۳   | ۰/۰۰۴* |
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع) | کنترل  | ۲۶/۵ $\pm$ ۰/۹             | ۲۶/۸ $\pm$ ۱/۱   | ۰/۰۰۵* |
|                                     | آزمایش | ۲۸/۰ $\pm$ ۰/۸             | ۲۷/۵ $\pm$ ۱/۱   | ۰/۰۰۵* |
| چربی بدن (درصد)                     | کنترل  | ۳۶/۳۶ $\pm$ ۴/۲۲           | ۳۶/۱۰ $\pm$ ۵/۲۴ | ۰/۰۰۸* |
|                                     | آزمایش | ۳۹/۴۵ $\pm$ ۳/۳۵           | ۳۴/۹۲ $\pm$ ۱/۴۶ | ۰/۰۳۰* |
| نسبت دور کمر به لگن (WHR)           | کنترل  | ۰/۹۶ $\pm$ ۰/۰۲            | ۰/۹۸ $\pm$ ۰/۰۵  | ۰/۰۰۲* |
|                                     | آزمایش | ۰/۹۵ $\pm$ ۰/۰۵            | ۰/۹۱ $\pm$ ۰/۰۸  | ۰/۰۱۰* |

\* بیانگر تفاوت معنادار درون گروهی بر اساس آزمون تی وابسته؛ \* بیانگر تفاوت معنادار بین گروه‌ها بر اساس آزمون تحلیل کوواریانس.

افتخ دانش

### بحث

شواهد علمی بسیاری نشان می‌دهند که برخی از هورمون‌های ترشح شده از بافت چربی در آدیپوژنز، سوخت‌وساز انرژی و التهاب نقش دارند [۲۵-۲۹] و تحقیقات صورت گرفته پیشین مبنی بر تأثیر تمرین بدنی بر آدیپوکاین‌های رزیستین، ویسفاتین

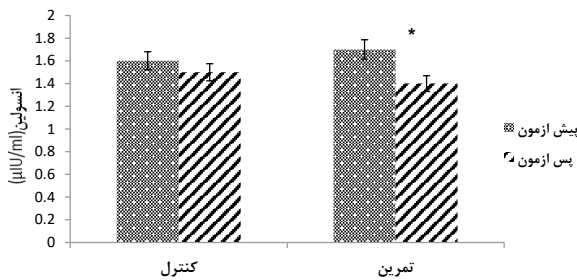
( $P < 0.05$ ) و در هر سه متغیر اندازه‌گیری شده رزیستین، ویسفاتین و کمترین به ترتیب کاهش معنادار با سطح معناداری  $P = 0.005$ ،  $P = 0.034$ ،  $P = 0.025$  در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. علاوه بر این کاهش معناداری در میزان انسولین در گروه آزمایش وجود داشت که در تصویر شماره ۱ به‌وضوح نشان داده شده است.

جدول ۳. متغیرهای تحقیق پیش و پس از هشت هفته تمرین پیلاتس در گروه آزمایش و گروه کنترل و مقایسه درون گروهی و بین گروهی آن‌ها

| متغیر          | گروه   | میانگین $\pm$ انحراف معیار |                    | P      |
|----------------|--------|----------------------------|--------------------|--------|
|                |        | پیش‌آزمون                  | پس‌آزمون           |        |
| رزیستین ng/ml  | کنترل  | ۶/۱۴ $\pm$ ۰/۲۰            | ۶/۰۷ $\pm$ ۰/۳۱    | ۰/۰۰۵* |
|                | آزمایش | ۶/۳۷ $\pm$ ۰/۲۶            | ۴/۸۵ $\pm$ ۰/۱۹    | ۰/۰۰۱* |
| ویسفاتین ng/ml | کنترل  | ۱/۲۳ $\pm$ ۰/۱۰            | ۱/۳۱ $\pm$ ۰/۱۷    | ۰/۰۴۳* |
|                | آزمایش | ۱/۳۳ $\pm$ ۰/۱۱            | ۰/۹۱ $\pm$ ۰/۳۰    | ۰/۰۴۵* |
| کمترین ng/ml   | کنترل  | ۱۱۰۰/۱۵ $\pm$ ۳/۰۸         | ۱۰۶۸/۰۷ $\pm$ ۴/۳۵ | ۰/۰۲۵* |
|                | آزمایش | ۱۰۰۹/۸۳ $\pm$ ۳/۹۹         | ۷۸۰/۰۸ $\pm$ ۳/۸۴  | ۰/۰۰۹* |

افتخ دانش

\* بیانگر تفاوت معنادار بر اساس آزمون تی زوجی؛ \* بیانگر تفاوت معنادار بر اساس آزمون تحلیل کوواریانس.



### فوق دانش

تصویر ۱. میزان تغییرات انسولین قبل و بعد از هشت هفته تمرین پیلاتس نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌ها.

آن است که حساسیت انسولین را در بافت‌های محیطی و بنابراین گلوکز را تحت تأثیر قرار داده و بدین ترتیب در توسعه چاقی نقش دارد [۳۲، ۳۳]. چنان‌که در تحقیق حاضر نیز مشاهده شد میزان انسولین سرمی کاهش یافت. شاید یکی از دلایل کاهش انسولین پس از هشت هفته تمرین پیلاتس افزایش حساسیت انسولینی بوده که متعاقب آن میزان سطوح سرمی کاهش پیدا کرده است. بسیاری از تحقیقات صورت پذیرفته نشان‌دهنده این است که فعالیت طولانی‌مدت باعث کاهش سطح سرمی این هورمون می‌شود [۳۴-۳۶]. چنان‌که هیدر و همکاران اثر تمرین هوازی بر سطوح ویسفاتین هجده بیمار مبتلا به دیابت نوع یک را بررسی کردند. برنامه تمرین تمرین روی دوچرخه ارگومتر با شدت ۶۰-۷۰ درصد ضربان ذخیره<sup>۱</sup> به مدت دو تا چهار ماه و یک ساعت در جلسه بود. متعاقب دو تا چهار ماه تمرین، سطوح ویسفاتین در گروه آزمایش به طور معناداری کاهش یافت و هشت ماه پس از اتمام برنامه تمرین نیز این اثر باقی ماند [۳۴]. در مطالعه دیگری به مقایسه اثرات هشت هفته تمرین قدرتی و استقامتی بر سطوح ویسفاتین پلازما در مردان میانسال پرداختند و نشان داده شد که تمرینات قدرتی به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته) و تمرینات استقامتی نیز به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه به واسطه کاهش توده چربی موجب کاهش غلظت ویسفاتین پلازما در مردان میانسال می‌شود [۳۵] که با نتایج مطالعه حاضر همسو هستند.

با توجه به نتایج تحقیق حاضر و کاهش وزن آزمودنی‌ها پس از هشت هفته تمرین ورزشی پیلاتس، این فرضیه قابل تأیید است که کاهش پلاسمایی ویسفاتین در اثر تمرین احتمالاً ناشی از کاهش وزن و تغییرات ایجاد شده در ترکیب بدن زنان دارای اضافه‌وزن است. می‌توان گفت پاسخ کاهشی ویسفاتین به دنبال تمرینات طولانی‌مدت هشت یا دوازده هفته‌ای رخ می‌دهد که این موضوع تحت تأثیر جنسیت یا سن نیست. این در حالی است که در مطالعه تقیان و همکاران [۳۷] مشاهده شد که دوازده هفته تمرین هوازی بر سطوح سرمی ویسفاتین زنان چاق تأثیر معناداری ندارد که عوامل مهمی از قبیل تفاوت در پروتکل

و کمترین هستند [۳۰-۲۶]. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرینات ورزشی پیلاتس بر سطوح سرمی رزیستین، ویسفاتین و کمترین زنان دارای اضافه‌وزن بود. یافته‌های اصلی پژوهش حاضر نشان داد که پس از اتمام دوره تمرین، سطوح هر سه آدیپوکاین مورد بررسی کاهش معناداری یافته است. یکی از فاکتورهای مورد بررسی سطوح سرمی رزیستین بوده است و بر اساس تحقیقات صورت گرفته اخیر به عنوان ترشح‌کننده تعداد زیادی پروتئین مطرح شده است و سیگنال جدیدی است که طی آدیپوزنز، کاهش می‌یابد [۳۱]. بر خلاف پژوهش‌های متعددی که در آن‌ها مقادیر رزیستین افزایش و یا بدون تغییر مانده بود، سطوح آن در پژوهش حاضر کاهش معناداری یافت. تغییرات به دست آمده در وزن و توده چربی به عنوان مکانیسم‌های محتمل در کاهش مقادیر رزیستین به دنبال تمرینات ورزشی مطرح هستند [۲۶].

نتیجه مطالعه حاضر از لحاظ اثر تمرین بر سطوح رزیستین و کاهش آن پس از یک دوره تمرین پیلاتس با نتایج مطالعه سارتور و همکاران [۲۷]، جواگون و همکاران [۲۸] و جورج و همکاران [۲۹] هم‌راستاست. اما با تحقیق گادکولو و همکاران [۳۰] و جینز و همکاران [۳۱] ناهم‌سوست. از جمله عواملی که می‌تواند باعث کاهش رزیستین شود، کاهش وزن و درصد چربی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق است. چنان‌که مطالعات ذکر شده بالا نیز به کاهش درصد چربی هم‌زمان با کاهش میزان سرمی رزیستین اشاره کرده‌اند که این کاهش نیز به فیزیولوژی عملکرد بدن در واکنش به نوع تمرینات ورزشی و مدت انجام این تمرینات است [۲۴]. چنان‌که در تحقیق گادکولو و همکاران که به بررسی شانزده هفته تمرین هوازی با شدت ۵۰-۸۵ درصد اکسیژن مصرفی پرداختند، با وجود اینکه کاهش وزن دیده نشد، اما کاهش درصد چربی بدن مشاهده شد. در واقع برای اثرگذاری بر درصد چربی بدن، حجم و زمان تمرین باید طوری در نظر گرفته شود که از اسیدهای چرب به عنوان منبع انرژی استفاده شود تا شاهد کاهش چربی بدن باشیم. در تحقیق حاضر نیز کاهش وزن و درصد چربی بدن در آزمودنی‌های گروه تحقیق مشاهده شد که هم‌راستا با مشاهدات پیشین است. در مورد تحقیقات ناهم‌سوست این ناهم‌سوستی را می‌توان به دلایل مختلف از قبیل مدت، شدت و نوع تمرین به علاوه جنسیت [۲۴] نسبت داد که از عوامل اثرگذار بر تولید رزیستین هستند و برای بررسی اثرات آن‌ها به تحقیقات بیشتری نیاز است.

از دیگر فاکتورهای اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر ویسفاتین بود که سطوح سرمی آن بعد از هشت هفته تمرین ورزشی پیلاتس کاهش یافت. گرچه تاکنون عملکرد ویسفاتین به طور کامل مشخص نشده است، اما این‌گونه به نظر می‌رسد که این هورمون دارای نقش دوگانه‌ای است؛ نخست عملکرد اتوکراین / پاراکراینی است که تمایز سلول‌های چربی در بافت چربی احشایی را تسهیل می‌کند [۳۲] و دیگری نقش اندوکراینی

10. Heart Rate Recovery (HRR)

و سابقه بیماری آزمودنی‌ها اشاره کرد. باید گفت پاسخ کمربین تحت تأثیر عوامل مختلفی است. به خصوص زمانی که آزمودنی‌ها با بیماری‌های مختلف را مورد مقایسه قرار دهیم پاسخ کمربین به فعالیت ورزشی متفاوت است. این گونه به نظر می‌رسد که وقتی که شدت تمرین پایین است، افزایش کمربین دیده می‌شود، اما هنگامی که شدت تمرین متوسط یا بالاست کاهش سطوح کمربین دیده می‌شود؛ همان گونه که در تحقیق حاضر نیز میزان سطوح استراحتی آن کاهش یافته است.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد هشت هفته تمرین ورزشی پیلاتس باعث بهبود شاخص‌های آنترپومتریکی و کاهش معنادار سطوح رزیستین، ویسفاتین و کمربین زنان غیرفعال دارای اضافه‌وزن شده است. تمرینات پیلاتس احتمالاً با افزایش تحریک عصب واگ و کاهش سایتوکاین‌های التهابی که در ابتلا به بیماری‌های مزمن نقش مهمی دارند، کاهش چربی احشایی، کاهش استرس اکسایشی و بهبود حساسیت انسولین می‌تواند بر وضعیت متابولیسمی تأثیر داشته باشد. شاید یکی از دلایل این تغییرات مدت زمان دوره تمرینی، کاهش وزن و نمایه توده بدنی آزمودنی‌ها پس از اتمام دوره تمرینی باشد. اما به علت عدم کنترل برخی موارد از قبیل تغذیه و انگیزه آزمودنی‌ها این نتایج باید با احتیاط تفسیر شوند.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به پاسخ‌های سازگاری گوناگون افراد به نوع فعالیت‌های ورزشی، تفاوت‌های فردی و رژیم غذایی اشاره کرد؛ بنابراین به مربیان و متخصصان ورزشی توصیه می‌شود با احتیاط بیشتری پروتکل‌های تمرینی را طراحی کنند.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش با کد IR.ARUMS.REC.1398.114 در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل مورد تأیید قرار گرفته است و دارای کد کارآزمایی بالینی به شماره RCT20181203037718N1 است.

#### حامی مالی

این مقاله برگرفته از بخشی از طرح پژوهشی دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه محقق اردبیلی است.

#### مشارکت‌نویسندگان

نوشتن نسخه اولیه و ایده اصلی: مژده خواجه لندی؛ تأیید و بررسی نهایی: لطفعلی بلبل؛ روش آماری و پژوهشگر کمکی:

تمرینی انجام‌شده، نوع آزمودنی‌ها، مدت فعالیت ورزشی، شدت فعالیت، تغذیه، سن، نژاد و غیره در آن نقش دارند. اما در کل باید بیان کرد که تمرینات طولانی‌مدت با حجم و شدت خاص مثل پیلاتس می‌توانند باعث تغییر سطوح ویسفاتین شود و بدین ترتیب می‌توانند نقش مؤثری در کنترل اضافه‌وزن و چاقی داشته باشند.

از دیگر فاکتورهای بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر کمربین بود که میزان آن پس از یک دوره تمرین کاهش معناداری یافت. در پژوهش روی بیمارانی که تحت جراحی برای کاهش وزن قرار گرفته بودند، سطوح کمربین سرم به طور معنی‌داری پس از جراحی کاهش یافت که نشان می‌دهد کمربین ممکن است تغییرات سوخت‌وسازی در چاقی را وساطت کند [۳۸]. شواهد تجربی نشان می‌دهد کاهش کمربین یا گیرنده آن تمایز سلول‌های چربی را از بین می‌برد و بیان ژن‌های حیاتی در متابولیسم چربی و گلوکز را تغییر می‌دهد. همچنین در گزارش‌هایی نقش اضافی کمربین در فرایندهای بیولوژیکی مختلف از جمله تمایز و تکثیر سلولی، آنژیوژنز، عملکرد کلیه و متابولیسم انرژی نیز ارائه شده است [۳۹]. یافته‌ها نشان می‌دهند که سطوح سرمی کمربین در افراد چاق نسبت به افراد لاغر افزایش پیدا می‌کند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که سطوح گردشی کمربین همبستگی مثبتی با نشانگرهای ایجادکننده التهاب از جمله فاکتور نکروزدهنده تومور آلفا، اینترلوکین ۶ و پروتئین واکنشگر C دارد [۴۰، ۴۱]. نتایج یک پژوهش که به بررسی تغییرات پلاسمایی کمربین در ۳۶ زن مبتلا به دیابت صورت گرفت نشان داد که سطوح پلاسمایی کمربین کاهش معناداری پیدا می‌کند [۴۱]. در مطالعه دیگری که روی ۳۵ فرد با اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت بودند نیز دوازده هفته فعالیت ورزشی باعث کاهش سطوح سرمی کمربین شد و نشان داد که تغییرات غلظت کمربین در طول دوازده هفته با حساسیت انسولینی ارتباط منفی دارد و با تغییرات در قند خون ناشتا و کلسترول تام همبستگی مثبت دارد [۴۲]. این کاهش سطوح کمربین در مطالعات ذکرشده با نتیجه حاصل از پژوهش حاضر همسو هستند. اما در برخی پژوهش‌ها افزایش سطوح کمربین مشاهده می‌شود؛ از جمله پژوهش چاکرومون و همکاران که به دنبال دوازده هفته تمرین ورزشی (۲۰ دقیقه گرم کردن، ۲۰ دقیقه شنا و ۲۰ دقیقه سرد کردن) روی افراد چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد، نشان داد که میزان mRNA کمربین به‌ویژه در بافت چربی بالاتر بوده است و با شاخص توده بدن، پروتئین واکنشگر C و شاخص ارزیابی مدل هموستاز مقاومت به انسولین و آهنگ تزریق گلوکز همبستگی دارد و سطوح کمربین افزایش یافته است؛ این افزایش می‌تواند ناشی از مقاومت انسولین در این بیماران باشد و افزایش mRNA از نقش کمربین در افزایش mRNA در بافت چربی افراد چاق و مبتلا به دیابت نوع ۲ حمایت می‌کند [۲۳] که با نتیجه پژوهش حاضر ناهم‌سوست. از جمله دلایل ناهم‌خوانی می‌توان به مدت تمرین

سایه بلبل؛ بحث و نتیجه‌گیری: بهزاد ذبیحی.

### تعارض منافع

نویسندگان بیان می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی در این مقاله وجود ندارد.

## References

- [1] Sánchez-Muñoz C, Muros JJ, Cañas J, Courel-Ibáñez J, Sánchez-Alcaraz BJ, Zabala M. Anthropometric and physical fitness profiles of world-class male padel players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(2):508. [DOI:10.3390/ijerph17020508] [PMID] [PMCID]
- [2] Konigorski S, Janke J, Drogan D, Bergmann MM, Hierholzer J, Kaaks R, et al. Prediction of circulating adipokine levels based on body fat compartments and adipose tissue gene expression. *Obesity Facts*. 2019; 12(6):590-605. [DOI:10.1159/000502117] [PMID] [PMCID]
- [3] Conde J, Scotece M, Gómez R, López V, Gómez Reino JJ, Lago F, et al. Adipokines: Biofactors from white adipose tissue. A complex hub among inflammation, metabolism, and immunity. *BioFactors*. 2011; 37(6):413-20. [DOI:10.1002/biof.185] [PMID]
- [4] Gelsinger C, Tschoner A, Kaser S, Ebenbichler CF. [Adipokine update - new molecules, new functions (German)]. *Wiener Medizinische Wochenschrift*. 2010; 160(15-16):377-90. [DOI:10.1007/s10354-010-0781-6] [PMID]
- [5] Aksoy DY, Cinar N, Harmanci A, Karakaya J, Yildiz BO, Usman A, et al. Serum resistin and high sensitive CRP levels in patients with subclinical hypothyroidism before and after L-thyroxine therapy. *Medical Science Monitor*. 2013; 19:210-5. [DOI:10.12659/MSM.883847] [PMID] [PMCID]
- [6] Ding Q, White SP, Ling C, Zhou W. Resistin and cardiovascular disease. *Trends in Cardiovascular Medicine*. 2011; 21(1):20-7. [DOI:10.1016/j.tcm.2012.01.004] [PMID]
- [7] Banerjee RR, Rangwala SM, Shapiro JS, Sophie Rich A, Rhoades B, Qi Y, et al. Regulation of fasted blood glucose by resistin. *Science*. 2004; 303(5661):1195-8. [DOI:10.1126/science.1092341] [PMID]
- [8] Steppan CM, Bailey ST, Bhat S, Brown EJ, Banerjee RR, Wright CM, et al. The hormone resistin links obesity to diabetes. *Nature*. 2001; 409:307-12. [DOI:10.1038/35053000] [PMID]
- [9] Domínguez Coello S, Cabrera de León A, Almeida González D, González Hernández A, Rodríguez Pérez MC, Fernández Ramos N, et al. Inverse association between serum resistin and insulin resistance in humans. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2008; 82(2):256-61. [DOI:10.1016/j.diabres.2008.08.001] [PMID]
- [10] Lee JH, Chan JL, Yiannakouris N, Kontogianni M, Estrada E, Seip R, et al. Circulating resistin levels are not associated with obesity or insulin resistance in humans and are not regulated by fasting or leptin administration: Cross-sectional and interventional studies in normal, insulin-resistant, and diabetic subjects. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2003; 88(10):4848-56. [DOI:10.1210/jc.2003-030519] [PMID]
- [11] Uslu S, Kebapçı N, Kara M, Bal C. Relationship between adipocytokines and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes mellitus. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2012; 4(1):113-20. [DOI:10.3892/etm.2012.557] [PMID] [PMCID]
- [12] Pagano C, Pilon C, Olivier M, Mason P, Fabris R, Serra R, et al. Reduced plasma visfatin/pre-B cell colony-enhancing factor in obesity is not related to insulin resistance in humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2006; 91(8):3165-70. [DOI:10.1210/jc.2006-0361] [PMID]
- [13] Berndt J, Klötting N, Kralisch S, Kovacs P, Fasshauer M, Schön MR, et al. Plasma visfatin concentrations and fat depot-specific mRNA expression in humans. *Diabetes*. 2005; 54(10):2911-6. [DOI:10.2337/diabetes.54.10.2911] [PMID]
- [14] Sun G, Bishop J, Khalili S, Vasdev S, Gill V, Pace D, et al. Serum visfatin concentrations are positively correlated with serum triacylglycerols and down-regulated by overfeeding in healthy young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2007; 85(2):399-404. [DOI:10.1093/ajcn/85.2.399] [PMID]
- [15] MacDougald OA, Burant CF. The rapidly expanding family of adipokines. *Cell Metabolism*. 2007; 6(3):159-61. [DOI:10.1016/j.cmet.2007.08.010] [PMID]
- [16] Muoio DM, Newgard CB. Obesity-related derangements in metabolic regulation. *Annual Review of Biochemistry*. 2006; 75:367-401. [DOI:10.1146/annurev.biochem.75.103004.142512] [PMID]
- [17] Stejskal D, Karpisek M, Hanulova Z, Svestak M. Chemerin is an independent marker of the metabolic syndrome in a Caucasian population - a pilot study. *Biomedical Papers*. 2008; 152(2):217-21. [DOI:10.5507/bp.2008.033] [PMID]
- [18] Choi KM, Kim TN, Yoo HJ, Lee KW, Cho GJ, Hwang TG, et al. Effect of exercise training on A-FABP, lipocalin-2 and RBP4 levels in obese women. *Clinical Endocrinology*. 2009; 70(4):569-74. [DOI:10.1111/j.1365-2265.2008.03374.x] [PMID]
- [19] Venojärvi M, Wasenius N, Manderoos S, Heinonen OJ, Hernelahti M, Lindholm H, et al. Nordic walking decreased circulating chemerin and leptin concentrations in middle-aged men with impaired glucose regulation. *Annals of Medicine*. 2013; 45(2):162-70. [DOI:10.3109/07853890.2012.727020] [PMID]
- [20] Duzova H, Gullu E, Cicek G, Koksall BK, Kayhan B, Gullu A, et al. The effect of exercise induced weight-loss on myokines and adipokines in overweight sedentary females: steps-aerobics vs. jogging-walking exercises. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2018; 58(3):295-308. <https://www.researchgate.net/profile/Halil-Duezova/publication/335207140>
- [21] Lee KJ, Shin YA, Lee KY, Jun TW, Song W. Aerobic exercise training-induced decrease in plasma visfatin and insulin resistance in obese female adolescents. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2010; 20(4):275-81. [DOI:10.1123/ijnsnem.20.4.275] [PMID]
- [22] Bo S, Ciccone G, Baldi I, Gambino R, Mandrile C, Durazzo M, et al. Plasma visfatin concentrations after a lifestyle intervention were directly associated with inflammatory markers. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2009; 19(6):423-30. [DOI:10.1016/j.numecd.2008.09.001] [PMID]
- [23] Chakaroun R, Raschpichler M, Klötting N, Oberbach A, Flehmig G, Kern M, et al. Effects of weight loss and exercise on chemerin serum concentrations and adipose tissue expression in human obesity. *Metabolism*. 2012; 61(5):706-14. [DOI:10.1016/j.metabol.2011.10.008] [PMID]
- [24] Khajehlandi M, Bolboli L, Siahkhanian M, Nikseresh F. [Effect of 12 weeks of Pilates training on the serum levels of interleukin-6, C-reactive protein and tumor necrosis factor- $\alpha$  in inactive overweight women (Persian)]. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services*. 2020; 42(1):56-64. [DOI:10.34172/mj.2020.020]
- [25] Deng Y, Scherer PE. Adipokines as novel biomarkers and regulators of the metabolic syndrome. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2010; 1212(1):E1-19. [DOI:10.1111/j.1749-6632.2010.05875.x] [PMID] [PMCID]
- [26] Balducci S, Zanusso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2010; 20(8):608-17. [DOI:10.1016/j.numecd.2009.04.015] [PMID]

- [27] Sartor F, de Morree HM, Matschke V, Marcora SM, Milouis A, Thom JM, et al. High-intensity exercise and carbohydrate-reduced energy-restricted diet in obese individuals. *European Journal of Applied Physiology*. 2010; 110(5):893-903. [DOI:10.1007/s00421-010-1571-y] [PMID]
- [28] Gueugnon C, Mougin F, Simon-Rigaud ML, Regnard J, Nègre V, Dumoulin G. Effects of an in-patient treatment program based on regular exercise and a balanced diet on high molecular weight adiponectin, resistin levels, and insulin resistance in adolescents with severe obesity. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2012; 37(4):672-9. [DOI:10.1139/h2012-045] [PMID]
- [29] Jorge MLMP, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz ALD, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*. 2011; 60(9):1244-52. [DOI:10.1016/j.metabol.2011.01.006] [PMID]
- [30] Jones TE, Basilio JL, Brophy PM, McCammon MR, Hickner RC. Long-term exercise training in overweight adolescents improves plasma peptide YY and resistin. *Obesity*. 2009; 17(6):1189-95. [DOI:10.1038/oby.2009.11] [PMID] [PMCID]
- [31] Kang J, Robertson RJ, Hagberg JM, Kelley DE, Goss FL, Dasilva SG, et al. Effect of exercise intensity on glucose, and insulin metabolism in obese individuals and obese NIDDM patients. *Diabetes Care*. 1996; 19(4):341-9. [DOI:10.2337/diacare.19.4.341] [PMID]
- [32] El-Mesallamy HO, Kassem DH, El-Demerdash E, Amin AI. Vaspin and visfatin/Nampt are interesting interrelated adipokines playing a role in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *Metabolism: Clinical and Experimental*. 2011; 60(1):63-70. [DOI:10.1016/j.metabol.2010.04.008] [PMID]
- [33] Soltani F, Daryanoosh F, Salehi M, Mohamadi M, Jafari H, Soltani A. [The effect of eight weeks of aerobic exercises on visfatin, IL-6 and TNF- $\alpha$  in female Sprague Dawley Rats (Persian)]. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2013; 21(89):30-9. <http://zums.ac.ir/journal/article-1-2400-en.html>
- [34] Haider DG, Schindler K, Schaller G, Prager G, Wolzt M, Ludvik B. Increased plasma visfatin concentrations in morbidly obese subjects are reduced after gastric banding. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2006; 91(4):1578-81. [DOI:10.1210/jc.2005-2248] [PMID]
- [35] Mohammadi Domieh A, Khajehlandi A. Effect of 8 weeks endurance training on plasma visfatin in middle-aged men. *Brazilian Journal of Biomotricity*. 2010; 4(3):174-9. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93021660004>
- [36] Choi KM, Kim JH, Cho GJ, Baik SH, Park HS, Kim SM. Effect of exercise training on plasma visfatin and eotaxin levels. *European Journal of Endocrinology*. 2007; 157(4):437-42. [DOI:10.1530/EJE-07-0127] [PMID]
- [37] Taghian F, Zolfaghary M, Hedayati M. [Effect of 12 weeks aerobic exercise on visfatin level and insulin resistance in obese women (Persian)]. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2014; 20(116):35-44. <http://rjms.iuums.ac.ir/article-1-2943-en.html>
- [38] Sell H, Divoux A, Poitou C, Basdevant A, Bouillot JL, Bedossa P, et al. Chemerin correlates with markers for fatty liver in morbidly obese patients and strongly decreases after weight loss induced by bariatric surgery. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2010; 95(6):2892-6. [DOI:10.1210/jc.2009-2374] [PMID]
- [39] Ernst MC, Sinal CJ. Chemerin: At the crossroads of inflammation and obesity. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2010; 21(11):660-7. [DOI:10.1016/j.tem.2010.08.001] [PMID]
- [40] Parlee SD, Ernst MC, Muruganandan Sh, Sinal CJ, Goralski KB. Serum chemerin levels vary with time of day and are modified by obesity and tumor necrosis factor- $\alpha$ . *Endocrinology*. 2010; 151(6):2590-602. [DOI:10.1210/en.2009-0794] [PMID]
- [41] Lloyd JW, Evans KA, Zerfass KM, Holmstrup ME, Kanaley JA, Keslacy S. Effect of an acute bout of aerobic exercise on chemerin levels in obese adults. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2016; 10(1):37-42. [DOI:10.1016/j.dsx.2015.04.010] [PMID] [PMCID]
- [42] Kim SH, Lee SH, Ahn KY, Lee DH, Suh YJ, Cho SG, et al. Effect of lifestyle modification on serum chemerin concentration and its association with insulin sensitivity in overweight and obese adults with type 2 diabetes. *Clinical Endocrinology*. 2014; 80(6):825-33. [DOI:10.1111/cen.12249] [PMID]