ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;13:e4

Journal of Police Medicine

ORIGINAL ARTICLE OPEN ACCESS

# The Effect of Twelve Weeks of Strength and Plyometric Training on The Health Index Levels of IGF-1, IGFBP-3, and IL-6 in Inactive Obese Men

**Amir Falahnezhad Mojarad[1*], Hadis Salmannasab[2], Fatemeh Salmannasab[3]**

[1] Department of Physical Education, Faculty of Organizational Resources, Amin University of Police Sciences, Tehran. Iran.
[2] Department of Physical Education, Faculty of Physical Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[3] Department of Physical Education, Faculty of Physical Education, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

## ABSTRACT

**AIMS:** Adequate physical fitness contributes to the prevention of obesity and improvement of quality of life, and hormones play an important metabolic role in this regard. Obese individuals often hesitate when choosing the type of exercise for weight loss and health improvement. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of twelve weeks of strength and plyometric training on IGF-1, IGFBP-3, and the inflammatory marker IL-6 in inactive obese men.

**MATERIALS AND METHODS:** This was a semi-experimental study with a pretest–posttest design, a control group, and random allocation. The statistical population consisted of 60 inactive obese men with a mean age of 28.23±1.75 years with a mean body mass index of 32.11±1.32, who were randomly divided into three groups of 20: strength training, plyometric training, and control. The training groups performed a conventional training program under the supervision of the researchers for 12 weeks, three sessions per week. Blood samples were collected 24 hours before the start of training and 24 hours after the last session. Normality of data distribution was assessed using the Shapiro–Wilk test, and changes were analyzed using mixed analysis of variance and t-test in SPSS26 ($p<0.05$).

**FINDINGS:** Plyometric training significantly increased IGF-1 and IGFBP-3 compared with the control group ($p<0.05$). Strength training significantly increased IL-6 and IGFBP-3 compared with the control group ($p<0.05$), whereas plyometric training had no significant effect on IL-6.

**CONCLUSION:** Given the nature of the exercises, plyometric training had a more favorable effect on growth hormone–related factors; since it did not significantly affect IL-6, these exercises can be appropriately and regularly incorporated into the exercise program of inactive obese men to improve health indicators.

**KEYWORDS:** IGF-1; IGFBP-3; IL-6; Plyometric Exercises; Strength Training; Obesity.

**How to cite this article:**

Falahnezhad Mojarad A., Salmannasab H., Salmannasab F.. *The Effect of Twelve Weeks of Strength and Plyometric Training on The Health Index Levels of IGF-1, IGFBP-3, and IL-6 in Inactive Obese Men*. J Police Med. 2025;14:e4.

***Correspondence:**

Address: Amin Police University, The Beginning of Shahid Kharazi Highway, The End of Shahid Hemet Gharb Highway, Tehran, Iran, Postal code: 1498619991.
eMail: amirfalah.sport@gmail.com

**Article History:**

Received: 19/05/2024
Accepted: 08/12/2024
ePublished: 01/02/2025

Copyright © 2025, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

## INTRODUCTION

The escalating obesity epidemic has become one of the greatest global health challenges and is associated with increased mortality and the incidence of cardiovascular disease, hypertension, diabetes, dyslipidemia, and cancer. Among these, hypertension is a major contributor to atherosclerosis, heart failure, and myocardial infarction. Obesity is accompanied by an increase in adipose tissue and adipocyte hypertrophy and shifts adipocytokine secretion toward chronic low-grade inflammation [1, 2]. Physical activity and regular exercise are well-established strategies for reducing obesity-related inflammation and the risk of cardiovascular disease.

A review of the literature indicates that combined strength, endurance, and balance training can improve balance in middle-aged individuals with unfavorable body composition, and this effect may persist for up to four weeks. Plyometric training is also designed based on the mechanical and physiological capacities of muscle [2] and can influence energy expenditure, fat oxidation, visceral fat reduction, insulin sensitivity, lipid profile, blood pressure, and bone density; however, these responses depend strongly on exercise intensity, duration, type, and recovery period [3]. At the hormonal level, exercise affects growth and metabolism by stimulating GH and IGF-1 secretion and modulating IGFBP-3 [8, 9]. Exercise can also alter IL-6 and other cytokines; in one study, eight weeks of small-sided game training was associated with increased IL-6 and TNF-α and decreased GH and IGF-1 in overweight individuals [10]. Resistance training is also recommended as an effective method for preserving muscle function [11] and acts through effects on satellite cells and the inflammatory milieu [12, 13], serving as a potent endocrine stimulus [14]. Moreover, eight weeks of plyometric training has been shown to increase DHEA [15], and training volume is a key variable in resistance-training program design [16].

Nevertheless, information on the hormonal and inflammatory adaptations to plyometric training in obese individuals is limited, and direct comparisons of the effects of resistance and plyometric training on IGF-1, IGFBP-3, and IL-6 within a single population—such as obese and inactive men—have rarely been conducted, with reported findings sometimes being contradictory [18]. This gap highlights the need to simultaneously assess growth and inflammatory markers within a controlled exercise design.

Accordingly, the present study was designed and conducted to investigate the effects of twelve weeks of resistance and plyometric training on IGF-1, IGFBP-3, and IL-6 levels as health indicators in obese, inactive men. From a law-enforcement medicine perspective, identifying safe and low-cost exercise protocols to reduce inflammation and improve physical fitness in obese and sedentary personnel can help maintain operational readiness, reduce absenteeism from duty, and control the risk of cardiovascular disease.

## METHODS

This study was conducted as a quasi-experimental study using purposive sampling and a pretest–posttest design with a control group and random assignment. The statistical population consisted of 60 obese, inactive men from a government office in Greater Tehran, aged 25–35 years, with a mean body mass index (BMI) of 32.45 ± 1.06. Participants were divided into three groups of 20: a resistance-training group, a plyometric-training group, and a control group. After initial coordination, participants were invited to take part in the study. In an orientation session, volunteers were familiarized with the procedures and timeline (planned assessments and comprehensive information regarding the type and manner of the exercises), the benefits of participation, and the study objectives. They completed a medical history questionnaire and a physical activity readiness questionnaire. At the end of the session, written informed consent was obtained from eligible volunteers who met the inclusion criteria. To control for dietary influences on the results, participants were instructed to maintain their usual diet throughout the study and not to change their usual physical activity levels during the study period. Participants were then selected based on the inclusion criteria and assigned to groups using block randomization. Exclusion criteria included missing more than two sessions, developing a specific illness, or receiving any therapeutic intervention that could affect the laboratory results. The training groups received a conventional exercise program for 12 weeks, three sessions per week, under the supervision of the researchers. Based on the American College of Sports Medicine (ACSM) exercise prescription guidelines, each group's training session consisted of three components: a 10-minute warm-up, the main program, and a 5-minute cool-down. In the first stage, participants' height was measured using a wall-mounted stadiometer with an accuracy of 0.5 cm, and their weight was measured with minimal clothing (underwear only) using a Seca scale with an accuracy of 0.1 kg. BMI was calculated by dividing weight (kg) by height squared ($m^2$).

### Training Programs by Group

**Resistance-training group:** A progressive resistance-training program was performed for twelve weeks, three sessions per week (Table 1). Before beginning the main program, participants performed a ten-minute

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

warm-up (light jogging and stretching exercises), and after training they included a five-minute cool-down (stretching exercises). Training volume was equated across the exercise groups by matching the total duration of training over the twelve weeks. The exercise protocol in this study was adapted from an established research exercise protocol. In addition, a reference study was used to account for participants' age, sex, and exercise type.

One-repetition maximum (1RM) was calculated for participants using the Brzycki formula:

1RM = weight / [1.0278 – (0.0278 × repetitions)]

Each participant's training load was selected according to their estimated maximal strength, and exercises were performed to volitional fatigue. The maximum number of repetitions for each exercise was set at 10. In addition, given the obese and inactive nature of the study population, exercise intensity for each exercise was set at 60% of 1RM in each session (19).

**Plyometric-training group:** The training program for this group was implemented over 12 weeks according to **Table 2**. In designing the plyometric exercises, the principles of adaptation and overload were applied based on participants' physical fitness; the program began with 3 exercises in the first week and progressed to 11 exercises by the twelfth week. In addition, exercise intensity was set at 60% of participants' maximal oxygen consumption ($VO_2$max) for each exercise.

**Formula used for $VO_2$max:**

$VO_2$max = 132.853 – (0.0769 × weight in pounds) – (0.3877 × age) + (6.315 × sex) – (3.2649 × time) – (0.1565 × heart rate)

A sample of the plyometric exercises is

**Table 1)** Strength Training Protocol

| Session | Strength | | |
|---|---|---|---|
| | Stations | Sets × Repetitions | Type of Exercise (Bodybuilding Machines) |
| Week 1 | 3 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / leg extension / lat pulldown behind the neck |
| Week 2 | 3 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / leg extension / lat pulldown behind the neck |
| Week 3 | 4 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / seated incline dumbbell press / leg extension / lat pulldown behind the neck |
| Week 4 | 4 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / seated incline dumbbell press / leg extension / lying leg curl |
| Week 5 | 5 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / incline dumbbell press / leg extension / lat pulldown behind the neck / lying leg curl |
| Week 6 | 5 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / incline dumbbell press / leg extension / lat pulldown behind the neck / lying leg curl |
| Week 7 | 5 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / incline dumbbell press / leg extension / lat pulldown behind the neck / lying leg curl |
| Week 8 | 6 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / dumbbell lateral raise / machine leg extension / lat pulldown behind the neck / lying leg curl / leg press |
| Week 9 | 6 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / incline dumbbell press / leg extension / lat pulldown behind the neck / lying leg curl / dumbbell lateral raise |
| Week 10 | 6 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / dumbbell lateral raise / machine leg extension / lat pulldown behind the neck / lying leg curl / leg press |
| Week 11 | 6 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / dumbbell lateral raise / lat pulldown behind the neck / lying leg curl / squat / back extension |
| Week 12 | 6 | 3 sets × 10 reps | Barbell bench press / incline dumbbell press / lat pulldown behind the neck / lying leg curl / leg press / squat / back extension |

**Table 2)** Plyometric Training Protocol

| Exercise | Week 1 | Week 2 | Week 3 | Week 4 | Week 5 | Week 6 | Week 7 | Week 8 | Week 9 | Week 10 | Week 11 | Week 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pogo jump | | | | | | | | | | | 4 × 10 | 4 × 10 |
| High-knee jump | | | | | | | | | | 4 × 10 | 4 × 10 | 4 × 10 |
| Lateral bound / side hop | | | | | | | | | 4 × 8 | 4 × 10 | 4 × 10 | 4 × 10 |
| Rocket jump | | | | | | | | 3 × 10 | 3 × 10 | 4 × 8 | 4 × 8 | 4 × 8 |
| Scissor jump / split jump | | | | | | | 3 × 10 | 3 × 10 | 3 × 10 | 4 × 10 | 4 × 10 | 4 × 10 |
| Diagonal bound | | | | | | 3 × 10 | 4 × 8 | 4 × 8 | 4 × 8 | 4 × 10 | 4 × 10 | 4 × 10 |
| Medicine ball scoop throw | | | | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 10 | 3 × 10 | 3 × 10 | 4 × 10 | 4 × 10 | 4 × 10 |
| Box jump | | 2 × 8 | 2 × 8 | 2 × 10 | 2 × 10 | 2 × 10 | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 10 | 3 × 10 | 3 × 10 |
| Paired-leg speed bound | 2 × 10 | 2 × 10 | 2 × 10 | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 10 | 3 × 10 | 3 × 10 | 4 × 8 | 4 × 8 | 4 × 8 |
| Medicine ball chest pass | 2 × 8 | 2 × 8 | 2 × 8 | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 10 | 3 × 10 | 3 × 10 | 4 × 8 | 4 × 8 | 4 × 8 |
| Rotational medicine ball throw | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 8 | 3 × 10 | 3 × 10 | 3 × 10 | 4 × 8 | 4 × 8 | 4 × 8 | 4 × 10 | 4 × 10 | 4 × 10 |

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

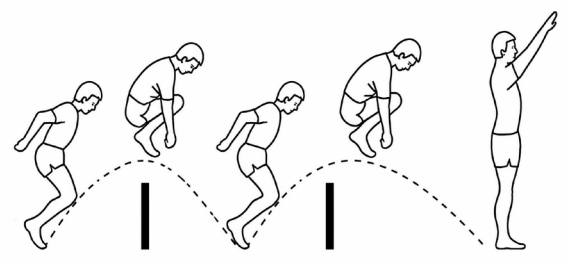


**Figure 1)** Representative Example of Plyometric Exercises

Laboratory sampling procedure: In the first phase of the study, a blood sample (4 mL from the brachial vein) was collected from each participant before training, and the exercise protocol began 24 hours after the initial sample was obtained. Twenty-four hours after the last training session (week twelve), a second blood sample was collected in the same manner as in the first phase.

In this study, changes in IGF-1 (Kelia-type kit) and IGFBP-3 were assessed using ELISA kits produced by Autobio Diagnostics, and IL-6 was assessed using a human ELISA diagnostic kit (Bender MedSystem, Austria) using a competitive method.

These kits are intended for research use. Sensitivity was queried with laboratory personnel and recorded in the manufacturer's kit manual included in the kit boxes. Quantification was performed at wavelengths of 450–620 nm. Kits were stored at 2–8°C. Fasting blood samples were collected before and 24 hours after the last training session. For each sampling phase, 4 mL of blood was drawn from the vein of the right forearm while participants were seated and at rest. Samples were then centrifuged at 3500 rpm for 10 minutes to separate plasma, and the resulting plasma was stored at −80°C.

**Ethical considerations:** In this study, all ethical principles were observed, including obtaining ethics approval code SSRI.REC-2302-2110 from the Research Ethics Committee of the Sport Sciences Research Institute, maintaining confidentiality, obtaining written informed consent from participants, informing participants of the study objectives, and respecting participants' freedom to withdraw from the study.

**Data analysis:** Descriptive statistics were used to calculate means, standard deviations, and percentage changes in means. Normality of data distribution was assessed using the Shapiro–Wilk test. Hypotheses were tested using mixed-analysis of variance (mixed ANOVA), and between-group changes were examined using the t-test in SPSS version 26.

## FINDINGS

Descriptive indicators for the study variables, including participants' descriptive characteristics and the means and standard deviations of the study variables at the pretest and posttest stages, are presented in **Tables 3** and **4**.

The Shapiro–Wilk test results showed that the study variables had a normal distribution in all training groups at both pretest and posttest ($p > 0.05$). In addition, Levene's test indicated homogeneity of variance between the training groups' scores at the pretest and posttest stages ($p > 0.05$).

Analysis of variance for IGF-1 was used to compare the groups across the testing stages, as shown in **Table 5**. According to **Table 5**, the results of the analysis showed that the effect of training was significant ($p < 0.05$). Therefore, to further examine the between-group effects, t-tests were used between the training groups and the control group, which revealed that in the plyometric-training group, the effect of training on this factor was significantly increasing.

Mixed analysis of variance for IGFBP-3 was used to compare the groups across the testing stages, as shown in **Table 6**. According to **Table 6**, the results of the mixed analysis of variance showed that the effect of training was significant ($p < 0.05$). Therefore, to further examine the between-group effects, t-tests were used, which revealed that in the plyometric-training and resistance-training groups, the effect of training on this factor was significant.

Mixed analysis of variance for IL-6 was used to compare the groups across the testing stages, as shown in **Table 7**. According to **Table 7**, the results of the mixed analysis of variance showed that the effect of training was significant ($p < 0.05$). Therefore, to further examine the between-group effects, t-tests were used, which revealed that in the resistance-training group, the effect of training on this factor was significant.

**Table 3)** Descriptive Characteristics of the Participants

| Group | Age (years) | | Body Weight (kg) | | Height (m) | | BMI | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD |
| Strenght Training | 29.5 | 1.67 | 111 | 1.21 | 1.77 | 0.065 | 31.65 | 0.79 |
| Plyometric Training | 26.9 | 1.2 | 109 | 1.49 | 1.80 | 0.034 | 31.51 | 1.17 |
| Control | 28.3 | 1.24 | 100.7 | 1.34 | 1.74 | 0.052 | 33.17 | 1.25 |

*Note:* Values are presented as mean and standard deviation (SD). BMI = body mass index.

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

**Table 4)** Means and Standard Deviations of the Study Variables at Pretest and Posttest

| Group | IGF-1 (ng/mL) | | IGFBP-3 (mg/dL) | | IL-6 (pg/ml) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pretest | Posttest | Pretest | Posttest | Pretest | Posttest |
| Strenght Training | 28.56 ± 212.23 | 21.56 ± 221.18 | 321.54 ± 3014 | 354.12 ± 3076 | 0.23 ± 2.04 | 0.36 ± 2.78 |
| Plyometric Training | 25.21 ± 212.46 | 18.47 ± 247.23 | 256.21 ± 3024 | 216.63 ± 3256 | 0.35 ± 2.10 | 0.18 ± 1.91 |
| Control | 26.32 ± 212.41 | 24.56 ± 219.57 | 312.52 ± 2968 | 87.31 ± 3058 | 0.21 ± 2.24 | 0.25 ± 2.19 |

*Note:* Values are presented as mean ± standard deviation (SD). IGF-1 = insulin-like growth factor 1; IGFBP-3 = insulin-like growth factor binding protein 3; IL-6 = interleukin-6.

**Table 5)** Analysis of Variance for IGF-1 Comparing Groups Across Testing Stages

| Source of Variation | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Within-subjects | Test | 3.241 | 1 | 1.860 | 11.458 | 0.028 |
| | Test × Group | 3.576 | 2 | 1.248 | 8.256 | 0.033 |
| | Error | 4.542 | 27 | 0.24 | | |
| Between-subjects | Group | 27.110 | 2 | 12.524 | 9.352 | 0.047 |
| | Error | 89.121 | 27 | 3.213 | | |

*Note:* IGF-1 = insulin-like growth factor 1; df = degrees of freedom.

**Table 6)** Mixed Analysis of Variance for IGFBP-3 Comparing Groups Across Testing Stages

| Source of Variation | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Within-subjects | Test | 0.549 | 1 | 0.475 | 7.215 | 0.266 |
| | Test × Group | 0.521 | 2 | 0.157 | 3.594 | 0.027 |
| | Error | 2.108 | 27 | 0.060 | | |
| Between-subjects | Group | 14.152 | 2 | 7.124 | 3.268 | 0.041 |
| | Error | 57.306 | 27 | 1.328 | | |

*Note :*IGFBP = 3-insulin-like growth factor binding protein ;3 df = degrees of freedom.

**Table 7)** Mixed Analysis of Variance for IL-6 Comparing Groups Across Testing Stages

| Source of Variation | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Within-subjects | Test | 0.650 | 1 | 0.235 | 216.0 | 0.031 |
| | Test × Group | 0.542 | 2 | 0.197 | 3.562 | 0.034 |
| | Error | 2.210 | 27 | 0.07 | | |
| Between-subjects | Group | 13.216 | 2 | 6.058 | 3.251 | 0.021 |
| | Error | 59.215 | 27 | 1.251 | | |

*Note :*IL = 6-interleukin ;6-df = degrees of freedom.

## DISCUSSION

The results of the present study showed that IGF-1 levels changed significantly only in the plyometric-training group. The IGF-1 response to exercise has been highly inconsistent across studies, and the reasons for this discrepancy should be sought not only in statistical issues such as sample size and variance but also in other contextual factors. Findings from studies examining the IGF-I response to long-term training confirm that intensity, duration, rest intervals between exercise sets, and training volume determine final IGF-I levels [20]; diet and nutrition, held constant across participants, also affect circulating IGF-I levels [21]. Research has shown that moderate-duration plyometric training and short-duration resistance training can increase IGF-I concentrations [22]. Gregory et al. (2013) examined circulating IGF-I concentrations in four groups—endurance training, resistance training, combined training, and control—and after eight weeks reported increases in IGF-I in the resistance-training group but not the endurance group [23]. The underlying mechanisms and physiological significance of these changes in the circulating IGF-I system are not fully understood, but they may be related to the remodeling of muscle, bone, and tendon that occurs through mechanical stimuli [24]. Most basal circulating IGF-I is derived from the liver [25]; however, studies have shown that increases in circulating IGF-I concentration in response to exercise are attributed to IGF-I release from muscle tissue, the extracellular matrix, vascular endothelium, and other extravascular storage depots [26]. Mechanical loading and resistance training stimulate IGF-I expression and synthesis in tissues, particularly skeletal muscle, and resistance training may upregulate IGF-I peptide

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

expression in this tissue or other tissues, thereby contributing to an increased extravascular storage pool for release during exercise [27]. There are also numerous reports of no change in IGF-I levels after exercise, and temporally, increases in IGF-I appear early in exercise [28]. Training duration can lead to changes in the amounts and ratios of IGF system components, ultimately increasing its half-life in the blood [29]. IGF-I is also produced locally and acts in an autocrine and paracrine manner, and tissue-specific IGF-I may be more sensitive to exercise than circulating IGF-I; it has been shown that the local IGF-I response may be more important for muscle hypertrophy with resistance training than circulating factors [27]. As adaptation increases, secretion of inflammatory cytokines decreases, followed by less suppression of growth factors. Since resistance training initially causes tissue damage and increases inflammatory cytokines, but no decrease in IGF-I concentration was observed at the end of the twelve-week training period, this finding can be attributed to participants' adaptation to training. Exercise-induced responses in the IGF-I system play a fundamental role in stimulating training adaptation.

The results of the present study showed that IGFBP-3 levels were significant in both the plyometric and resistance training groups. IGFBP-3 is the most important circulating binding protein and is present in the highest amount in serum; it is synthesized in the liver and other tissues and acts as the main carrier of IGF-I. Its actions may inhibit or enhance IGF-I and it can act as a regulatory transporter of systemic IGF-I and as a local regulator; therefore, IGFBP-3 combines IGF-I-dependent and independent roles and in a sense reflects an endocrine mode and interaction with the autocrine and paracrine systems. Rajabi et al. (2011) examined the effect of heavy resistance exercise on the IGF-I system and the time course of changes in its components in trained and untrained men [31]. The findings showed that a single session of heavy exercise caused a significant increase in growth hormone and a significant decrease in IGFBP-3 in the trained group; this indicated that both initial training status and the relative physiological stress applied during exercise influence the IGFBP-3 response. There is likely a threshold of physiological stress for inducing IGFBP-3 proteolysis, and the decrease in its levels is due to activation of IGFBP-3 proteases [32]. A decrease in IGFBP-3 levels provides a compensatory mechanism that allows free IGF-I to increase, and increased IGFBP-3 proteolysis enhances bioavailability. Given the volume and intensity of training in the plyometric group, this can be considered a reason for the significance of this factor in that group, and it appears that exercise volume can be an influential factor on the blood level of this factor. Copeland et al. (2008) compared changes in circulating IGFBP-3 levels during two types of interval and moderate-intensity continuous training [33]; IGFBP-3 increased in both types, which is consistent with the present study. They noted that exercise-induced increases in IGFBP-3 are associated with increased GH and increased blood hematocrit concentration, and exercise in humans causes red blood cells to shift from the spleen into the blood, and this difference in plasma volume may play a role in IGFBP-3 changes during exercise. Understanding the mechanisms linking exercise and growth in adolescents is particularly important, because physical activity levels not only determine their fitness but also affect maturation and the ability of organs to adapt to later stages of training.

The results of the present study showed that interleukin-6 levels were significant in the resistance-training group and had no effect in the plyometric-training group. Various studies have been conducted on the effect of plyometric training on IL-6. Some studies are consistent with the present results, including Mendham et al. [34], Chatzinikolaou et al. [35], Pedersen et al. [36], and Agha-Alinejad and Mollanouri Shamsi [37], who showed in their research that any combined training can reduce interleukin-6 levels. Some studies have reported results inconsistent with the present findings; Rostami et al. [38] and Boroujeni et al. [39] conducted research in which plyometric training increased IL-6.

Additionally, some studies did not report significant results; for example, Garzi et al. (2018) examined the effect of resistance training on IL-6 and concluded that training had no significant effect (40). To explain these contradictions, scientists have proposed various mechanisms. Most studies point to a reduction in IL-6 due to exercise training, justifying this by noting that adaptation to various types of training, especially interval-type training, can reduce IL-6. On the other hand, plyometric training activates oxidative enzymes and stimulating hormones (catecholamines), and skeletal muscle, due to increased glycogen storage and enhanced fat metabolism, relies less on carbohydrate sources; since glycogen depletion is the most important stimulus for IL-6, the resulting adaptation—namely, less reliance on muscle glycogen at rest—reduces its secretion.

Research has shown that resistance training, depending on intensity and duration, can have different effects on IL-6; for example, high-intensity training with intermittent exercise duration relative to training volume can cause inflammation in the body. Since IL-6 is an inflammatory factor whose level increases in obese

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

individuals due to hormonal and metabolic changes in their physiological system, it has been shown that these changes can act as a complementary and effective treatment for regulating immune system behavior through modulating the balance of pro-inflammatory and anti-inflammatory factors and also strengthening neuronal protection and neural repair mechanisms. The relationship between IL-6 and resistance training is complex and dual, and depending on the conditions it can be both harmful and beneficial (41). An increase in IL-6 in response to high-intensity resistance training (50–70% of one-repetition maximum) can occur. This increase is mainly due to two factors: muscle damage, especially when sedentary and overweight individuals perform unfamiliar movements or training with high volume and intensity, and when exercise intensity is accompanied by the overload principle, which causes microscopic tears in muscle fibers. This damage activates a local inflammatory response, one of whose main components is IL-6 secretion by the muscle cells themselves. The second factor is muscle contraction; regardless of damage, the contraction process itself can activate signals for IL-6 production in the active muscle (42). The role of IL-6 at this stage is like a danger signal, attracting immune cells such as macrophages to the damaged site so that damaged tissues can be cleared. The fatigue resulting from resistance exercise can affect the central nervous system and create a feeling of tiredness and malaise after exercise, which, with IL-6 secretion, is a mechanism to force the body of unfit and obese individuals to rest and repair. In fact, IL-6 acts like a switch that turns on the body's anti-inflammatory system. Hypertrophy stimulation with IL-6, in interaction with other growth factors such as IGF-1, plays a role in the process of muscle repair and regeneration. This cytokine signals satellite cells, which are vital for muscle growth, to become activated and secrete anti-inflammatory factors. On the other hand, IL-6, by affecting metabolism and being secreted from muscle (as a myokine), plays a role in regulating glucose and fat metabolism; this cytokine can increase lipolysis and improve insulin sensitivity, which are important benefits of resistance training and are associated with increased IL-6 secretion. Overall, skeletal muscle during resistance training—while contracting and being damaged—adapts, and IL-6 levels increase, playing a main role in creating temporary inflammation, recruiting immune cells for repair, producing anti-inflammatory effects, and aiding growth and metabolism; the increase in IL-6 in response to resistance training is a completely natural physiological phenomenon and an essential part of the process of adaptation and becoming stronger (43). By producing anti-inflammatory effects and stimulating muscle growth, this cytokine becomes a useful and constructive factor. Moreover, in some studies, IL-6 has been introduced as a pro-inflammatory cytokine that is stimulated and secreted by muscle contractions during resistance training and has shown a dual function with pro-inflammatory and anti-inflammatory effects. It is worth noting that the production of pro-inflammatory cytokines is necessary for the immune defense of obese individuals, who often have a weaker immune system in this regard. Additionally, resistance exercise can cause changes in factors related to the human immune system, and the present study is consistent with the results of Castellano et al. (2007). Finally, given the contradictions in the conducted research, it can be said that more research is needed on the effect of exercise training, especially resistance training, on immune system function in obese individuals (43).

Regarding the limitations of the study, it can be said that despite the controlled design and relative homogenization of conditions, this study was limited to obese, inactive men, and generalizing the results to women, other age groups, and different fitness levels requires caution; also, the twelve-week follow-up period and the lack of long-term evaluation are notable limitations. It is suggested that future studies with larger sample sizes, including both sexes and a wider age range, comparisons of different training intensities and volumes, long-term follow-up, more precise control of diet, sleep, and daily activity, and simultaneous measurement of body composition, free IGF-I, IGFBP-3 proteases, and immune markers be designed to further clarify the hormonal and inflammatory adaptations to plyometric and resistance training in obese individuals.

## CONCLUSION

Overall, given the study findings regarding IL-6 levels and the increase in IGF-I, plyometric training—owing to the nature of these exercises—may have a more favorable effect than resistance training on certain health indicators and can be appropriately and regularly incorporated into the exercise programs of obese, inactive individuals. At the same time, both resistance and plyometric training influenced IGFBP-3 through the mechanisms described. Therefore, it appears that a judicious combination of these two training modalities, with careful attention to intensity and volume, may be beneficial for improving growth indicators and controlling inflammation in obese, inactive men.

### Practical Clinical Implications for Police

In general, given that police personnel spend most of their time on missions, they should engage in appropriate and regular exercise training—

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

particularly plyometric training—to control the body's inflammatory factors.

**Acknowledgments:** The authors express their sincere gratitude to all individuals who participated as samples in this study and made the research possible.

**Authors' Contributions:** Conceptualization and study design: Amir Fallahnejad Mojarad; data collection: Fatemeh Salmannasab; data analysis: Hadith Salmannasab, Amir Fallahnejad Mojarad. All authors contributed to the initial drafting and revision of the manuscript, and all approve the final version and accept responsibility for the accuracy and integrity of its content.

**AI Use Disclosure Statement:** The authors declare that, in the writing and revision of this article, an AI assistant (DeepSeek) was used solely for language editing, optimizing sentence structure, and improving the fluency of the text. All data analysis processes, collection of references, clinical inferences, and full responsibility for the scientific ccuracy of the content presented rest exclusively with the authors of the article.

**Conflict of Interest:** The authors declare that there is no conflict of interest regarding this article.

**Financial Support:** This study received no financial support.

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e4

نشریه طب انتظامی

مقاله اصیل

دسترسی آزاد

# تاثیر دوازده هفته تمرینات قدرتی و پلایومتریک بر میزان فاکتورهای مرتبط با هورمون رشد IGF-1، IGFBP-3 و شاخص التهابی IL-6 مردان چاق غیر فعال

امیر فلاح نژاد مجرد[1*]، حدیث سلمان نسب[2]، فاطمه سلمان نسب[3]

۱ گروه تربیت بدنی، دانشکده منابع سازمانی ،دانشگاه جامع علوم انتظامی امین، تهران، ایران.
۲ گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
۳ گروه تربیت بدنی،دانشکده تربیت بدنی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، تهران، ایران.

## چکیده

**اهداف:** آمادگی جسمانی مناسب در پیشگیری از چاقی و ارتقای کیفیت زندگی نقش دارد و هورمون‌ها به دلیل نقش متابولیکی خود در این زمینه اهمیت دارند. افراد چاق در انتخاب نوع تمرین برای کاهش وزن و بهبود سلامتی دچار تردید می‌شوند. لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دوازده هفته تمرینات قدرتی و پلایومتریک بر سطوح IGFBP-3، IGF-1 و شاخص التهابی IL-6 مردان چاق غیرفعال انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون، گروه گواه و توزیع تصادفی بود. جامعهٔ آماری را ۶۰ مرد چاق غیرفعال در میانگین سنی ۱/۷۵ ± ۲۸/۲۳ سال با میانگین شاخص تودهٔ بدنی ۱/۳۲ ± ۳۲/۱۱ تشکیل دادند که به سه گروه ۲۰ نفرهٔ تمرینات قدرتی، تمرینات پلایومتریک و کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی به مدت ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته برنامهٔ تمرینی متداول را تحت نظارت پژوهشگران اجرا کردند. نمونهٔ خون ۲۴ ساعت پیش از شروع تمرینات و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه گرفته شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک و تغییرات متغیرها با تحلیل واریانس مختلط و آزمون t در نرم‌افزار SPSS26 بررسی شد (p<۰/۰۵).

**یافته‌ها:** تمرینات پلایومتریک موجب افزایش معنادار IGF-1 و IGFBP-3 در مقایسه با گروه کنترل شد (p<۰/۰۵). تمرینات قدرتی نیز افزایش معنادار IL-6 و IGFBP-3 را در مقایسه با گروه کنترل به همراه داشت (p<۰/۰۵)، در حالی که تمرینات پلایومتریک تأثیر معناداری بر IL-6 نداشت.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به ماهیت تمرینات، اجرای تمرینات پلایومتریک تأثیر مطلوب‌تری بر فاکتورهای مرتبط با هورمون رشد داشت و با توجه به عدم تأثیر معنادار بر IL-6، می‌توان این تمرینات را به‌صورت منظم و مناسب در برنامه ورزشی مردان چاق غیرفعال برای ارتقای شاخص‌های سلامتی گنجاند.

**کلیدواژه‌ها:** IGF-1، IGFBP-3، IL-6، تمرینات پلایومتریک، تمرینات قدرتی، چاقی.

نحوه استناد به مقاله:

Falahnezhad Mojarad A., Salmannasab H., Salmannasab F.. *The Effect of Twelve Weeks of Strength and Plyometric Training on The Health Index Levels of IGF-1, IGFBP-3, and IL-6 in Inactive Obese Men.* J Police Med. 2025;14:e4.

نویسنده مسئول*:

آدرس نویسنده مسئول: تهران، انتهای بزرگراه شهید همت غرب، ابتدای بزرگراه شهید خرازی، دانشگاه علوم انتظامی امین، کد پستی: ۱۴۹۸۶۱۹۹۹۱.
پست الکترونیکی:
amirfalah.sport@gmail.com

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۳۱
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۸
انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۱۳

Copyright © 2025, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e4





## مقدمه

چاقی روزافزون به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های سلامت جهانی تبدیل شده و با افزایش مرگ‌ومیر و بروز بیماری‌های قلبی‌عروقی، فشار خون بالا، دیابت، دیس‌لیپیدمی و سرطان همراه است. در این میان، فشار خون بالا از عوامل مهم آترواسکلروز، نارسایی قلبی و سکته قلبی محسوب می‌شود. چاقی با افزایش بافت چربی و هیپرتروفی آدیپوسیت‌ها همراه است و ترشح آدیپوسایتوکاین‌ها را به سمت التهاب مزمن خفیف پیش می‌برد [۱، ۲]. فعالیت بدنی و تمرین منظم از راهکارهای شناخته‌شده برای کاهش التهاب ناشی از چاقی و خطر بیماری‌های قلبی‌عروقی است.

مرور مطالعات نشان می‌دهد تمرینات ترکیبی قدرتی، استقامتی و تعادلی می‌توانند تعادل افراد میانسال با ترکیب بدنی نامتعارف را بهبود بخشند و این اثر تا چهار هفته ماندگار باشد. تمرینات پلایومتریک نیز بر پایه ظرفیت‌های مکانیکی و فیزیولوژیک عضله طراحی شده‌اند [۲] و می‌توانند مصرف انرژی، اکسیداسیون چربی، کاهش چربی احشایی، بهبود حساسیت به انسولین، پروفایل لیپیدی، فشار خون و تراکم استخوان را تحت تأثیر قرار دهند؛ با این حال، پاسخ‌ها به شدت، مدت، نوع تمرین و دوره بازگشت به حالت اولیه وابسته است [۳]. در محور هورمونی، تمرین از طریق تحریک ترشح GH و IGF-1 و با تنظیم IGFBP-3 بر رشد و متابولیسم اثر می‌گذارد [۸، ۹]؛ همچنین، ورزش می‌تواند IL-6 و سایر سایتوکاین‌ها را تغییر دهد و در مطالعه‌ای، ۸ هفته تمرین بازی در ابعاد کوچک با افزایش IL-6 و TNF-α و کاهش GH و IGF-1 در افراد دارای اضافه‌وزن همراه بوده است [۱۰]. تمرین قدرتی نیز به‌عنوان روشی مؤثر برای حفظ عملکرد عضله توصیه می‌شود [۱۱] و از طریق اثر بر سلول‌های ماهواره‌ای و محیط التهابی [۱۲، ۱۳] و به‌عنوان تحریکی قوی برای غدد درون‌ریز عمل می‌کند [۱۴]؛ افزون بر این، ۸ هفته تمرین پلایومتریک افزایش DHEA را نشان داده [۱۵] و حجم تمرین یکی از متغیرهای کلیدی طراحی برنامه قدرتی است [۱۶].

با وجود این، اطلاعات درباره سازگاری‌های هورمونی و التهابی تمرینات پلایومتریک در افراد چاق محدود است و مقایسه مستقیم اثر تمرینات قدرتی و پلایومتریک بر IGF-1، IGFBP-3 و IL-6 در یک جمعیت واحد، مانند مردان چاق و غیرفعال، کمتر انجام شده و نتایج گزارش‌شده گاهی ضدونقیض است [۱۸]. این شکاف، ضرورت ارزیابی هم‌زمان شاخص‌های رشد و التهاب را در یک طرح تمرینی کنترل‌شده برجسته می‌کند.

بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دوازده هفته تمرینات قدرتی و پلایومتریک بر سطوح IGF-1، IGFBP-3 و IL-6 به‌عنوان شاخص‌های سلامتی در مردان چاق غیرفعال طراحی و اجرا شد. از منظر طب انتظامی، شناسایی پروتکل‌های تمرینی ایمن و کم‌هزینه برای کاهش التهاب و بهبود آمادگی جسمانی کارکنان چاق و کم‌تحرک می‌تواند به حفظ آمادگی عملیاتی، کاهش غیبت از خدمت و کنترل خطر بیماری‌های قلبی‌عروقی کمک کند.

## روش پژوهش

پژوهش از نوع نیمه تجربی با نمونه‌گیری هدفمند و با استفاده از طرح پیش آزمون پس آزمون با گروه گواه و توزیع تصادفی انجام گرفت. جامعه آماری این پژوهش را ۶۰ نفر از مردان چاق غیرفعال یکی از ادارات دولتی تهران بزرگ بوده که با بازه سنی بین ۲۵ الی ۳۵ سال با میانگین شاخص توده بدنی ۱/۰۶ ± ۳۲/۴۵ به سه گروه ۲۰نفره تمرینات قدرتی و۲۰ نفره تمرینات پلایومتریک و۲۰ نفره گروه کنترل تقسیم شدند. پس از هماهنگی‌های اولیه، از آنها برای شرکت در پژوهش دعوت به عمل آمد. داوطلبان در یک جلسه توجیهی با مراحل و روند کار (آزمایشات پیش‌بینی شده، اطلاعات جامع دربارهٔ نوع و نحوهٔ تمرینات) مزایای شرکت در این طرح و اهداف آن آشنا شدند و پرسشنامهٔ سابقهٔ پزشکی و پرسش‌نامهٔ آمادگی شروع فعالیت ورزشی را پاسخ دادند و در پایان جلسه از داوطلبین واجب شرایط که معیارهای ورود را دارا بودند، رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. به منظور کنترل مواد غذایی بر نتایج به‌دست آمده، به آزمودنی‌ها توصیه شد رژیم غذایی معمول خود را طی دورهٔ پژوهش حفظ کنند و هم‌چنین میزان فعالیت بدنی معمولشان را در طول مطالعه تغییر ندهند. سپس، آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود انتخاب و به روش تخصیص تصادفی‌سازی بلوکی در گروه‌ها قرار گرفتند. در ضمن، ملاک‌های خروج از مطالعه، شامل غیبت بیش از ۲ جلسه یا مبتلاشدن به بیماری خاص یا هرگونه مداخلهٔ درمانی مؤثر بر نتایج آزمایشگاهی بود. گروه‌های تمرینی به مدت ۱۲ هفته، سه جلسه در هفته، هر جلسه برنامهٔ تمرینی متداول را تحت نظر محققین دریافت کردند. بر اساس دستورالعمل تجویز ورزشی ACSM، برنامهٔ تمرینی هر گروه شامل، سه بخش گرم کردن (۱۰ دقیقه) و برنامهٔ اصلی و سرد کردن (۵ دقیقه) بود. در مرحلهٔ اول، مطالعهٔ قد شرکت‌کنندگان توسط استادیومتر دیواری با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد و وزن آنها با حداقل لباس (فقط لباس زیر بپوشند) توسط ترازوی باسکولی سکا با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی آنها از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه شد.

**برنامه تمرینات گروه‌ها به تفکیک.**

**گروه تمرینات قدرتی:** برنامهٔ تمرینی قدرتی فزاینده به مدت دوازده هفته و سه جلسه در هفته انجام شد (جدول ۱). آزمودنی‌ها قبل از شروع برنامهٔ تمرین اصلی، ده دقیقه به گرم کردن (نرم دویدن و حرکات کششی) پرداختند و پس از تمرین نیز مرحله پنج دقیقه سرد کردن (حرکات کششی) را در برنامهٔ خود قرار دادند. همسان کردن حجم تمرین در گروه‌های تمرینی با برابری زمان کل انجام تمرین قدرتی در دوازده هفته انجام شد. پروتکل تمرینات در این پژوهش از پروتکل تمرین پژوهشی احتباس شده بود. همچنین با توجه به سن و جنس و

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e4



نشریه علمی پژوهشی طب انتظامی دوره ۱۴، ۱۴۰۴

نوع تمرین آزمودنی‌ها از مطالعه راهنما استفاده شد.

یک تکرار بیشینه برای آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول برزیسکی محاسبه شد.

(یک تکرار بیشینه)(تکرار *۰/۰۲۷۸) — (۱/۰۲۷۸) / مقدار وزنه = یک تکرار بیشینه

وزنه تمرینی هر آزمودنی با توجه به برآورد قدرت بیشینه آنان انتخاب شد و حرکت را تا حد واماندگی اجرا کردند. تعداد هر حرکت حداکثر ۱۰ تکرار در نظر گرفته شد و در ضمن، مقدار شدت تمرینات در هر جلسه برای هر تمرین، با توجه با جامعهٔ آماری غیرفعال چاق، ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه هر حرکت در جلسات تعیین گردید (۱۹).

جدول ۱) پروتکل تمرینات قدرتی

| جلسه | قدرتی | | |
|---|---|---|---|
| | ایستگاه | تعداد | نوع تمرین (دستگاه‌های بدنسازی) |
| هفته اول | ۳ | ۳ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ جلو پا / لت از پشت |
| هفته دوم | ۳ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ جلو پا /لت از پشت |
| هفته سوم | ۴ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ بالاسینه دمبل نشسته/ جلو پا /لت از پشت |
| هفته چهارم | ۴ | ۳ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ بالاسینه دمبل نشسته/ جلو پا /پشت پا خوابیده |
| هفته پنجم | ۵ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ بالاسینه دمبل/ جلو پا /لت از پشت /پشت پا خوابیده |
| هفته ششم | ۵ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ بالاسینه دمبل / جلو پا /لت از پشت /پشت پا خوابیده |
| هفته هفتم | ۵ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ بالاسینه دمبل /جلو پا /لت از پشت /پشت پا خوابیده |
| هفته هشتم | ۶ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ نشر جانب دمبل/ جلو پا دستگاه /لت از پشت /پشت پا خوابیده/پرس پا |
| هفته نهم | ۶ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ بالاسینه دمبل /جلو پا /لت از پشت /پشت پا خوابیده/ نشر جانب دمبل |
| هفته دهم | ۶ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر / نشر جانب دمبل/ جلو پا دستگاه/لت از پشت/ پشت پا خوابیده / پرس پا |
| هفته یازدهم | ۶ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ نشر جانب دمبل / لت از پشت/ پشت پا خوابیده/ اسکات/فیله کمر |
| هفته دوازدهم | ۶ | ۳ ست * ۱۰ تکرار | پرس سینه هالتر/ بالاسینه دمبل/ از پشت/ پشت پا خوابیده/ پرس پا/ اسکات/فیله کمر |

**برنامهٔ تمرینی گروه تمرینی پلایومتریک:** برنامهٔ تمرینی این گروه به ترتیب در ۱۲ هفته با توجه به جدول ۲ اجرا شد. در طراحی تمرینات پلایومتریک، اصل سازگاری و اصل اضافه بار تمرین، بر اساس میزان آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها، از هفته اول با ۳ نوع تمرین و هفته دوازدهم با ۱۱ تمرین انجام پذیرفت. علاوه‌براین، درصد شدت تمرینات ورزشی بر مبنای حداکثر اکسیژن مصرفی اخذ شده از آزمودنی‌ها، با ۶۰ درصد در هر کدام از تمرینات انجام گردید.

**مبنای فرمول حداکثر اکسیژن مصرفی:**

Max VO۲ = ۱۳۲/۸۵۳ - (۰/۰۷۶۹ × وزن بر پوند) - (۰/۳۸۷۷ × سن) + (۶/۳۱۵ × جنسیت) - (۳/۲۶۴۹ × زمان طی شده) - (۰/۱۵۶۵ × ضربان قلب)نمونه‌ای از تمرینات پلایومتریک به شرح شکل ۱ اجرا شد.

جدول ۲) پروتکل تمرینات پلایومتریک

| نام تمرین | ۱۲ هفته تمرین (تعداد تکرار × ست) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پوگو | | | | | | | | | | | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ |
| پرش زانو بالا | | | | | | | | | | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ |
| لی لی از پهلو | | | | | | | | | ۴×۸ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ |
| پرش موشک | | | | | | | | ۳×۱۰ | ۳×۱۰ | ۴×۸ | ۴×۸ | ۴×۸ |
| پرش قیچی | | | | | | | ۳×۱۰ | ۳×۱۰ | ۳×۱۰ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ |
| لی لی مورب | | | | | | ۳×۱۰ | ۴×۸ | ۴×۸ | ۴×۸ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ |
| پرتاب مدیسن ملاقه | | | | | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۱۰ | ۳×۱۰ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ |
| پرش روی جعبه | | | | ۲×۸ | ۲×۱۰ | ۲×۱۰ | ۲×۱۰ | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۱۰ | ۳×۱۰ | ۳×۱۰ |
| لی لی سرعتی با جفت پا | | | ۲×۱۰ | ۲×۱۰ | ۲×۱۰ | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۱۰ | ۴×۸ | ۴×۸ | ۴×۸ |
| پاس توی سینه مدیسن بال | | ۲×۸ | ۲×۸ | ۲×۸ | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۱۰ | ۳×۱۰ | ۴×۸ | ۴×۸ | ۴×۸ |
| پرتاب مدیسن بال با چرخش | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۸ | ۳×۱۰ | ۳×۱۰ | ۳×۱۰ | ۴×۸ | ۴×۸ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ | ۴×۱۰ |

**روش نمونه‌گیری آزمایشگاهی:** در مرحله اول مطالعه، از هر آزمودنی قبل از تمرین، نمونهٔ خون گرفته شد (به میزان چهار میلی‌لیتر خون از ورید بازویی) و شروع پروتکل تمرینی، ۲۴ ساعت پس از گرفتن نمونه اولیه آغاز شد. ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (هفته دوازدهم)، مجدداً نمونهٔ خون مشابه مرحلهٔ اول گرفته شد.

در این پژوهش، تغییرات کیت آزمایشگاهی IGF-1 نوع کلیا و IGFBP-3 آلایزا تولید شرکت Autobio Diagnostics و برای IL-6 با کیت تشخیصی الایزا مدل انسانی، شرکت Bender Medsystem اتریش به روش رقابتی مورد ارزیابی قرار گرفت.

این کیت‌ها برای کارهای تحقیقاتی طراحی شده

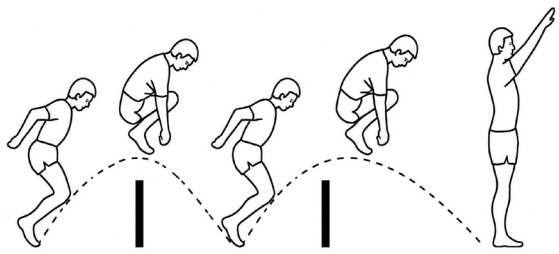
[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e4





است. حساسیت از مسئولین آزمایشگاه سوال شده و بر روی راهنمای کیت شرکت که در جعبه کیت ها موجود بوده ثبت شده بوده است. همچنین کمّی‌سازی با طول موج ۴۵۰ تا ۶۲۰ نانومتر انجام گرفت. شرایط نگهداری کیت‌ها ۲- تا ۸- بود. نمونه نمونه‌گیری خونی در حالت ناشتا قبل و ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین گرفته شد. برای هر مرحله خون گیری، چهار میلی‌لیتر خون از سیاهرگ ساعد دست راست در حالت نشسته و وضعیت استراحت انجام گرفت. سپس از سانتریفیوژ با برد ۳۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه برای جداسازی پلاسما استفاده و پلاسمای حاصل در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید.



شکل ۱) نمونه‌ای از تمرینات پلایومتریک

**ملاحظات اخلاقی:** در این پژوهش، تمامی اصول اخلاقی از جمله اخذ کد اخلاق SSRI.REC-2302-2110 صادره از کارگروه اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی، محرمانه بودن، کسب رضایت کتبی از آزمودنی‌ها، آگاه‌کردن آزمودنی‌ها از اهداف پژوهش، آزادی عمل مراجعان در خصوص خروج از پژوهشی رعایت شد.

**روش تجزیه و تحلیل داده‌ها:** از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین‌ها، انحراف معیارها و درصد تغییرات میانگین‌ها استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک و برای بررسی فرضیات از آنالیز تحلیل واریانس مختلط و برای بررسی تغییرات بین گروهی از آزمون t با نرم‌افزار SPSS26 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## یافته‌ها

شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش شامل مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها و میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در دو مرحله پیش آزمون وپس آزمون به شرح جدول ۳ و ۴ ارائه شد.

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که متغیرهای پژوهش برای همهٔ گروه‌های تمرینی در جلسات پیش‌آزمون و پس‌آزمون دارای توزیع طبیعی بود ($p>0/05$). هم‌چنین آزمون لوین نشان می‌دهد که در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین امتیازات گروه‌های تمرینی، تجانس واریانس وجود دارد ($p>0/05$).

آزمون تحلیل واریانس برای فاکتور IGF-1 جهت مقایسه گروه‌ها در مراحل آزمون طبق جدول ۵ بررسی شد. با توجه به جدول ۵، نتایج تحلیل آزمون نشان داد که اثر تمرینات معنی‌دار است ($p<0/05$). لذا، جهت بررسی بیشتر تأثیر بین گروهی از آزمون t بین گروه‌های آزمون و گروه کنترل استفاده گردید که مشخص شد در گروه تمرینات پلایومتریک اثر تمرین بر فاکتور فوق به صورت افزایشی معنی‌دار بود.

آزمون تحلیل واریانس مختلط برای فاکتور IGFBP-3 برای مقایسه گروه‌ها در مراحل آزمون طبق جدول ۶ بررسی شد. با توجه به جدول ۶ نتایج تحلیل واریانس مختلط نشان می‌دهد که اثر تمرینات معنی‌دار بود ($p<0/05$). لذا جهت بررسی بیشتر تأثیر بین گروهی از آزمون تی استفاده گردید که مشخص گردید در گروه تمرینات پلایومتریک و تمرینات قدرتی اثر تمرین بر فاکتور فوق معنی دار بود.

آزمون تحلیل واریانس مختلط برای فاکتور IL-6 برای مقایسه گروه‌ها در مراحل آزمون طبق جدول ۷ بررسی شد. با توجه به جدول ۷، نتایج تحلیل واریانس مختلط نشان می‌دهد که اثر تمرینات معنی‌دار بود ($p<0/05$). لذا، جهت بررسی بیشتر تأثیر بین گروهی از آزمون t استفاده گردید که مشخص گردید در گروه تمرینات قدرتی اثر تمرین بر فاکتور فوق معنی‌دار بود.

جدول ۳) مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها

| گروه | سن (سال) | | وزن بدن (کیلوگرم) | | قد (متر) | | شاخص توده بدنی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | میانگین | انحراف استاندارد | میانگین | انحراف استاندارد | میانگین | انحراف استاندارد | میانگین | انحراف استاندارد |
| تمرینات قدرتی | ۲۹/۵ | ۱/۶۷ | ۱۱۱ | ۱/۲۱ | ۱/۷۷ | ۰/۰۶۵ | ۳۱/۶۵ | ۰/۷۹ |
| تمرینات پلایومتریک | ۲۶/۹ | ۱/۲ | ۱۰۹ | ۱/۴۹ | ۱/۸۰ | ۰/۰۳۴ | ۳۱/۵۱ | ۱/۱۷ |
| کنترل | ۲۸/۳ | ۱/۲۴ | ۱۰۰/۷ | ۱/۳۴ | ۱/۷۴ | ۰/۰۵۲ | ۳۳/۱۷ | ۱/۲۵ |

جدول ۴) میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون

| گروه | IGF-1 (نانوگرم بر میلی لیتر) | | IGFBP-3 (میلی گرم بر دسی لیتر) | | IL-6 (pg/ml) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | پیش‌آزمون | پس‌آزمون |
| قدرتی | ۲۱۲/۲۳ ± ۲۸/۵۶ | ۲۲۱/۱۸ ± ۲۱/۵۶ | ۳۰۱۴ ± ۳۲۱/۵۴ | ۳۰۷۶ ± ۳۵۴/۱۲ | ۲/۰۴ ± ۰/۲۳ | ۲/۷۸ ± ۰/۳۶ |
| پلایومتریک | ۲۱۲/۴۶ ± ۲۵/۲۱ | ۲۴۷/۲۳ ± ۱۸/۴۷ | ۳۰۲۴ ± ۲۵۶/۲۱ | ۳۲۵۶ ± ۲۱۶/۶۳ | ۲/۱۰ ± ۰/۳۵ | ۱/۹۱ ± ۰/۱۸ |
| کنترل | ۲۱۲/۴۱ ± ۲۶/۳۲ | ۲۱۹/۵۷ ± ۲۴/۵۶ | ۲۹۶۸ ± ۳۱۲/۵۲ | ۳۰۵۸ ± ۸۷/۳۱ | ۲/۲۲ ± ۰/۲۱ | ۲/۱۹ ± ۰/۲۵ |

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e4





**جدول ۵)** آزمون تحلیل واریانس برای فاکتور IGF-1 جهت مقایسه گروه‌ها در مراحل آزمون

| شاخص‌ها / منبع تغییرات | | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| درون گروهی | آزمون | ۳/۲۴۱ | ۱ | ۱/۸۶۰ | ۱۱/۴۵۸ | ۰/۰۲۸ |
| | آزمون × گروه | ۳/۵۷۶ | ۲ | ۱/۲۴۸ | ۸/۲۵۶ | ۰/۰۳۳ |
| | خطا | ۴/۵۴۲ | ۲۷ | ۰/۱۲۴ | | |
| بین گروهی | گروه | ۲۷/۱۱۰ | ۲ | ۱۲/۵۲۴ | ۹/۳۵۲ | ۰/۰۴۷ |
| | خطا | ۸۹/۱۲۱ | ۲۷ | ۳/۲۱۳ | | |

**جدول ۶)** آزمون تحلیل واریانس مختلط برای مقایسه گروه‌ها در مراحل آزمون IGFBP-3

| شاخص‌ها / منبع تغییرات | | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| درون گروهی | آزمون | ۰/۵۴۹ | ۱ | ۰/۴۷۵ | ۷/۲۱۵ | ۰/۲۶۶ |
| | آزمون × گروه | ۰/۵۲۱ | ۲ | ۰/۱۵۷ | ۳/۵۹۴ | ۰/۰۲۷ |
| | خطا | ۲/۱۰۸ | ۲۷ | ۰/۰۶ | | |
| بین گروهی | گروه | ۱۴/۱۵۲ | ۲ | ۷/۱۲۴ | ۳/۲۶۸ | ۰/۰۴۱ |
| | خطا | ۵۷/۳۰۶ | ۲۷ | ۱/۳۲۸ | | |

**جدول ۷)** آزمون تحلیل واریانس مختلط برای مقایسه گروه‌ها در مراحل آزمون IL-6

| شاخص‌ها / منبع تغییرات | | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| درون گروهی | آزمون | ۰/۶۵۰ | ۱ | ۰/۲۳۵ | ۵/۲۱۶ | ۰/۰۳۱ |
| | آزمون × گروه | ۰/۵۴۲ | ۲ | ۰/۱۹۷ | ۳/۵۶۲ | ۰/۰۳۴ |
| | خطا | ۲/۲۱۰ | ۲۷ | ۰/۰۷ | | |
| بین گروهی | گروه | ۱۳/۲۱۶ | ۲ | ۶/۰۵۸ | ۳/۲۵۱ | ۰/۰۲۱ |
| | خطا | ۵۹/۲۱۵ | ۲۷ | ۱/۲۵۱ | | |

## بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقدار IGF-1 فقط در گروه تمرین پلایومتریک تغییر معناداری داشت. پاسخ هورمون IGF-1 در تحقیقات مختلف با تناقض زیادی روبه‌روست و علت این تفاوت را علاوه بر مسائل آماری مانند حجم نمونه و واریانس‌ها باید در زمینه‌های دیگر نیز جستجو کرد. یافته‌های پژوهش‌هایی که پاسخ IGF-1 را به تمرینات طولانی‌مدت بررسی کرده‌اند تأیید می‌کنند که شدت، مدت، اینتروال‌های استراحتی بین ست‌های تمرینی و حجم تمرین به‌کاررفته، سطوح نهایی IGF-1 را تعیین می‌کند [۲۰]؛ رژیم غذایی و تغذیه ثابت بین آزمودنی‌ها نیز بر سطوح گردش خونی IGF-1 اثر می‌گذارد [۲۱]. تحقیقات نشان داده است تمرین پلایومتریک میان‌مدت و تمرین قدرتی کوتاه‌مدت می‌توانند غلظت IGF-1 را افزایش دهند [۲۲]. گرگوری و همکاران در سال ۲۰۱۳ غلظت IGF-1 گردش خونی را در چهار گروه تمرینی استقامتی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل بررسی کردند و پس از هشت هفته افزایش IGF-1 را در تمرین مقاومتی و نه استقامتی گزارش کردند [۲۳]. مکانیسم‌های زیربنایی و اهمیت فیزیولوژیک این تغییرات در سیستم IGF-1 گردش خونی کاملاً شناخته نشده است، اما می‌تواند با بازسازی عضلات، استخوان و تاندون که از طریق محرک‌های مکانیکی اتفاق می‌افتد مرتبط باشد [۲۴]. بیشترین IGF-1 پایه گردش خون از کبد مشتق می‌شود [۲۵]؛ با این حال مطالعات نشان داده‌اند افزایش غلظت IGF-1 گردش خون در پاسخ به تمرین به رهایش IGF-1 از بافت‌های عضلانی، ماتریکس خارج سلولی، اندوتلیوم عروق و دیگر مخازن ذخیره‌سازی خارج عروقی نسبت داده می‌شود [۲۶]. بارگیری حرکتی و تمرین مقاومتی بیان و سنتز IGF-1 را در بافت‌ها به‌ویژه عضله اسکلتی تحریک می‌کند و تمرین قدرتی ممکن است بیان پپتید IGF-1 را در این بافت یا دیگر بافت‌ها بالا ببرد که به افزایش مخزن ذخیره‌سازی خارج عروقی برای رهایش در طول تمرین کمک می‌کند [۲۷]. گزارش‌های متعددی نیز درباره عدم تغییر سطوح IGF-1 پس از فعالیت ورزشی وجود دارد و از لحاظ زمانی افزایش IGF-1 در اوایل فعالیت ورزشی نمایان می‌شود [۲۸]. مدت تمرین می‌تواند به تغییراتی در مقادیر و نسبت‌های اجزای ترکیبی دستگاه IGF-1 منجر شود که در نهایت به افزایش نیمه‌عمر آن در خون می‌انجامد [۲۹]. IGF-1 به صورت موضعی نیز تولید

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e4





می‌شود و در الگوی اتوکرین و پاراکرین عمل می‌کند و ممکن است IGF-1 ویژه بافت نسبت به IGF-1 گردش خون به فعالیت ورزشی حساس‌تر باشد؛ نشان داده شده است پاسخ IGF-1 موضعی ممکن است برای شرکت در حجیم شدن عضله با تمرین قدرتی نسبت به عوامل گردش خون مهم‌تر باشد [۲۷]. هرچه سازگاری بیشتر شود، ترشح سایتوکاین‌های التهابی کمتر و به دنبال آن سرکوب عوامل رشدی کمتر می‌شود. از آنجایی که تمرینات قدرتی در ابتدا باعث تخریب بافت‌ها و افزایش سایتوکاین‌های التهابی می‌شود، ولی در پایان دوره تمرینی دوازده هفته‌ای کاهش غلظت IGF-1 مشاهده نشد، می‌توان این یافته را به سازگاری آزمودنی‌ها با تمرین مرتبط دانست. پاسخ‌های ناشی از ورزش در سیستم IGF-1 نقش اساسی در تحریک سازگاری با تمرین دارد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقدار IGFBP-3 در گروه‌های تمرینی پلایومتریک و قدرتی معنادار بود. IGFBP-3 مهم‌ترین پروتئین اتصالی گردش خون و دارای بیشترین مقدار در سرم است که در کبد و دیگر بافت‌ها سنتز می‌شود و به عنوان حمل‌کننده اصلی IGF-1 عمل می‌کند. اقدامات آن ممکن است مهار یا افزایش IGF-1 باشد و می‌تواند به عنوان انتقال‌دهنده تنظیمی IGF-1 سیستمیک و تنظیم‌کننده موضعی عمل کند؛ بنابراین، IGFBP-3 ترکیبی از نقش‌های وابسته و مستقل از IGF-1 را دارد و به نوعی روش درون‌ریز و تعامل با سیستم اتوکرین و پاراکرین را منعکس می‌کند. *رجبی* و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر فعالیت ورزشی قدرتی سنگین بر دستگاه IGF-1 و روند زمانی تغییرات اجزای ترکیبی آن را در مردان تمرین‌کرده و تمرین‌نکرده بررسی کردند [۳۱]. یافته‌های پژوهش نشان داد یک جلسه فعالیت سنگین موجب افزایش معنادار هورمون رشد و کاهش معنادار IG-FBP-3 در گروه تمرین‌کرده شد؛ این موضوع نشان داد، هم وضعیت تمرینی اولیه و هم فشار فیزیولوژیکی نسبی به‌کاررفته در طول تمرین، پاسخ IGFBP-3 را تحت تأثیر قرار می‌دهد. احتمالاً آستانه‌ای از فشار فیزیولوژیک برای ایجاد پروتئولیز IGFBP-3 وجود دارد و کاهش سطوح آن به دلیل فعال شدن IGFBP-3 پروتئازهاست [۳۲]. کاهش سطوح IGFBP-3 یک سازوکار جبرانی فراهم می‌کند که اجازه می‌دهد IGF-1 آزاد افزایش یابد و افزایش پروتئولیز IGFBP-3 دسترسی زیستی را بالا می‌برد. با توجه به حجم و شدت تمرینات در گروه پلایومتریک، می‌توان این موضوع را دلیلی برای معناداری این فاکتور در این گروه دانست و به نظر می‌رسد حجم تمرینات ورزشی می‌تواند عامل مؤثری بر مقدار این فاکتور در خون باشد. *Annunziata* و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی تغییرات سطوح گردش خونی IGFBP-3 را در طول دو نوع تمرین اینتروال و تداومی با شدت متوسط مقایسه کردند [۳۳] که در هر دو نوع IGFBP-3 با افزایش همراه بود و با نتایج پژوهش حاضر همسو بود؛ آنان اشاره کردند افزایش IGFBP-3 ناشی از ورزش با افزایش GH و افزایش غلظت هماتوکریت خون مرتبط است و تمرین در انسان انتقال گلبول قرمز خون از طحال به خون را موجب می‌شود و این تفاوت در حجم پلاسما ممکن است نقشی در تغییرات IGFBP-3 در طول تمرین داشته باشد. فهم مکانیسم‌هایی که تمرین و رشد را در نوجوانان به هم پیوند می‌دهد اهمیت خاصی دارد، چرا که سطوح فعالیت جسمانی نه تنها آمادگی آن‌ها را تعیین می‌کند، بلکه بر بلوغ و توانایی اندام‌ها برای سازگاری با مراحل بعدی تمرین نیز اثر می‌گذارد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقدار اینترلوکین-۶ در گروه تمرین قدرتی معنادار و در گروه تمرین پلایومتریک اثری نداشت. در رابطه با تأثیر تمرین پلایومتریک بر IL-6 تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. برخی از تحقیقات با نتایج این تحقیق همسو هستند؛ از این قبیل موارد می‌توان به *Mendham* و همکاران [۳۴]، *Chatzinikolaou* و همکاران [۳۵] و *Pedersen* و همکاران [۳۶] و آقاعلی‌نژاد و ملانوری شمس [۳۷] اشاره کرد که در تحقیقات خود نشان دادند هرگونه تمرینات ترکیبی می‌تواند سطح اینترلوکین-۶ را کاهش دهد. برخی تحقیقات نتایج ناهمسو با نتایج تحقیق حاضر گزارش کرده‌اند؛ *رستمی* و همکاران [۳۸] و *بروجنی* و همکاران [۳۹] پژوهشی انجام دادند که در آن تمرین پلایومتریک باعث افزایش IL-6 شده بود..

همچنین برخی تحقیقات نتایج معناداری گزارش نکردند؛ برای مثال *گرزی* و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر تمرین مقاومتی بر IL-6 را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمرین تأثیر معناداری نداشته است (۴۰). برای توجیه این تناقضات، دانشمندان سازوکارهای مختلفی بیان کرده‌اند. اکثر پژوهش‌ها بر کاهش IL-6 در اثر تمرین ورزشی اشاره دارند و توجیه آن‌ها این است که سازگاری با تمرینات مختلف به‌ویژه تمریناتی که شکل تناوبی دارند می‌تواند باعث کاهش IL-6 شود. از طرفی تمرینات پلایومتریک سبب فعال‌سازی آنزیم‌های اکسایشی و هورمون‌های محرک (کاتکولامین‌ها) می‌شوند و عضله اسکلتی به علت بالا رفتن ذخیره گلیکوژن و افزایش سوخت‌وساز چربی کمتر به منابع کربوهیدراتی متکی می‌شود؛ از آنجایی که تخلیه گلیکوژن مهم‌ترین محرک IL-6 است، سازگاری به‌دست‌آمده یعنی اتکای کمتر به گلیکوژن عضله در حال استراحت سبب کاهش ترشح آن می‌شود.

تحقیقات نشان داده است تمرینات قدرتی با توجه به شدت و مدت تمرینات می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر IL-6 بگذارد؛ به عنوان مثال تمرینات با شدت بالا با مدت تمرینی متناوب نسبت به حجم تمرینات می‌تواند باعث التهاب در بدن شود. از آنجایی که IL-6 یک فاکتور التهابی است که سطح آن در افراد چاق به دلیل تغییرات هورمونی و متابولیکی در سیستم فیزیولوژیکی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند، مشخص شده است این تغییرات می‌تواند به عنوان درمان مکمل و مؤثر برای تنظیم رفتار سیستم ایمنی بدن از طریق تعدیل توازن فاکتورهای پیش‌التهابی و ضدالتهابی و همچنین تقویت محافظت از نورون و مکانیسم‌های ترمیم عصبی عمل کند. ارتباط بین IL-6

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e4





و تمرینات قدرتی رابطه‌ای پیچیده و دوگانه است که بسته به شرایط می‌تواند هم مضر و هم مفید باشد (۴۱). افزایش IL-6 در پاسخ به تمرین قدرتی با شدت بالا (۵۰ تا ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) می‌تواند رخ دهد. این افزایش عمدتاً ناشی از دو عامل است: آسیب عضلانی، به‌ویژه زمانی که افراد کم‌تحرک و دارای اضافه‌وزن بالا باشند و حرکات ناآشنا یا تمرین با حجم و شدت بالا انجام دهند و شدت تمرینات با اصل اضافه بار همراه باشد، که باعث ایجاد پارگی‌های میکروسکوپی در فیبرهای عضلانی می‌شود. این آسیب یک پاسخ التهابی موضعی را فعال می‌کند که یکی از اجزای اصلی آن ترشح IL-6 توسط خود سلول‌های عضلانی است. عامل دوم انقباض عضلانی است که صرف‌نظر از آسیب، فرآیند انقباض عضلانی به خودی خود می‌تواند سیگنال‌هایی برای تولید IL-6 در عضله فعال کند (۴۲). نقش IL-6 در این مرحله مانند یک سیگنال خطر عمل می‌کند و سلول‌های ایمنی مانند ماکروفاژها را به محل آسیب‌دیده جذب می‌کند تا بافت‌های آسیب‌دیده پاکسازی شوند. احساس خستگی حاصل از تمرینات ورزشی قدرتی می‌تواند روی سیستم عصبی مرکزی تأثیر بگذارد و احساس خستگی و کسالت بعد از تمرین را ایجاد کند که با ترشح IL-6 مکانیسمی برای وادار کردن بدن افراد فاقد آمادگی و چاق به استراحت و ترمیم است. در واقع IL-6 مانند یک کلید، سیستم ضدالتهاب بدن را روشن می‌کند. تحریک هیپرتروفی با IL-6 در تعامل با سایر فاکتورهای رشد مانند IGF-1 در فرآیند ترمیم و بازسازی عضله نقش دارد. این سایتوکاین به سلول‌های ماهواره‌ای که برای رشد عضله حیاتی هستند سیگنال می‌دهد تا فعال شده و باعث ترشح فاکتورهای ضدالتهابی شوند. از طرفی IL-6 با تأثیر بر متابولیسم و ترشح‌شده از عضله (مایوکاین) در تنظیم متابولیسم گلوکز و چربی نقش دارد؛ این سیتوکین می‌تواند تجزیه چربی (لیپولیز) را افزایش دهد و حساسیت به انسولین را بهبود بخشد که از فواید مهم تمرینات قدرتی است و با افزایش ترشحات IL-6 همراه است. در کل، عضلات اسکلتی در تمرینات قدرتی در حال انقباض و آسیب‌دیدن، سازگار یافته و سطح IL-6 افزایش می‌یابد و نقش اصلی ایجاد التهاب موقت و جلب سلول‌های ایمنی برای ترمیم، ایجاد اثرات ضدالتهابی و کمک به رشد و متابولیسم را بازی می‌کند؛ افزایش IL-6 در پاسخ به تمرینات قدرتی یک پدیده فیزیولوژیک کاملاً طبیعی و بخشی ضروری از فرآیند سازگاری و قوی‌تر شدن بدن است (۴۳). این سایتوکاین با ایجاد اثرات ضدالتهابی و تحریک رشد عضلات، به عاملی مفید و سازنده تبدیل می‌شود. ضمناً در برخی تحقیقات IL-6 به عنوان یک سایتوکین پیش‌التهابی معرفی شده است که انقباض‌های عضلانی تمرینات قدرتی موجب تحریک و ترشح آن می‌شود و عملکردی دوگانه با اثر پیش‌التهابی و ضدالتهابی از خود نشان داده است. شایان ذکر است تولید سایتوکاین‌های پیش‌التهابی برای دفاع ایمنی افراد چاق که غالباً در این زمینه از سیستم ایمنی ضعیف‌تری برخوردارند ضروری است. ضمناً فعالیت‌های ورزشی قدرتی می‌تواند موجب تغییراتی در فاکتورهای مرتبط با سیستم ایمنی بدن انسان شود که تحقیق حاضر با نتایج *Castellano* و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد. در نهایت با توجه به تناقض‌های موجود در تحقیقات انجام‌شده می‌توان گفت تحقیقات بیشتری در زمینه اثر تمرینات ورزشی به‌خصوص تمرینات قدرتی بر عملکرد سیستم ایمنی در افراد چاق نیاز است (۴۳).

درخصوص محدودیات پژوهش می‌توان گفت که با وجود طراحی کنترل‌شده و همسان‌سازی نسبی شرایط، این پژوهش محدود به مردان چاق غیرفعال بود و تعمیم نتایج به زنان، گروه‌های سنی دیگر و سطوح آمادگی مختلف نیازمند احتیاط است؛ همچنین، دوره پیگیری دوازده‌هفته‌ای و نبود ارزیابی طولانی‌مدت از محدودیت‌های قابل ذکر است. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با حجم نمونه بیشتر، شامل هر دو جنس و دامنه سنی گسترده‌تر، مقایسه شدت‌ها و حجم‌های مختلف تمرین، پیگیری بلندمدت، کنترل دقیق‌تر رژیم غذایی، خواب و فعالیت روزانه و سنجش هم‌زمان ترکیب بدن، IGF-1 آزاد، پروتئازهای IGFBP-3 و نشانگرهای ایمنی طراحی شوند تا سازگاری‌های هورمونی و التهابی تمرینات پلایومتریک و قدرتی در افراد چاق روشن‌تر شود.

## نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، اجرای تمرینات پلایومتریک با توجه به نتایج پژوهش در خصوص میزان IL-6 و افزایش فاکتور IGF-1، به دلیل ماهیت تمرینات، می‌تواند نسبت به تمرینات قدرتی تأثیر مطلوب‌تری بر برخی شاخص‌های سلامتی داشته باشد و به‌طور مناسب و منظم در برنامه ورزشی افراد چاق غیرفعال قرار گیرد؛ در عین حال تمرینات قدرتی و پلایومتریک با مکانیسم‌های بیان‌شده بر IGFBP-3 اثر داشتند. بنابراین به نظر می‌رسد ترکیب هوشمندانه این دو شیوه تمرینی با رعایت شدت و حجم بتواند در ارتقای شاخص‌های رشد و کنترل التهاب در مردان چاق غیرفعال مفید باشد.

## نکات بالینی کاربردی برای پلیس

به صورت کلی با عنایت به اینکه نیروهای پلیس اکثر زمان خود را در مأموریت به سر می‌برند باید از تمرینات ورزشی مناسب و منظم به خصوص تمرینات پلایومتریک جهت کنترل فاکتورهای التهابی بدن استفاده نمایند.

**تقدیر و تشکر:** نویسندگان از کلیه افرادی که به عنوان نمونه در این مطالعه شرکت نموده و موجبات انجام تحقیق را فراهم نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

**سهم نویسندگان:** ارائه ایده و طراحی مطالعه، امیر فلاح نژاد مجرد؛ جمع‌آوری داده‌ها، فاطمه سلمان نسب؛ تجزیه و تحلیل داده‌ها، حدیث سلمان نسب، امیر فلاح نژاد مجرد. همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله و بازنگری آن سهیم بودند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

**بیانیه شفاف‌سازی استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی:**

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2025;14:e4





نویسندگان تصریح می‌نمایند که در نگارش و بازنگری این مقاله، از دستیار هوش مصنوعی (DeepSeek) صرفاً به منظور ویرایش زبانی، بهینه‌سازی ساختار جملات و ارتقای روانی متن استفاده شده است. تمامی فرآیندهای تحلیل داده‌ها، گردآوری منابع، استنتاج‌های بالینی و مسئولیت کامل صحت علمی محتوای ارائه شده منحصراً بر عهده نویسندگان مقاله است.

**تعارض منافع:** نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

**حمایت مالی:** این مطالعه هیچ‌گونه حمایت مالی نداشت.

## REFERENCES


1. Ebrahim ،Khosrow ؛Hajar ،Dashti Darbandi. Bomiyat Strength Training in Sports. Tehran Shahid Beheshti University. 2005. [Persian]
2. Khodapanahi ، K. General Physiology General Physiology and Endocrinology Tehran University. 1991 [Persian]
3. Fink JE, Schoenfeld BJ, Kikuchi N, Nakazato K. Acute and Long-term Responses to Different Rest Intervals in Low-load Resistance Training. Int J Sports Med. 2017 Feb;38(2):118-124. doi: 10.1055/s-0042-119204. Epub 2016 Dec 16. PMID: 27984843. https://doi.org/10.1055/s-0042-119204
4. Sharifi Moghadam, A., Askari, R., Hamedinia, M., Haghighi, A. A Comparison of the Effects of Three Strength Training Programs with and without Blood Flow Restriction on Strength, Hypertrophy and Mobility Function in Elderly Women. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation, 2020; 8(4): 26-35. https://doi.org/10.22038/jpsr.2020.33483.1828
5. Sangal, H. (1998) Human Physiology, Yazd, Yazd Publications. [Book]
6. Salon J, Aru Henrik G. (1998). Hormones and Physical Activities, translated by Abbasali Galini, Tehran, General Department of Physical Education, Ministry of Education and Association of Graduates and Specialists of Physical Education and Sports. [Book]
7. Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen A, Valkeinen H, Alen M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. J Appl Physiol (1985). 2001 Aug;91(2):569-80. https://doi.org/10.1152/jappl.2001.91.2.569
8. Marandi S. M. Mohii, J. Farakhanloo R. Naderi A.. The Effect of 12 Weeks of Resistance Training on the Response of Some Metabolic Hormones Research in Sports Sciences. 1996, (114) 79-91. [Persian]
9. Markovic, G., Mikulic, P. Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower-Extremity Plyometric Training. Sports Med 40, 859–895 (2010). https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000
10. Arbab G. Rostami S. Zamani A. The effect of SSG and a resistance-plyometric training program on plasma levels of some IL-6, TNF-α and Gh in young soccer players. International Journal of Life Sciences. (2015) 5(9), 1174-1179. [Persian]
11. Andrejić, O.. The Effects of A Plyometric and Strength Training Program on The Fitness Performance in Young Basketball Players. Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport, 2012, 10(3), 221. http://facta.junis.ni.ac.rs/pe/pe201203/pe201203-06.pdf
12. Simmons, C., & Paull, G. C. (2001). Season-of-birth bias in association football. Journal of Sports Sciences, 19(9), 677–686. https://doi.org/10.1080/02640410152475801
13. de Villarreal, Eduardo Saéz-Saez1; Kellis, Eleftherios2; Kraemer, William J3; Izquierdo, Mikel4. Determining Variables of Plyometric Training for Improving Vertical Jump Height Performance: A Meta-Analysis. Journal of Strength and Conditioning Research 23(2):p 495-506, March 2009. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b7c6
14. Cho D (1990) Plyometric training and jumping power, translated by Behjat Rajaee. (1999) Isfahan, Jihad Daneshgah Press [Book]
15. Khodami A, Nikserasht A, Khoshnam A. The effect of 8 weeks of plyometric training on cortisol and DHEA levels in male badminton players (2014). European Journal of Experimental Biology, 4(1):265-269. https://www.primescholars.com/articles/the-effect-of-8-weeks-of-plyometric-training-on-cortisol-and-dhea-levels-in-male-badminton-players.pdf
16. Johnson, Barbara & Salzberg, Charles & Stevenson, David. (2011). A systematic review: Plyometric training programs for young children. Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association. 25. 2623-33. https://www.researchgate.net/publication/51579178_A_systematic_review_Plyometric_training_programs_for_young_children
17. Ramirez-Campillo R, Andrade DC, Alvarez C, Henríquez-Olguín C, Martínez C, Báez-Sanmartín E, Silva-Urra J, Burgos C, Izquierdo M. The effects of interset rest on adaptation to 7 weeks of explosive training in young soccer players. J Sports Sci Med. 2014 May 1;13(2):287-96. PMID: 24790481; PMCID: PMC3990881.
18. Afzali; Zainab. Raisi; Jalil. Marandi; Seyed Mohammad. Short-term effect of traditional resistance training on growth hormone cortisol 1-TGF-BIGF in middle-aged individuals, 2015. [Master's Thesis}
19. Pope, K., Jeffrey, M., Willardson, J., Schoenfeld, D., Emmett, & Gill, D. (2015). Hypertrophic and strength responses to extrinsic resistance training with blood flow restriction: a pilot study. International Journal of Sports Science and Coaching. 10 (5): 919-931. https://doi.org/10.1260/1747-9541.10.5.919


[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

20. Ehrnborg C, Lange KH, Dall R, Christiansen JS, Lundberg PA, Baxter RC, Boroujerdi MA, Bengtsson BA, Healey ML, Pentecost C, Longobardi S, Napoli R, Rosén T; GH-2000 Study Group. The growth hormone/insulin-like growth factor-I axis hormones and bone markers in elite athletes in response to a maximum exercise test. J Clin Endocrinol Metab. 2003 Jan;88(1):394-401. https://doi.org/10.1210/jc.2002-020037

21. J. Philip Karl, Joseph A. Alemany, Chad Koenig, William J. Kraemer, Jan Frystyk, Allan Flyvbjerg, Andrew J. Young, Bradley C. Nindl. Diet, body composition, and physical fitness influences on IGF-I bioactivity in women. Growth Hormone & IGF Research. Volume 19, Issue 6,2009, Pages 491-496, ISSN 1096-6374. https://doi.org/10.1016/j.ghir.2009.04.001

22. Pollock, M., Lowenthal, D., Pollock, B., Vincent, K., Garzarella, L., De Hoyos, D., & Borst, S. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2001. 33(4), 648–653.

23. Gregory SM, Spiering BA, Alemany JA, Tuckow AP, Rarick KR, Staab JS, Hatfield DL, Kraemer WJ, Maresh CM, Nindl BC. Exercise-induced insulin-like growth factor I system concentrations after training in women. Med Sci Sports Exerc. 2013 Mar;45(3):420-8. https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3182750bd4

24. S. Yakar, J. Liu, B. Stannard, A. Butler, D. Accili, B. Sauer, & D. LeRoith, Normal growth and development in the absence of hepatic insulin-like growth factor I, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 1999. 96 (13) 7324-7329, https://doi.org/10.1073/pnas.96.13.7324

25. Copeland JL, Heggie L. IGF-I and IGFBP-3 during continuous and interval exercise. Int J Sports Med. 2008 Mar;29(3):182-7. https://doi.org/10.1055/s-2007-965114

26. Juul A. Serum levels of insulin-like growth factor I and its binding proteins in health and disease. 2003; 13(4):113-70. https://doi.org/10.1016/S1096-6374(03)00038-8

27. Kraemer WJ, Nindl BC, Marx JO, Gotshalk LA, Bush JA, Welsch JR, Volek JS, Spiering BA, Maresh CM, Mastro AM, Hymer WC. Chronic resistance training in women potentiates growth hormone in vivo bioactivity: characterization of molecular mass variants. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2006 Dec;291(6):E1177-87. https://doi.org/10.1152/ajpendo.00042.2006

28. Elloumi, M. Zaouali, M. Latiri, I Lac, G. and Tabka, Z. Discrepancy in IGF-1 and GH response to submaximal exercise in young male subjects. Science and Sports, 2007; 22: P. 155-159. https://doi.org/10.1016/j.scispo.2007.06.002

29. Manetta, J. Brun. JF. Maimaun, L. Callis, A. Prefautc, and Mercier, J. Effect of training on the GH/IGF-1 axis during exercise in middle-aged men: relationship to glucose homeostasis. Am J Physiol Endocrinal Metab, 2002, 283(5): P.929-936. https://doi.org/10.1152/ajpendo.00539.2001

30. Sparkes, R and Behm, DG. Training adaptations associated with an 8-week instability resistance training program with recreationally active individuals. J Strength Cond Res, 2010; 24(7): P.1931–1941. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181df7fe4

31. Hasani-Ranjbar S, Soleymani Far E, Heshmat R, Rajabi H, Kosari H. Time course responses of serum GH, insulin, IGF-1, IGFBP1, and IGFBP3 concentrations after heavy resistance exercise in trained and untrained men. Endocrine. 2012 Feb;41(1):144-51. https://doi.org/10.1007/s12020-011-9537-3

32. Rosendal L, Langberg H, Flyvbjerg A, Frystyk J, Ørskov H, and Kjær M. Physical capacity influences the response of insulin-like growth factor and its binding proteins to training. Journal of Applied Physiology 2002 93:5, 1669-1675 10.1152/japplphysiol.00145.2002. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00145.2002

33. Annunziata, M., Granata, R. & Ghigo, E. The IGF system. Acta Diabetol 48, 1–9 (2011). https://doi.org/10.1007/s00592-010-0227-z

34. Mendham, A. E., Duffield, R., Marino, F., & Coutts, A. J. (2014). Small-sided games training reduces CRP, IL-6 and leptin in sedentary, middle-aged men. European journal of applied physiology, 114(11), S. 2289-2297. https://dx.doi.org/10.1007/s00421-014-2953-3

35. Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Gourgoulis V, Avloniti A, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Douroudos I, Michailidis Y, Beneka A, Malliou P, Tofas T, Georgiadis I, Mandalidis D, Taxildaris K. Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. J Strength Cond Res. 2010 May;24(5):1389-98. https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d1d318

36. Pedersen BK, Bruunsgaard H. Possible beneficial role of exercise in modulating low-grade inflammation in the elderly. Scand J Med Sci Sports. 2003 Feb;13(1):56-62. https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.20218.x

37. Agha Alinejad H., Molanouri Shamsi M.. Exercise Induced Release of Cytokines from Skeletal Muscle: Emphasis on Il-6. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism (IJEM)[Internet]. 2010;12(2 (sn 50)):181-190. https://sid.ir/paper/27484/en

38. Rostami S., Faramarzi M., Arbab G., Ahmadi L.. Effect of two methods of training, Small Sided Game (SSG) and resistance-plyometric, on plasma level of Interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha in youth soccer players, Hormozgan Medical Journal, 18(4), 339-346. https://www.magiran.com/paper/1315858

39. Borojeni, B., Mohammadinejad, S., Hossein Talaei, A., & Shirzadi, M. (1405). The Effect of a Period of Resistance Training, Detraining, and Retraining on Serum Levels of Anti-inflammatory Cytokines (IL-6, IL-10, IL-15, and TNF-α) in Middle-Aged Individuals. Tenth International Conference on Modern

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]

Research in Sport Science and Physical Education, Ha madan. https://civilica.com/doc/2689169

40. Gorzi. A.(2012). The effect of 10 weeks of parallel, strength and endurance training on hormonal, lipid and inflammatory indicators in untrained men. Iranian Journal of Endocrine and Metabolism, bimonthly research journal of Endocrine and Metabolism Research Center. Proc Natl Acad Sci U S A, 13.620 .614. [Persian]
41. C. -H. Chae, H.-C. Lee, S.-L. Jung, T.-W. Kim, J.-H. Kim, N.-J. Kim, H.-T. Kim. RETRACTED: Swimming exercise increases the level of nerve growth factor and stimulates neurogenesis in adult rat hippocampus. Neuroscience. Volume 212, 2012. Pages 30-37. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.03.030
42. Eftekhari E, Mostahfezian M, Etemadifar M, Zafari A. Resistance training and vibration improve muscle strength and functional capacity in female patients with multiple sclerosis. Asian J Sports Med. 2012 Dec;3(4):279-84. https://doi.org/10.5812/asjsm.34552
43. Castellano V., Darpan I. Patel, and Lesley J. White. Cytokine responses to acute and chronic exercise in multiple sclerosis. Journal of Applied Physiology 2008 104:6, 1697-1702 10.1152/japplphysiol .00954.2007. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00954.2007

[ Downloaded from jpmed.ir on 2026-11-09 ]