ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e17

Journal of Police Medicine

ORIGINAL ARTICLE OPEN ACCESS

Comparison of the Effect of Two Moderate and High-Intensity Endurance and Resistance Training Methods on Predictors of Cardiovascular Diseases and Arteriosclerosis in Elderly Rats

Rasoul Nasiri[1 * PhD Candidate], **Farhad Rahmani nia**[1 PhD], **Bahman Mirzaei**[1 PhD], **Mohammad Faramarzi**[2 PhD], **Farzad Shirazian**[3 MD]

[1] Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
[2] Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
[3] Anesthesis & Subspecial Intensivist, NAJA Vali-e-Asr Hospital, Tehran, Iran.

ABSTRACT

AIMS: Today, cardiovascular diseases are one of the main causes of death. This study was conducted to compare the effect of resistance and endurance training on predictors of cardiovascular diseases and arteriosclerosis in aged male rats.

MATERIALS AND METHODS: The present study is an experimental and fundamental research with a control group conducted in 2021 in the basic science laboratory of Shahrekord University in Iran. Fifty elderly male Wistar rats with an average weight of 432.7±4.4 grams and an age of 23±2 months were randomly divided into five groups. The control group was divided into two resistance training groups (climbing a special ladder) and two continuous training groups (running on a treadmill), and they did the training protocols for eight weeks and five sessions every week. Data analysis was performed using a one-way analysis of variance and Bonferroni post hoc test with SPSS 22 software at $p \leq 0.05$ level.

FINDINGS: The results of the present study showed that the level of HDL increased significantly in all four training groups compared to the control group ($p \leq 0.05$). LDL level and LDL/HDL ratio decreased significantly in all four training groups compared to the control group ($p \leq 0.05$). The level of TC decreased significantly only in the high-intensity resistance training group ($p \leq 0.05$). Even though both training methods led to changes in the levels of TG, VLDL, ApoA1, ApoB, and ApoB/ApoA1 ratio, these changes were not statistically significant ($p > 0.05$). The difference between the two training methods was insignificant ($p > 0.05$).

CONCLUSION: Both training methods caused positive changes in HDL, LDL factors, and LDL/HDL ratio. Performing both training methods is recommended for older adults and people at risk, especially the military, although endurance training has more effect and fewer risks.

KEYWORDS: Aging; Cardiovascular diseases; Atherosclerosis; Exercise; Resistance Training; Endurance Training; Wistar Rats

How to cite this article:

Nasiri R, Rahmani nia F, Mirzaei B, Faramarzi M, Shirazian F. *Comparison of the Effect of Two Moderate and High-Intensity Endurance and Resistance Training Methods on Predictors of Cardiovascular Diseases and Arteriosclerosis in Elderly Rats*. J Police Med. 2023;12(1):e17.

***Correspondence:**

Address: Department of Education, Shahid Bahonar Blvd., Ardel, Chaharmahal & Bakhtiari, Iran, Postal Code: 8881743751
Mail: **rasoul_nasiri@yahoo.com**

Article History:

Received: 14/07/2023
Accepted: 27/09/2023
ePublished: 18/10/2023

Copyright © 2023, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

INTRODUCTION

One of the most important achievements of medical science in the last century is increasing life expectancy. From the beginning of the 1900-2021 century, the average life expectancy has increased from 65 to 85 years [1]. On the other hand, age is the most important factor determining the health of the cardiovascular system, and according to predictions, by 2030, the age of about 20% of the world's population will reach more than 65 years. In this age group, cardiovascular diseases are the cause of most deaths. In addition, the costs of treating these diseases will increase significantly. Therefore, it is very important to understand the importance of age and its effect on the occurrence of cardiovascular diseases. The causes of cardiovascular diseases in humans are age, gender, smoking, lipids, diabetes, and blood pressure [2]. According to the American Heart Association, the prevalence of CVD, including high blood pressure, coronary artery disease, heart failure, and heart attacks, in men and women aged 40 to 59 years is 40%; in people aged 60 to 79 years, is 70 to 75% and in people, 80 years and over has increased to 79 to 86 percent [3]. Cardiovascular diseases, especially atherosclerosis, are one of the major causes of death in most human societies, and its rate has increased with the prevalence of mechanization of today's lifestyle and the decrease in physical activity. Atherosclerosis is a chronic inflammatory condition caused by the narrowing of the arteries due to the buildup of cholesterol-rich plaques in the walls of the arteries. This disease is associated with an increase in total cholesterol concentration, an increase in low-density lipoprotein cholesterol, and a decrease in high-density lipoprotein cholesterol [3].

Standard lipid profile biomarkers are used to evaluate lipid disorders in people. Lipid disorder is an abnormal increase or decrease in the level of lipids, which is a very important factor in the occurrence of cardiovascular diseases in people [4]. Coronary artery disease refers to a condition in which the deposition of fats leads to the narrowing of the coronary arteries and the reduction of blood flow to the heart. Many risk factors have been identified that may increase the risk of atherosclerosis, which mainly include total cholesterol (TC), low-density lipoprotein cholesterol (LDL), high-density lipoprotein cholesterol (HDL), high blood pressure, smoking, diabetes, obesity, and sedentary lifestyle [5]. The most important effective factor in atherosclerosis is the cholesterol in the blood circulation. LDL modulates it to reactive oxygen species when its amount increases in the blood. As a result, low-density lipoprotein is oxidized and quickly removed by macrophages of the walls of the vessels. These lipid-laden macrophages, known as foam cells, are the main cause of atherosclerosis [6]. Since mammalian cells cannot reduce excess cholesterol, it is necessary to remove excess cholesterol inside the cell. HDL particles can remove excess cholesterol through reverse cholesterol transport. Reverse cholesterol transport is the collection of excess cholesterol from the walls of blood vessels, especially arteries, and its transfer to the liver and excretion through bile and feces [6]. The reverse cholesterol transport cycle has several key factors, including the adenosine triphosphate-coupled transporters (ABCA1, ABCH1, ABCG4, ABCG5, ABCG8), ApoA1, and LCAT, which are involved in HDL biogenesis. This process finally transports cholesterol out of the veins and to the liver for excretion through bile [7, 8].

Today, most studies on older adults focus on the factors that cause cardiovascular diseases. Training is known as a treatment method for these diseases, which also plays a very important role in the health of the heart and its prevention [9]. The formation of high-density cholesterol (HDL) is considered a predictor of the occurrence of atherosclerosis and an indicator of the health of the cardiovascular system [10]. On the other hand, it has been reported that ApoA1 is more sensitive and accurate than HDL in predicting atherosclerosis [11]. HDL removes cholesterol and fats from the walls of cells and arteries and allows the liver to dispose of or reuse cholesterol and fats. For this reason, cholesterols that contain HDL (HDL-C) are also called good cholesterol. Finally, when the blood HDL concentration reaches more than 60 ml/dL, it has protective effects against atherosclerosis and is associated with a reduction in the incidence of CHD [10].

In previous studies, a strong inverse relationship between plasma HDL level and arteriosclerosis, and also the occurrence of cardiovascular diseases, has been reported. This led to the idea that interventions that increase HDL serum levels reduce CVD risk [12]. After the age of 20, LDL concentration increases increasingly in men and women, which is greater in men than in women [13]. The level of LDL reaches in men between 50 and 60 years and women between 60 and 70 years and does not change after this age [1]. The amount of serum HDL in men decreases during puberty, and the beginning of adulthood, but the concentration of HDL in women remains constant throughout their life [14]. On the other hand, studies have shown that ApoA1 may be a better predictor of cardiovascular disease in people than HDL and have more accuracy [14]. Coronary heart disease has an inverse relationship with serum

HDL level and a direct relationship with serum LDL level. Therefore, the ratio of LDL/HDL is considered a good variable to predict the rate of coronary artery disease in people, especially older adults. The appropriate level of LDL is equal to LDL≤ 140 mg/dl, and the level of HDL is equal to HDL≥ 40 mg/dl [15].

Blood lipoproteins are formed by different amounts of cholesterol (C), triglycerides (TGs), phospholipids, and apolipoproteins. ApoA1 is the most important structural protein of high-density lipoprotein (HDL), accounting for 70% of the structure of HDL and exerting many of HDL's anti-atherosclerotic actions. Conversely, ApoB is the predominant Apo used in the structure of low-density lipoprotein LDL, indicating the amount of circulating LDL associated with CHD risk. Therefore, the ratio of ApoB to ApoA1 (ApoB/ApoA1) is used as a surrogate index to assess the risk of CHD associated with lipoproteins. Increased or abnormal levels of lipids or lipoproteins in the blood are considered a significant risk factor for CHD [16]. Several studies have supported the idea that continued activity is partially associated with reductions in serum TG and LDL-C levels and increases in serum HDL-C levels, reducing CHD risk. Also, training positively affects the maturation, formation, and recall of cholesterol from peripheral cells to the liver for metabolism and disposal. This process prevents atherosclerosis [16].

According to previous research, there is a general agreement about the effect of sports activity on changes in cholesterol and lipoprotein metabolism. However, there are many contradictions regarding the appropriate intensity, type, and volume, and there still needs to be a complete consensus. Also, most of the studies have examined young samples or non-elderly diabetic samples, and in a few studies, the effect of intensity and type of training has been compared with each other. Considering the side benefits that Apo has (for example, no need for fasting sampling, the ratio of ApoB to ApoA1 compared to LDL-C and HDL-C is a better indicator for statin therapy, and the method of measuring ApoB and ApoA1 is standard; in While the method of measuring HDL-C and LDL-C is not the same); Therefore, it appears to be significantly beneficial to incorporate APOs into clinical practice [2]. Most studies have investigated the effect of low and moderate-intensity training on RTC [7]. Therefore, there is a need to conduct more studies on the effects of high-intensity training. However, they have used constant intensity to perform continuous training. However, other models and types of training have yet to be significantly investigated, and their effects need to be better understood. Therefore, in this study, the effect of two types of moderate and high-intensity resistance and interval training on TC, TG, HDL, LDL, VLDL, ApoA1, ApoB, LDL/HDL, ApoB/ApoA1 in elderly male rats was investigated.

MATERIALS & METHODS

The current research is experimental, with a pre-test and post-test design with a control group. In terms of purpose, it is part of basic research conducted in 2021 in the basic science laboratory of Shahrekord University in Iran. Fifty male Wistar rats with an average weight of 437.2±4.4 grams at 23±2 months were purchased from the Pasteur Institute of Iran. They were kept at a temperature of 22±3°C, with 12:12 hours of darkness and light, and humidity of 40-45%, and fed with special rat food [10].

In order to acquaint the rats with the environment, they were kept and fed in the laboratory for about one week. Then, they were divided into five groups of ten based on their initial weight.

Control Group: Rats that had no physical activity and were kept in special cages. **Moderate-Intensity Continuous Training Group:** This group performed continuous training with an intensity of 60 to 70% of the maximum speed. **High-Intensity Endurance Training Group:** This group performed high-intensity interval training which included a combination of high-intensity (80-110% of maximum speed) and low-intensity (30-40% of maximum speed) activity. **Moderate Intensity Resistance Training** consisted of performing resistance training with 60% of the (Maximal Voluntary Carrying Capacity (MVCC) and repetitions 14 to 20 times per session. Furthermore, the **High-Intensity Resistance Training Group** included doing resistance training with 80% MVCC and 9 to 10 repetitions. **The training protocol of the resistance training group:** Rats in both groups of moderate and high-intensity resistance training, in order to familiarize themselves with the implementation of the training protocol, in the first week, five days without weights, practiced climbing the ladder. Forty-eight hours after the last session, the maximal voluntary carrying capacity test was taken from the rats. MVCC was then defined as rats' maximal voluntary carrying capacity [17]. Both resistance training groups performed climbing a special ladder (110 cm long, 80°slope, 26 steps, and two cm distance between steps) for eight weeks and five days a week, and they rested for a minute after climbing the ladder every time. According to the adaptation of the animals to training at the end of the fourth week, MVCC was retaken from the rat, and the training intensity

was determined based on it from the beginning of the fifth week [18]. The moderate-intensity resistance training group repeated the training protocol with 60% of MVCC and 14 to 20 times in each session, and the high-intensity resistance group also performed the same training protocol with 80% of MVCC and 9 to 10 times [18].

Maximal Voluntary Carrying Capacity (MVCC): First, a weight equal to 75% of the body weight of the rat was attached to their tails, then they climbed the ladder. For each successful repetition, 30 grams were added to the weight. After each climb, the rats rested at the top of the ladder for two minutes. This process was repeated until each rat could not climb the ladder completely three times in a row. Finally, the maximum weight each rat managed to carry was recorded as the maximum voluntary carrying capacity for that rat [17].

The training protocol of the high-intensity endurance training group (Interval group): The interval training protocol included three parts: warm-up, main training (high-intensity and low-intensity training), and cooling down. The warm-up consisted of five minutes of running on the treadmill with an intensity of 40 to 50% of the maximum speed. Interval training consists of a combination of high-intensity training and low-intensity training. High-intensity training, including two minutes of running at 80% maximum intensity in the first week, 90% of the maximum speed in the second week, 100% of the maximum speed in the third week, and 110% of the maximum speed from the beginning of the fourth week to the end of the training period. Low-intensity endurance training consisted of two minutes of running with an intensity of 40% of the maximum speed in the first three weeks and 30% from the beginning of the fourth week to the end of the training period. Moderate training was such that after warming up, the rats first performed high-intensity training and then low-intensity training. After performing the last high-intensity training, the rats cooled down for five minutes with an intensity of 50% of the maximum speed. The number of high-intensity training was determined according to the training week of the rats; in the first week, two repetitions were done. In the second week, four repetitions. In the third week, six repetitions were performed, and from the beginning of the fourth week onwards, eight repetitions were performed. Therefore, the total time of high-intensity and low-intensity training with warm-up and cool-down was 16 minutes in the first week, 24 minutes in the second week, 32 minutes in the third week, and 40 minutes from the beginning of the fourth week. They also cooled down with an intensity of 40 to 50% of the maximum speed [18].

The training protocol of the moderate intensity endurance training group (continuous training): In this group, the rats first warmed up for five minutes with an intensity of 40 to 50% of the maximum speed on the treadmill. Then, in the first week, with 60% of the maximum speed and 65% of the maximum speed in the second week, they did continuous training with 70% of the maximum speed from the third week onwards. The running distance of the rats in the continuous training group was equal to the training distance of the moderate group. Therefore, the training time at the intensity of 70% of the maximum speed was calculated according to the displacement value of the interval training protocol (without calculating the displacement during the warm-up and cool-down level). Ultimately, the rats cooled down for five minutes with an intensity of 40 to 50% of the maximum speed [19].

Seventy-two hours after the last training session, rats were anesthetized by intraperitoneal injection of ketamine (30–50 mg/kg) and xylazine (10 mg/kg). Approximately six cc of blood was collected from each rat directly from the heart and poured into normal tubes for serum separation. It was done by centrifugation at 300 rpm for 15 minutes, and the separated serums were kept at minus 80 degrees. APO-A serum concentration by ELISA method and using Eastbiopharm ELISA kit (Cat No: CK-E30406) (Rat apoproteinA1 (APO-A1) ELISA Kit) and HDL-C serum concentration by ELISA method and using the kit (Rat High-Density Lipoprotein Cholesterol (HDL-C) ELISA Kit) (Cat No: CK-E91500) both manufactured by EASTBIOPHARM USA was measured according to the manufacturer's protocol.

Ethical Permissions: This research was registered with the ethics code IR.IAU.B.REC.1396.5 in the ethics system of Shahrekord University in Iran. All the rules and how to treat the animals (introduction, training, anesthesia, and killing of the animal) were done according to the International Evaluation and Accreditation Association for the care of laboratory animals and with the approval of the Ethics Committee of the Research and Graduate Education Vice-Chancellor of Shahrekord University in Iran.

Statistical analysis: The current research was conducted with SPSS 22 software, and the inferential statistical method of one-way ANOVA was used at the significance level ($p \leq 0.05$).

FINDINGS

The results of the present study showed that the level of HDL increased significantly in both training

methods in all four groups compared to the control group (p≤0.05). LDL level and LDL/HDL ratio decreased significantly in all four training groups compared to the control group (p≤0.05). TC level was significantly reduced only in the high-intensity endurance training group (71.25±6.32) compared to the control group (88.37±7.55) (p≤0.05). Even though both training methods led to changes in the levels of TG, VLDL, ApoA1, ApoB, and ApoB/ApoA1 ratio, the amount of these changes in both training methods compared to the control group was not statistically significant (p>0.05). Also, the difference between the two intensities in both training methods was not statistically significant in any of the measured factors (p>0.05). In addition, even though the interval training method compared to the resistance training method had a more positive effect on all the measured factors, the difference between the two training methods was not statistically significant in any of the mentioned factors (**Table 1**).

Table 1) Average research variables

Variables	Mean (M±SD)					p
	Moderate intensity endurance (training (CT	High intensity endurance training ((HIT	High Intensity Resistance Training ((HRT	Moderate intensity resistance training ((MRT	(C) Control group	
HDL	58.33±2.36 *	61.75±2.16 *	58.01±0.19 *	55.55±2.45 *	42.62±3.48	0.01
LDL	17.31±2.90 *	3/09±14/77*	16.20±3.3*	19.28±2.69 *	28.57±2.56	0.01
VLDL	15.71±2.49	12.72 ± 1.79	13.82±3.54	16.57±2.07	17.17 ± 3.32	0.12
TC	81.66 ± 8.36	71.25±6.32 *	84.88±6.25	86.62±7.25	88.37±7.55	0.04
TG	81.77±7.5	63.62±9.55	69.12±8.03	9/04 ± 66/85	85.87±9.78	0.09
LDL/HDL	0.29±0.12 *	0.22±0.06 *	0.27±0.09 *	0.34±0.1 *	0.66±0.07	0.01
APOA-I	115.9±5.36	130.33 ± 8.16	121.39±6.19	111.04 ± 7.45	108.55±7.48	0.16
APOB	96.67±2.69	93.43±5.47	94.40±6.51	5/16 ± 35/97	101.03 ± 6.86	0.33
APOB/APOA1	0.84±0.16	0.72±0.01	0.81±0.13	0.90±0.1	0.95±0.1	0.10

* Significant difference with the control group (p≤0.05)

DISCUSSION

This study aimed to compare the effect of two different training methods (continuous training and resistance training) with two different intensities (moderate and high intensity) on the predictors of cardiovascular diseases in older adults. Cardiovascular disease (CVD) rates increase with age and older adults. In this age group, the cause of more than 40% of deaths is cardiovascular diseases, and they rank first among the factors that lead to the death of the elderly [16]. Fortunately, it is possible to prevent people from getting CVD by controlling and managing the factors affecting CVD, such as blood pressure, lipids, glucose, and lifestyle changes such as continuous sports activities. Therefore, understanding the factors affecting health in old age is very important [20].

The treatment of lipid disorders in older adults requires two approaches: lifestyle changes and drug use. To adjust the LDL level, most patients should use both approaches simultaneously [1]. Studies have shown that compared to LDL and TG, HDL is more sensitive to training and changes more after it. Also, these changes in human samples are more than in rats [21]. The effect of sports activities on HDL in human samples has been different in different studies. These differences may be due to the samples' food habits and living conditions [20].

The present study showed that training methods positively affected the measured factors and led to positive changes. It was also observed that interval training had a greater effect on all measured variables than resistance training; However, the difference between the two training methods was not statistically significant (p>0.05). The present study's findings align with the results of Hannan et al. [21], who reported that HIIT training is more effective than MIT training. Rahmati Ahmadabad et al. [10] also investigated the effect of HIIT and MIT training methods on obese male rats. They reported that the difference between the two training methods was significant and that high-intensity endurance training compared to moderate-intensity endurance training resulted in a greater effect. It affects the cardiovascular health of the samples. The difference between their results and the present study is probably due to the type of samples studied (male obese rats). Fisher et al. [22] reported that six weeks of HIIT training resulted in greater reductions in blood lipids compared to MIT training. Also, they have observed that both training methods improve TC, LDL, HDL, and TG levels. Therefore, they have suggested that both training methods can improve factors influencing the occurrence of cardiovascular diseases in sedentary, overweight, or obese young people. It should be noted that the samples of the present study were elderly and healthy, but those of the study, as mentioned

earlier, were young and overweight. O'Donovan et al. [23] have investigated the effect of training intensity on lipid changes, showing that greater intensity leads to greater changes in blood lipid levels. Overall, studies have suggested that high-intensity training has greater effects on samples' lipid profiles [23].

The level of LDL-C in the fasting state is related to the increase in coronary artery disease [24]. Unlike HDL-C, the findings of studies on the effect of sports activities on LDL-C are contradictory and different. These differences may be due to the difference in the samples' weight. Some studies have shown that performing sports activities does not change fasting LDL-C levels, although the samples' weight changed during the training protocol. In contrast, some studies have shown that in patients with mild to moderate levels of lipid disorders, no significant change in LDL-C level is observed after several months of continuous training [24].

ApoB apoprotein is the most important part of LDL particles, and it is necessary to remove LDL particles from the bloodstream. About 95% of ApoB particles bind to LDL, and each LDL particle binds to only one ApoB molecule. ApoB is a more reliable predictor of circulating LDL particles. It is also a more reliable predictor of cardiovascular disease risk than LDL-C. Therefore, the ApoB concentration indirectly reflects the LDL-C concentration to some extent. An increase in ApoB levels can indicate an increased risk of a person suffering from cardiovascular diseases [25]. The effect of continuous training on ApoB still needs to be better understood. *Crouse* et al. [26] reported that ApoB concentrations decreased in men with high cholesterol levels after several months of continuous training. *Leon* et al. [27] observed that 20 weeks of continuous training did not affect ApoB concentrations. Angelopoulos et al. [28] observed that long-term (48 weeks) and short-term (three weeks) training did not affect ApoB concentration.

The effect of continuous training on TG has been different in different studies. Some studies have reported that training can lower TG concentrations. Others have shown that after a training session, there was no change in the TG level of sedentary people [24]. The cause of these contradictions is the difference between samples regarding factors such as body weight, body fat, cardiovascular system health, sports history, nutritional changes, and genetic factors [24]. Sheikh al-Islami Vatani et al. [29] investigated different intensities of resistance training on fat indices after six weeks of training in healthy men. 30 healthy men were randomly divided into two groups (the first group was moderate intensity training, which consisted of 45-50% of a maximum repetition, and the second group was intense resistance training with 80-90% of a maximum repetition). Both groups have shown a significant decrease after training, but only in the group with high intensity a significant increase in HDL has been observed. *Fett* et al. [30] have studied the effect of 12 weeks and three sessions of resistance and continuous training every week; continuous training with an intensity of 60 to 80% of reserve heart rate and resistance training with 12 to 15 repetitions have been performed. The duration of training in each session for both resistance and continuous training was 30 minutes. Finally, the results of both groups showed a significant decrease in total cholesterol and triglycerides. Also, according to the report of some studies, the reason for this lack of change is probably related to the intensity of training because it is reported that training with an intensity of 75% of MHR leads to a significant change in HDL-C level. However, when the same training was performed with an intensity of 65% MHR, no significant increase in HDL-C level was observed [30].

In the results of the first longitudinal study, changes in lipid and lipoprotein levels in men and women after 16 weeks of strength training showed a decrease of -9.5% in cholesterol, -17.9% in LDL-C, and -3.3% in TG concentration. It has decreased by 28%. Also, the ratio of LDL-C to HDL-C has decreased by -20.3%. In men, LDL-C decreased by 16.2%, the ratio of TC to HDL-C decreased by 21.6%, and LDL-C to HDL-C decreased by 28.9% [11].

Studies have shown that many factors such as age, gender, diet, type of sample (human or animal and even the type of animal studied), history of diseases such as diabetes, obesity, and overweight, and even the race of the samples, as well as the type, severity, the volume and duration of the training period, are all factors that affect the results of the studies. In the studies that have examined the effect of continuous training, the minimum duration of the training period is two weeks. Finally, studies have reported that the training period of less than four weeks cannot lead to significant changes in the lipid profile and the influencing factors in the reverse transition cycle. Therefore, for the training protocol to be effective, the training period should be considered five weeks or more to affect the effective factors in the cycle of reverse transfer of cholesterol [7]. In a study conducted by Rahmati et al. [7] on an animal model, the effect of high-intensity endurance training on reverse cholesterol transport was studied in 20 male Wistar rats. An increase in

HDL has been observed after the end of the training period. In addition, they observed that high-intensity endurance training (18 minutes) and moderate-intensity continuous training (one hour) significantly increased ApoA1 in samples fed a high-fat diet.

Considering that ApoB/ApoA is a suitable index for predicting cardiovascular diseases, the recommended value for this ratio is 0.5 or less. Increased ApoA1 levels can increase HDL levels, and ApoB is also required for chylomicron and VLDL production [19]. Studies with similar intensity on rodents have reported different results by changing the type of sample (mice or rats). Therefore, changing the type of study samples regarding gender, age, and other variables can lead to different findings. Also, the studies of the influencing factors on the results of the studies have mentioned the sex of the sample, the type of training protocol (resistance, endurance, or combined), the average age of the samples, the number of training sessions per week and the duration of the training protocol [7].

The current research was also associated with limitations, such as lack of accurate control of the effect of possible stress on the rats during the implementation of the training protocol, lack of control of individual differences between rats, the effect of possible problems and injuries during the training period on the samples' performance, lack of measurement of the effect of training protocols on compound rats. Future studies should investigate the effect of longer training periods but with the same training protocol to show the effects of two training methods and two intensities. Also, it is suggested that due to the influence of the gender, age, and type of subjects on the study results, similar studies should be conducted with both male and female ras at different ages and also in humans (male and female and middle-aged and old).

CONCLUSION

Overall, this research shows that both medium and high-intensity endurance and resistance training methods reduce cardiovascular disease risk factors and create positive changes in the lipid profile of elderly samples. Therefore, these two training methods can be recommended as an effective and suitable treatment method for changing the lipid profile of the elderly and people at risk due to lipid disorders. If they are performed under the supervision of a doctor, they can be used as an auxiliary method to reduce drug consumption, which he advised the older adults.

Clinical & Practical Tips in POLICE MEDICINE: Considering that the physical fitness of the military and police is dependent on the cardiovascular health of these people and considering that both endurance and resistance training methods caused positive changes in HDL, LDL factors, and LDL/HDL ratio, to the military forces, it is recommended that in order to maintain general health and cardiovascular fitness, at least three to five sessions per week and each session for at least 30 minutes, one of the two endurance or resistance training methods should be performed as desired. However, if they have access to a healthy environment and away from polluted air, they will gain more benefits by performing interval training.

Acknowledgments: This research was taken from the first author's doctoral dissertation, which was carried out under the supervision of supervisors and advisors. Therefore, we thank all the respected professors and laboratory officials of Shahrekord University in Iran who helped us conduct this study.

Conflict of interest: The article's authors stated that the present study has no conflict of interest. Authors' Contribution: first author, ideation, study design, data collection, and data analysis; second author, study design, data collection; third and fourth authors, study design, data analysis; Fifth author, data analysis. All authors have participated in the initial writing of the article and its revision, and all of them accept the responsibility for the accuracy and correctness of the article's contents with the final approval of this article.

Financial Sources: This study had no financial support.

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e17

نشریه طب انتظامی

مقاله اصیل

دسترسی آزاد

مقایسه اثر دو روش تمرینی استقامتی و مقاومتی با شدت متوسط و بالا بر عوامل پیش‌بینی‌کننده بروز بیماری‌های قلبی-عروقی و تصلب شرایین در موش‌های سالمند

رسول نصیری[1] * PhD Candidate، فرهاد رحمانی‌نیا[1] PhD، بهمن میرزایی[1] PhD، محمد فرامرزی[2] PhD، فرزاد شیرازیان[3] MD

[1] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
[2] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
[3] متخصص بیهوشی و فوق تخصص مراقبت‌های ویژه، بیمارستان ولی عصر ناجا، تهران، ایران.

چکیده

اهداف: امروزه بیماری‌های قلبی-عروقی یکی از عوامل اصلی مرگ و میر افراد سالمند محسوب می‌شود. این مطالعه به منظور مقایسه اثر تمرینات مقاومتی و استقامتی بر عوامل پیش‌بینی‌کننده بروز بیماری‌های قلبی-عروقی و تصلب شرایین در موش‌های سالمند نر انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع تحقیقات تجربی و بنیادی همراه با گروه کنترل است که در سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه علوم پایه دانشگاه شهرکرد انجام شد. ۵۰ سر موش صحرایی نر سالمند نژاد ویستار با میانگین وزن ۴۳۲/۷±۴/۴ گرم و سن ۲۳±۲ ماه به صورت تصادفی، به پنج گروه؛ گروه کنترل، دو گروه تمرین مقاومتی (بالا رفتن از نردبان مخصوص) و دو گروه تمرین هوازی (دویدن بر روی تردمیل) تقسیم شدند و به مدت هشت هفته و هر هفته پنج جلسه، پروتکل‌های تمرینی را انجام دادند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی بونفرونی با نرم‌افزار SPSS 22 در سطح p≤۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد سطح HDL در هر چهار گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری افزایش یافت (p≤۰/۰۵). سطح LDL و نسبت LDL/HDL در هر چهار گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافت (p≤۰/۰۵). سطح TC فقط در گروه تمرینی هوازی با شدت بالا به طور معنی‌داری کاهش یافت (p≤۰/۰۵). با وجود اینکه هر دو روش تمرینی منجر به تغییر در سطوح TG، VLDL، ApoA1، ApoB و نسبت ApoB/ApoA1 شدند، اما مقدار این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نشد (p<۰/۰۵). اختلاف بین دو روش تمرینی نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود (p<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: هر دو روش تمرینی باعث ایجاد تغییرات مثبت در فاکتورهای HDL، LDL و نسبت LDL/HDL شدند. انجام هر دو روش تمرینی به سالمندان و افراد در معرض خطر به ویژه نظامیان توصیه می‌شود؛ هر چند تمرینات استقامتی اثر بیشتر و خطرات کمتری به دنبال دارد.

کلیدواژه‌ها: سالمندی، بیماری‌های قلبی-عروقی، آترواسکلروز، تمرینات ورزشی، تمرینات مقاومتی، تمرینات استقامتی، موش

نحوه استناد به مقاله:

Nasiri R, Rahmani nia F, Mirzaei B, Faramarzi M, Shirazian F. *Comparison of the Effect of Two Moderate and High-Intensity Endurance and Resistance Training Methods on Predictors of Cardiovascular Diseases and Arteriosclerosis in Elderly Rats*. J Police Med. 2023;12(1):e17.

نویسنده مسئول*:

آدرس پستی: چهارمحال و بختیاری، اردل، بلوار شهید باهنر، اداره آموزش و پرورش، کد پستی: ۸۸۸۱۷۴۳۷۵۱
پست الکترونیکی:
rasoul_nasiri@yahoo.com

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۳
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۰۵
انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۲۶

Copyright © 2023, Journal of Police Medicine | This open access article is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e17

مقدمه

افزایش طول عمر یکی از مهم‌ترین دستاوردهای علم پزشکی در قرن اخیر است؛ به طوری که از ابتدای دهۀ ۱۹۰۰ تا آغاز قرن بیست و یکم، میانگین طول عمر از ۶۵ سال به ۸۵ سال افزایش یافته است [۱]. از سوی دیگر، مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده سلامت سیستم قلبی-عروقی، سن است و طبق پیش‌بینی‌ها تا سال ۲۰۳۰، سن حدود ۲۰ درصد از مردم جهان به بیش از ۶۵ سال خواهد رسید. در این گروه سنی بیماری‌های قلبی-عروقی عامل اغلب مرگ و میرها است. علاوه بر این، هزینه‌های درمان این بیماری‌ها نیز تا آن زمان به طور قابل توجهی افزایش خواهد یافت. از این رو، درک اهمیت سن و تأثیر آن بر بروز بیماری‌های قلبی-عروقی بسیار حیاتی است. عوامل بروز بیماری‌های قلبی-عروقی در انسان عبارتند از: سن، جنسیت، مصرف دخانیات، لیپیدها، دیابت و فشار خون [۲]. با توجه به گفته انجمن قلب امریکا شیوع CVD شامل فشار خون بالا، بیماری عروق کرونری، نارسایی‌های قلبی و سکته‌های قلبی در مردان و زنان ۴۰ تا ۵۹ سال، ۴۰ درصد، در افراد ۶۰ تا ۷۹ ساله، ۷۰ تا ۷۵ درصد و در افراد ۸۰ سال و بالاتر به ۷۹ تا ۸۶ درصد افزایش یافته است [۳]. بیماری‌های قلبی-عروقی، خصوصاً تصلب شرایین (آترواسکلروز) یکی از عوامل عمده مرگ و میر در اغلب جوامع بشری به شمار می‌آیند که میزان آن با شیوع ماشینی شدن سبک زندگی امروزی و کاهش سطح فعالیت بدنی افزایش نیز یافته است. تصلب شرایین یک وضعیت التهابی مزمن است که با تنگ شدن مجرای سرخرگ‌ها به دلیل ساخته شدن پلاک‌های سرشار از کلسترول درون دیواره سرخرگ‌ها ایجاد می‌شود. این بیماری با افزایش غلظت کلسترول تام، افزایش کلسترول لیپوپروتئین کم چگال و کاهش کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا همراه است [۳].

از بیومارکارهای نیمرخ لیپیدی استاندارد برای ارزیابی اختلال لیپیدی در افراد استفاده می‌شود. اختلال لیپیدی عبارت است از افزایش یا کاهش غیرطبیعی در سطح لیپیدها که یک فاکتور بسیار مهم برای بروز بیماری‌های قلبی-عروقی در افراد است [۴]. بیماری عروق کرونری اشاره به شرایطی دارد که در آن رسوب چربی‌ها منجر به باریک شدن عروق کرونر و کاهش جریان خون به قلب می‌شود. عوامل خطر بسیاری شناسایی شده‌اند که ممکن است خطر بروز تصلب شرایین را افزایش دهند که به طور عمده شامل کلسترول تام (TC)، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، فشار خون بالا، سیگار کشیدن، دیابت، چاقی و سبک زندگی بی‌تحرک است [۵]. مهم‌ترین عامل مؤثر در تصلب شرایین، کلسترول موجود درون گردش خون است. هنگامی که مقدار آن درون خون افزایش می‌یابد، LDL در ارتباط با گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن آن را تعدیل می‌کند. در نتیجه لیپوپروتئین کم‌چگالی، اکسیداز شده و سریعاً به وسیله ماکروفاژهای دیواره عروق برداشت می‌شود. این ماکروفاژهای مملو از لیپید به عنوان سلول‌های فوم شناخته می‌شوند که عامل اصلی تصلب شرایین هستند [۶]. از آنجایی که سلول‌های پستانداران نمی‌توانند کلسترول اضافی را کاهش دهند، لذا حذف کلسترول اضافی داخل سلول امری ضروری است. ذرات HDL می‌توانند کلسترول اضافی را از طریق انتقال معکوس کلسترول حذف نمایند. انتقال معکوس کلسترول عبارت است از جمع‌آوری کلسترول مازاد بر نیاز از دیواره عروق، خصوصاً سرخرگ‌ها و انتقال آن به کبد و دفع آن از طریق صفرا و مدفوع [۶]. چرخه انتقال معکوس کلسترول چندین فاکتور اصلی دارد که شامل مجموعه انتقال‌دهنده‌های متصل به آدنوزین تری فسفات (ABCA1, ABCH1, ABCG4, ABCG5, ABCG8)، ApoA1 و LCAT، که در بیوژنز HDL دخیل هستند. این فرآیند در نهایت کلسترول را از رگ‌ها خارج و جهت دفع از طریق صفرا به کبد منتقل می‌کند [۷، ۸].

امروزه اغلب مطالعاتی که بر روی سالمندان انجام می‌شوند بر عوامل بروز بیماری‌های قلبی-عروقی متمرکز هستند. تمرینات ورزشی به عنوان یک روش درمانی برای این بیماری‌ها شناخته می‌شوند که نقش بسیار مهمی نیز بر سلامتی قلب و پیشگیری از ابتلا آن به بیماری را دارند [۹]. شکل‌گیری کلسترول با چگالی بالا (HDL) به عنوان یک عامل پیش‌بینی‌کننده بروز تصلب شرایین و همچنین به عنوان یک شاخص برای سلامت سیستم قلبی-عروقی در نظر گرفته می‌شود [۱۰]. از طرف دیگر، گزارش شده است که ApoA1 نسبت به HDL برای پیش‌بینی تصلب شرایین از حساسیت و دقت بیشتری برخوردار است [۱۱]. HDL، کلسترول و چربی‌ها را از دیواره سلول‌ها و همچنین از دیواره سرخرگ‌ها حذف و به کبد این امکان را می‌دهد تا کلسترول و چربی‌ها را دفع یا مجدداً مورد استفاده قرار دهد؛ به این دلیل، کلسترول‌هایی که حاوی HDL هستند (HDL-C) کلسترول خوب نیز می‌نامند. سرانجام، زمانی که غلظت HDL خون به بیش از ۶۰ میلی‌لیتر در دسی‌لیتر برسد، اثرات محافظتی در مقابل تصلب شرایین دارد و با کاهش در بروز CHD ارتباط دارد [۱۰].

در مطالعات پیشین یک ارتباط معکوس قوی بین سطح HDL پلاسما و تصلب شرایین و همچنین بروز بیماری‌های قلبی-عروقی گزارش شده است. این امر موجب بوجود آمدن این ایده شد که مداخلاتی که بتوانند منجر به افزایش سطح سرمی HDL شوند، باعث کاهش خطر ابتلای افراد به CVD خواهند شد [۱۲]. بعد از سن ۲۰ سالگی، غلظت LDL به طور فزاینده در مردان و زنان افزایش می‌یابد و مقدار این افزایش در مردان نسبت به زنان بیشتر است [۱۳]. میزان LDL در مردان بین ۵۰ تا ۶۰ سالگی و در زنان بین ۶۰ تا ۷۰ سالگی به حداکثر میزان خود می‌رسد و پس از این سن تغییر نمی کند [۱]. میزان HDL سرم مردان در طول دورۀ بلوغ و ابتدای بزرگسالی

کاهش می‌یابد اما غلظت HDL زنان در تمام طول عمر ایشان ثابت باقی می‌ماند [۱۴]. از سوی دیگر، مطالعات بیان کرده‌اند که ممکن است ApoA1 نسبت به HDL پیش‌بینی‌کننده بهتری برای بروز بیماری‌های قلبی-عروقی در افراد باشد و از دقت بیشتری برای این کار برخوردار باشد [۱۴]. بیماری کرونر قلبی با سطح HDL سرم رابطه عکس و با سطح LDL سرم رابطه مستقیم دارد. بنابراین، نسبت LDL/HDL یک متغیر خوب برای پیش‌بینی میزان ابتلای افراد مخصوصاً سالمندان به بیماری عروق کرونری محسوب می‌شود. سطح مناسب LDL برابر 140 mg/dl ≤LDL و سطح HDL برابر 40 mg/dl≤HDL است [۱۵].

لیپوپروتئین‌های خون به وسیله مقادیر متفاوت کلسترول (C)، تری گلیسریدها (TGs)، فسفولیپیدها و آپولیپوپروتئین‌ها شکل می‌گیرند. ApoA1 مهم‌ترین پروتئین ساختاری لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)است و ۷۰ درصد ساختار HDL را تشکیل می‌دهد و بسیاری از اعمال ضد تصلب شرایینی HDL را انجام می‌دهد. برعکس، ApoB، Apo غالب به کار رفته در ساختار لیپوپروتئین کم چگالی LDL است و شاخصی برای سنجش مقدار LDL در جریان است که با خطر CHD در ارتباط است. بنابراین، نسبت ApoB به (ApoB/ApoA1) ApoA1به عنوان یک شاخص جایگزین برای ارزیابی خطر ابتلا به CHD مرتبط با لیپوپروتئین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. سطوح افزایش‌یافته یا غیرطبیعی لیپیدها یا لیپوپروتئین‌های درون خون به عنوان فاکتور خطر معنی‌دار CHD محسوب می‌شود [۱۶]. چندین مطالعه از این ایده که فعالیت‌های هوازی تا اندازه‌ای با کاهش در سطوح سرمی TG و LDL-C و همچنین افزایش در سطوح سرمی HDL-C که منجر به کاهش خطر CHD می‌شوند، حمایت و تأیید کرده‌اند. همچنین ورزش بر بلوغ، شکل‌گیری و فراخوانی کلسترول از سلول‌های محیطی به کبد برای انجام متابولیسم و دفع آن تأثیر مثبت می‌گذارد. این روند مانع از بروز تصلب شرایین می‌شود [۱۶].

با توجه به تحقیقات پیشین به نظر می‌رسد در مورد تأثیر فعالیت ورزشی به طور کلی بر تغییرات متابولیسم کلسترول و لیپوپروتئین‌ها توافق کلی وجود دارد، ولی در مورد شدت، نوع و حجم مناسب تناقض‌های زیادی وجود دارد و هنوز توافق نظر کاملی در این زمینه‌ها وجود ندارد. همچنین، بیشتر مطالعات آزمودنی‌های جوان یا افراد دیابتی غیرسالمند مورد بررسی قرار داده‌اند و در کمتر مطالعه‌ای تأثیر شدت و نوع تمرینات با یکدیگر مورد مقایسه شده است. با توجه به مزایای جانبی که Apo ها دارند (برای مثال؛ نیاز به نمونه‌برداری در حالت ناشتا ندارد، نسبت ApoB به ApoA1 در مقایسه با LDL-C و HDL-C شاخص بهتری برای استاتین درمانی است و روش اندازه‌گیری ApoB و ApoA1 استاندارد هستند؛ در حالی که روش اندازه‌گیری HDL-C و LDL-C چنین نیست)؛ بنابراین به نظر می‌رسد به طور قابل توجهی ترکیب کردن Apo ها با تمرینات کلینیکی سودمند باشد [۲]. اغلب مطالعات اثر فعالیت‌های هوازی با شدت کم و متوسط را بر روی RTC مورد بررسی قرار داده‌اند [۷]. بنابراین، نیاز به انجام مطالعات بیشتری در زمینه اثرات تمرین با شدت بالا وجود دارد. با این حال، آنها برای انجام تمرینات هوازی از شدت ثابتی استفاده کرده‌اند، اما دیگر مدل‌ها و انواع تمرینی به طور قابل توجهی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند و اثرات آنها به درستی درک نشده است. لذا در این مطالعه اثر دو نوع تمرین مقاومتی و استقامتی با شدت متوسط و بالا بر TC, TG, HDL, LDL, VLDL, ApoA1, ApoB, LDL/ HDL, ApoB/ApoA1 در موش‌های سالمند نر بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون به همراه گروه کنترل است و از لحاظ هدف جزء تحقیقات بنیادی است که در سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه علوم پایه دانشگاه شهرکرد انجام شد. تعداد ۵۰ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با میانگین وزن ۴۳۷/۲±۴/۴ گرم در سن ۲۳±۲ ماهگی از مؤسسه انستیتو پاستور ایران خریداری شدند. در شرایط دمایی ۳±۲۲ درجه سانتی‌گراد در شرایط ۱۲:۱۲ ساعت تاریکی و روشنایی و رطوبت ۴۵-۴۰ درصد نگهداری و با غذای مخصوص موش صحرایی تغذیه شدند [۱۰]. به منظور آشناسازی و عادت موش‌ها با محیط، به مدت یک هفته در آزمایشگاه نگهداری و تغذیه شدند. سپس بر اساس وزن اولیه به پنج گروه ده‌تایی تقسیم شدند؛ **گروه کنترل**: موش‌هایی که هیچ‌گونه فعالیت بدنی نداشتند و در قفس‌های مخصوص نگهداری می‌شدند. **گروه تمرینات هوازی با شدت متوسط** (Moderate-Intensity Continuous Training): که تمرینات هوازی تداومی با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد سرعت بیشینه را انجام می‌دادند. **گروه تمرینات هوازی با شدت بالا** (High-Intensity Interval Training): که تمرینات هوازی تناوبی با شدت بالا را اجرا می‌کردند که شامل ترکیبی از فعالیت با شدت بالا (۸۰ تا ۱۱۰ درصد سرعت بیشینه) و شدت پایین (۳۰ تا ۴۰ درصد سرعت بیشینه) بود. **گروه تمرین مقاومتی با شدت متوسط** (Moderate Intensity Resistance Training): که عبارت بود از انجام تمرین مقاومتی با ۶۰ درصد از حداکثر توانایی حمل ارادی بار (Maximal Voluntary Carrying Capacity (MVCC)) و تعداد تکرار ۱۴ الی ۲۰ بار در هر جلسه و **گروه تمرینات مقاومتی با شدت بالا** (High Intensity Resistance Training): که شامل انجام تمرینات مقاومتی با ۸۰ درصد از MVCC و با ۹ الی ۱۰ تکرار بود.

پروتکل تمرینی گروه تمرین مقاومتی: موش‌ها در هر دو گروه تمرین مقاومتی با شدت متوسط و بالا، به منظور آشناسازی با نحوهٔ اجرای پروتکل تمرینی، هفته

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e17

اول پنج روز بدون وزنه، تمرین بالا رفتن از نردبان را انجام دادند. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه، از موش‌ها آزمون حداکثر توانایی حمل ارادی بار گرفته شد. سپس MVCC به عنوان بالاترین بار حمل‌شده موفقیت‌آمیز توسط موش‌ها تعریف شد [۱۷]. هر دو گروه تمرینات مقاومتی، هشت هفته و هر هفته پنج روز، تمرین بالا رفتن از نردبان مخصوص (طول نردبان ۱۱۰ سانتی‌متر، شیب ۸۰ درجه، ۲۶ پله و دو سانتی‌متر فاصله بین پله‌ها) را انجام دادند و بعد از هر مرتبه بالا رفتن از نردبان یک دقیقه استراحت کردند. با توجه به سازگاری حیوانات به تمرین در انتهای هفته چهارم، مجدداً از موش‌ها MVCC گرفته شد و از ابتدای هفته پنجم شدت تمرین بر اساس آن تعیین شد [۱۸]. گروه تمرین مقاومتی با شدت متوسط هر جلسه پروتکل تمرینی را با ۶۰ درصد از MVCC و ۱۴ الی ۲۰ مرتبه تکرار کردند و گروه مقاومتی با شدت زیاد نیز همان پروتکل تمرینی را با ۸۰ درصد از MVCC و ۹ تا ۱۰ مرتبه انجام دادند [۱۸].

تعیین حداکثر توانایی حمل ارادی بار (MVCC): ابتدا وزنه‌ای به اندازه ۷۵ درصد وزن بدن موش‌ها به دم آنها وصل شد سپس از نردبان بالا رفتند. به ازای هر بار تکرار موفق، ۳۰ گرم به وزنه افزوده شد. موش‌ها بعد از هر بار صعود، در بالای نردبان دو دقیقه استراحت داشتند. این روند تا زمانی که هر موش سه مرتبه متوالی نمی‌توانست از نردبان به طور کامل صعود کند، تکرار شد. در نهایت حداکثر وزنه‌ای که هر موش موفق به حمل کامل آن شده بود، به عنوان حداکثر توانایی حمل ارادی بار برای آن موش ثبت شد [۱۷].

پروتکل تمرینی گروه تمرین استقامتی با شدت بالا (تمرین تناوبی): پروتکل تمرین تناوبی شامل سه بخش گرم کردن، تمرین اصلی (فعالیت با شدت بالا و فعالیت با شدت پایین) و سرد کردن بود. **گرم کردن** عبارت بود از: پنج دقیقه دویدن بر روی نوار گردان با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد سرعت بیشینه. **تمرین تناوبی** شامل ترکیبی از فعالیت با شدت بالا و فعالیت شدت پایین بود. **فعالیت با شدت بالا** شامل دو دقیقه دویدن با شدت ۸۰ درصد بیشینه در هفته اول؛ ۹۰ درصد سرعت بیشینه در هفته دوم، ۱۰۰ درصد سرعت بیشینه در هفته سوم و ۱۱۰ درصد سرعت بیشینه از ابتدای هفته چهارم، تا پایان دوره تمرینی بود. **تمرین استقامتی با شدت پایین** شامل دو دقیقه دویدن با شدت ۴۰ درصد سرعت بیشینه در سه هفته اول و ۳۰ درصد سرعت بیشینه از ابتدای هفته چهارم تا پایان دوره تمرینی بود. تمرین تناوبی به گونه‌ای بود که پس از گرم کردن، موش‌ها ابتدا فعالیت با شدت بالا و پس از آن فعالیت با شدت پایین را انجام دادند، پس از انجام آخرین فعالیت با شدت بالا، موش‌ها به مدت پنج دقیقه با شدت ۵۰ درصد سرعت بیشینه سرد کردند. تعداد فعالیت با شدت بالا با توجه به هفته تمرینی موش‌ها تعیین شد؛ به گونه‌ای که در هفته اول دو تکرار، هفته دوم چهار تکرار، هفته سوم شش تکرار و از ابتدای هفته چهارم به بعد هشت تکرار انجام شد. از این رو زمان کل تمرین با شدت بالا، فعالیت با شدت پایین به همراه گرم کردن و سرد کردن در هفته اول ۱۶ دقیقه، در هفته دوم ۲۴ دقیقه، هفته سوم ۳۲ دقیقه و از ابتدای هفته چهارم به بعد ۴۰ دقیقه بود. همچنین با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد سرعت بیشینه سرد کردند [۱۸].

پروتکل تمرینی گروه تمرین استقامتی با شدت متوسط (تمرین تداومی): در این گروه موش‌ها ابتدا به مدت پنج دقیقه با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد سرعت بیشینه بر روی نوارگردان گرم کردند. سپس در هفته اول با شدت ۶۰ درصد سرعت بیشینه، در هفته دوم با ۶۵ درصد سرعت بیشینه، از هفته سوم به بعد با ۷۰ درصد سرعت بیشینه تمرین تداومی را انجام دادند. مسافت دویدن موش‌ها در گروه تمرین تداومی به گونه‌ای بود که با مسافت تمرین گروه تناوبی برابر بود. از این رو، زمان تمرین در شدت ۷۰ درصد سرعت بیشینه با توجه به مقدار جابجایی پروتکل تمرین تناوبی (بدون محاسبه جابجایی در مرحله گرم کردن و سرد کردن) محاسبه گردید. در پایان موش‌ها به مدت پنج دقیقه با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد سرعت بیشینه، سرد کردند [۱۹].

۷۲ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، موش‌ها با تزریق درون صفاقی کتامین (۳۰ تا ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و زایلازین (۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بی‌هوش شدند و از هر موش حدود شش سی‌سی خون به طور مستقیم از قلب جمع‌آوری شد که در تیوپ‌های معمولی جهت جداسازی سرم ریخته شد و جداسازی سرم با سانترفیوژ در ۳۰۰ rpm و ۱۵ دقیقه، انجام شد و سرم‌های جداسازی‌شده در دمای منفی ۸۰ درجه نگهداری شدند. غلظت سرمی A-APO به روش الایزا و با استفاده از کیت الایزا Eastbiopharm (Cat No:CK-E30406) (Rat apoproteinA1 (APO-A1) ELISA Kit) و غلظت سرمی HDL-C به روش الایزا و با استفاده از کیت (Rat High Density Lipoprotein cholesterol (HDL-C) (Cat No:CK-E91500) ELISA Kit) هر دوساخت شرکت EASTBIOPHARM آمریکا طبق پروتکل شرکت سازنده، اندازه‌گیری شد.

ملاحظات اخلاقی: این پژوهش با کد اخلاق IR.IAU.B.REC.1396.5در سامانه اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد ثبت شد و تمامی قوانین و نحوه رفتار با حیوانات (آشناسازی، تمرین، بیهوشی و کشتن حیوان) بر اساس انجمن ارزیابی و اعتباربخشی بین‌المللی مراقبت از حیوانات آزمایشگاهی و با تأیید کمیته اخلاق معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه شهرکرد انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری: پژوهش حاضر با نرم‌افزار SPSS 22 انجام شد و برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از روش آماری استنباطی ANOVA یک راهه و در سطح معناداری ($p\leq ۰/۰۵$) استفاده گردید.

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e17

یافته‌ها

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، سطح HDL در هر دو روش تمرینی در هر چهار گروه در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معناداری افزایش داشت (p≤۰/۰۵). سطح LDL و نسبت LDL/HDL در هر چهار گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری کاهش یافت (p≤۰/۰۵). سطح TC فقط در گروه تمرینی استقامتی با شدت بالا (۷۱/۲۵±۶/۳۲) در مقایسه با گروه کنترل (۸۸/۳۷±۷/۵۵) به طور معنی‌داری کاهش یافت (p≤۰/۰۵). با وجود اینکه هر دو روش تمرینی منجر به تغییر در سطوح ApoB، ApoA1، VLDL، TG و نسبت ApoB/ApoA1 شدند، اما میزان این تغییرات در هر دو روش تمرینی نسبت به گروه کنترل، از نظر آماری معنی‌دار نشد (p<۰/۰۵). همچنین، اختلاف بین دو شدت، در هر دو روش تمرینی در هیچ یک از فاکتورهای مورد اندازه‌گیری از نظر آماری معنی‌دار نشد (p<۰/۰۵). علاوه براین، با وجود اینکه روش تمرینی استقامتی در مقایسه با روش تمرینی مقاومتی اثر مثبت بیشتری بر همه فاکتورهای مورد اندازه‌گیری داشت، اما اختلاف بین دو روش تمرینی در هیچ‌کدام از فاکتورهای مذکور از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۱).

جدول ۱) میانگین متغیرهای پژوهش

متغیرها	میانگین (M±SD)					p
	تمرین استقامتی با شدت متوسط (CT)	تمرین استقامتی با شدت بالا (HIT)	تمرین مقاومتی با شدت بالا (HRT)	تمرین مقاومتی با شدت متوسط (MRT)	گروه کنترل (C)	
HDL	۵۸/۳۳±۲/۳۶ *	۶۱/۷۵±۲/۱۶ *	۵۸/۰۱±۳/۱۹ *	۵۵/۵۵±۲/۴۵ *	۴۲/۶۲±۳/۴۸	۰/۰۱
LDL	۱۷/۳۱±۲/۹۰ *	۱۴/۷۷±۳/۰۹ *	۱۶/۲۰±۳/۳ *	۱۹/۲۸±۲/۶۹ *	۲۸/۵۷±۲/۵۶	۰/۰۱
VLDL	۱۵/۷۱±۲/۴۹	۱۲/۷۲±۱/۷۹	۱۳/۸۲±۳/۵۴	۱۶/۵۷±۲/۰۷	۱۷/۱۷±۳/۳۲	۰/۱۲
TC	۸۱/۶۶±۸/۳۶	۷۱/۲۵±۶/۳۲ *	۸۴/۸۸±۶/۲۵	۸۶/۶۲±۷/۲۵	۸۸/۳۷±۷/۵۵	۰/۰۴
TG	۸۱/۷۷±۷/۵	۶۳/۶۲±۹/۵۵	۶۹/۱۲±۸/۰۳	۸۵/۶۶±۹/۰۴	۸۵/۸۷±۹/۷۸	۰/۰۹
LDL/HDL	۰/۲۹±۰/۱۲ *	۰/۲۲±۰/۰۶ *	۰/۲۷±۰/۰۹ *	۰/۳۴±۰/۱ *	۰/۶۶±۰/۰۷	۰/۰۱
APOA-I	۱۱۵/۹±۵/۳۶	۱۳۰/۳۳±۸/۱۶	۱۲۱/۳۹±۶/۱۹	۱۱۱/۰۴±۷/۴۵	۱۰۸/۵۵±۷/۴۸	۰/۱۶
APOB	۹۶/۶۷±۲/۶۹	۹۳/۴۳±۵/۴۷	۹۴/۴۰±۶/۵۱	۹۷/۳۵±۵/۱۶	۱۰۱/۰۳±۶/۸۶	۰/۳۳
ApoB/APOA1	۰/۸۴±۰/۱۶	۰/۷۲±۰/۰۱	۰/۸۱±۰/۱۳	۰/۹۰±۰/۱	۰/۹۵±۰/۱	۰/۱۰

* اختلاف معنادار با گروه کنترل (p≤۰/۰۵)

بحث

هدف از این پژوهش، مقایسه اثر دو روش تمرینی مختلف (تمرینات هوازی و تمرینات مقاومتی) با دو شدت مختلف (شدت متوسط و شدت بالا) بر عوامل پیش‌بینی‌کنندهٔ بروز بیماری‌های قلبی-عروقی در سالمندان بود. با افزایش سن و رسیدن افراد به دوران سالمندی میزان ابتلای افراد به بیماری‌های قلبی-عروقی (CVD) چند برابر می‌شود. در این گروه سنی، علت بیش از ۴۰ درصد مرگ و میرها بیماری‌های قلبی-عروقی است و در بین عواملی که منجر به مرگ سالمندان می‌شوند، رتبه اول را دارند [۱۶]. خوشبختانه می‌توان با کنترل و مدیریت عوامل تأثیرگذار بر CVD مانند فشار خون، لیپیدها، گلوکز و تغییر سبک زندگی مانند انجام مستمر فعالیت‌های ورزشی از ابتلای افراد به CVD جلوگیری نمود. بنابراین درک عوامل اثرگذار بر سلامت در دوران سالمندی، بسیار مهم است [۲۰].

درمان اختلالات لیپیدی در سالمندان، نیازمند دو رویکرد تغییر در سبک زندگی و استفاده از دارو است. برای تعدیل میزان LDL اغلب بیماران باید هر دو رویکرد مذکور به‌طور هم‌زمان به‌کار گیرند [۱]. مطالعات نشان داده‌اند که HDL در مقایسه با LDL و TG نسبت به فعالیت‌های ورزشی حساس‌تر است و بعد از آن بیشتر تغییر می‌کند. همچنین، میزان این تغییرات در آزمودنی‌های انسانی نسبت به موش‌ها بیشتر است [۲۱]. اثر فعالیت‌های ورزشی بر HDL در آزمودنی‌های انسانی در مطالعات مختلف با یکدیگر متفاوت بوده است. علت این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل تفاوت در عادت‌های غذایی و شرایط زندگی آزمودنی‌ها باشد [۲۰]. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد؛ هر دو روش تمرینی اثر مثبتی بر فاکتورهای مورد اندازه‌گیری داشتند و منجر به ایجاد تغییرات مثبت در آنها شدند. همچنین مشاهده شد تمرینات استقامتی در مقایسه با تمرینات مقاومتی اثر بیشتری بر همه متغیرهای مورد اندازه‌گیری داشت؛ هر چند اختلاف دو روش تمرینی از نظر آماری معنی‌دار نشد (p<۰/۰۵). یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج مطالعه *Hannan* و همکاران [۲۱] که گزارش کرده‌اند تمرینات HIIT در مقایسه با تمرینات MIT اثر بیشتری دارند، همسو است. رحمتی احمد آباد و همکاران [۱۰] نیز اثر دو روش تمرینی HIIT و MIT را بر روی موش‌های نر چاق بررسی و گزارش کرده‌اند که اختلاف دو روش تمرینی معنی‌دار شده است و تمرینات استقامتی با شدت بالا نسبت به تمرینات استقامتی با شدت متوسط منجر به تأثیر بیشتری بر سلامت قلبی-عروقی آزمودنی‌ها می‌شود. احتمالاً اختلاف نتایج آنها با مطالعه حاضر به دلیل نوع آزمودنی‌های مورد مطالعه (موش‌های چاق نر) است. *Fisher* و همکاران [۲۲] گزارش کرده‌اند انجام شش هفته

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e17

تمرینات HIIT در مقایسه با تمرینات MIT باعث کاهش بیشتر در میزان لیپیدهای خون می‌شود. همچنین آنها مشاهده کرده‌اند که هر دو روش تمرینی باعث بهبود در سطح TC، LDL، HDL و TG می‌شود. بنابراین، آنها پیشنهاد کرده‌اند که هر دو روش تمرینی می‌توانند باعث بهبود در فاکتورهای تأثیرگذار در بروز بیماری‌های قلبی-عروقی در افراد بی‌تحرک دارای اضافه وزن یا افراد چاق جوان گردد. لازم به ذکر است که آزمودنی‌های مطالعه حاضر سالمند و سالم بودند اما آزمودنی‌های مطالعه مذکور جوان و دارای اضافه وزن بودند. *O'Donovan* و همکاران [۲۳] اثر شدت فعالیت ورزشی بر تغییرات لیپیدی را مورد بررسی قرار داده‌اند و نشان داده‌اند که شدت بیشتر منجر به تغییرات بیشتر در سطح لیپیدهای خون می‌شود. در مجموع، مطالعات پیشنهاد کرده‌اند که انجام تمرین با شدت بالا اثرات بیشتری بر نیمرخ لیپیدی آزمودنی‌ها دارد [۲۳].

سطح LDL-C در حالت ناشتایی با افزایش بیماری عروق کرونری ارتباط دارد [۲۴]. برخلاف HDL-C یافته‌های مطالعات در مورد اثر فعالیت‌های ورزشی بر LDL-C یکدیگر متناقض و متفاوت است. علت این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل تفاوت در وزن آزمودنی‌ها باشد. برخی از مطالعات نشان داده‌اند که انجام فعالیت‌های ورزشی به تنهایی منجر به ایجاد تغییر در سطح LDL-C در حالت ناشتایی نمی‌شود، هر چند وزن آزمودنی‌ها در طول دوره انجام پروتکل تمرینی تغییر نمود. در حالی که، برخی مطالعات نشان داده‌اند که در بیماران با سطح ملایم تا متوسط از اختلالات لیپیدی بعد از چند ماه انجام تمرینات هوازی، تغییر معنی‌داری در سطح LDL-C مشاهده نمی‌شود [۲۴].

آپوپروتئین ApoB مهم‌ترین بخش از ذرات LDL است و برای حذف ذرات LDL از درون جریان خون ضروری است و حدود ۹۵ درصد از ذرات ApoB به LDL متصل می‌شوند و هر ذره LDL تنها به یک مولکول ApoB متصل می‌شود. نشان داده شده است که ApoB یک پیش‌بینی‌کنندهٔ معتبرتری برای ذرات LDL درون گردش خون است. همچنین نسبت به LDL-C پیش‌بینی‌کنندهٔ معتبرتری برای خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی محسوب می‌شود. بنابراین، غلظت ApoB به‌طور غیرمستقیم تا حدودی نشان‌دهندهٔ غلظت LDL-C است؛ زیرا افزایش در سطوح ApoB می‌تواند نشان‌دهندهٔ افزایش خطر ابتلای شخص به بیماری‌های قلبی-عروقی باشد [۲۵]. اثر تمرینات هوازی بر روی ApoB هنوز به درستی شناخته نشده است. *Crouse* و همکاران [۲۶] گزارش کرده‌اند که بعد از چند ماه انجام تمرینات هوازی، غلظت ApoB در مردان با سطوح بالای کلسترول کاهش می‌یابد، در حالی که *Leon* و همکاران [۲۷] مشاهده کرده‌اند که انجام ۲۰ هفته تمرینات هوازی، اثری بر غلظت ApoB ندارد. *Angelopoulos* و همکاران [۲۸] مشاهده کرده‌اند که انجام تمرینات طولانی مدت (۴۸ هفته) و کوتاه مدت (سه هفته) اثری بر غلظت ApoB ندارد.

اثر فعالیت‌های ورزشی هوازی بر TG در مطالعات مختلف متفاوت بوده است. برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که فعالیت‌های ورزشی می‌تواند باعث کاهش غلظت TG شود [۱۲]. در حالی که، برخی دیگر نشان داده‌اند که بعد از یک جلسه تمرین هیچ گونه تغییری در سطح TG افراد بی تحرک بوجود نیامده است [۲۴]. به نظر می‌رسد که علت این تناقض‌ها، تفاوت آزمودنی‌های مختلف از نظر عواملی چون وزن بدن، چربی بدن، سلامت سیستم قلبی-عروقی، سابقه ورزشی، تغییرات تغذیه‌ای و عوامل ژنتیکی باشد [۲۴]. *شیخ الاسلامی وطنی* و همکاران [۲۹]، در مردان سالم به بررسی شدت‌های متفاوت تمرینات مقاومتی بر روی شاخص‌های چربی بعد از شش هفته تمرین پرداخته‌اند. ۳۰ مرد سالم به طور تصادفی در دو گروه (گروه اول شدت متوسط تمرین که عبارت بود از ۴۵ الی ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه و گروه دوم تمرین مقاومتی شدید با ۸۰ الی ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه) قرار گرفته‌اند. هر دو گروه کاهش معنی‌داری بعد از تمرین نشان داده‌اند؛ اما تنها در گروه با شدت زیاد، افزایش معنی‌دار در HDL مشاهد شده است. *Fett* و همکاران [۳۰] اثر ۱۲ هفته و هر هفته سه جلسه تمرینات مقاومتی و هوازی را مورد مطالعه قرار داده‌اند؛ تمرینات هوازی با شدت ۶۰ الی ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره و تمرینات مقاومتی با ۱۲ الی ۱۵ تکرار انجام شده است. مدت زمان انجام تمرین در هر جلسه برای هر دو تمرین مقاومتی و هوازی ۳۰ دقیقه بوده است. در نهایت نتایج هر دو گروه کاهش معنی‌داری در کلسترول تام و تری گلیسرید را نشان داده‌اند. همچنین، طبق گزارش برخی از مطالعات، احتمالاً دلیل این عدم تغییر به شدت انجام تمرین نیز ربط داشته است چرا که گزارش شده، انجام تمرین با شدت ۷۵ درصد MHR منجر به تغییر معنی‌دار در سطح HDL-Cمی‌شود؛ اما زمانی که همان تمرین با شدت ۶۵ درصد MHR انجام شده افزایش معنی‌داری در سطح HDL-C مشاهده نشده است [۳۰].

در نتایج حاصل از اولین مطالعه طولی، تغییرات سطح لیپیدی و لیپوپروتئین‌ها در مردان و زنان را بعد از انجام ۱۶ هفته تمرینات قدرتی در کلسترول ۹/۵- درصد کاهش، در LDL-C ۱۷/۹- درصد کاهش و در غلظت TG ۲۸/۳- درصد کاهش داشته است. همچنین، نسبت LDL-C به HDL-C ۲۰/۳- درصد کاهش داشته است. در مردان LDL-C ۱۶/۲ درصد، نسبت TC به HDL-C ۲۱/۶ درصد و نسبت LDL-C به HDL-C ۲۸/۹ درصد کاهش یافته است [۱۱].

مطالعات نشان داده‌اند که عوامل بسیاری از جمله سن، جنسیت، رژیم غذایی، نوع آزمودنی (انسان یا حیوان و حتی نوع حیوان مورد مطالعه)، سابقه ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت، چاقی و اضافه وزن و حتی نژاد آزمودنی‌ها، همچنین نوع، شدت، حجم و طول دوره

ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2023;12(1):e17

تمرین همگی جزء مواردی هستند که بر نتایج مطالعات تأثیر می‌گذارند. در مطالعاتی که اثر تمرینات هوازی را مورد بررسی قرار داده‌اند، حداقل مدت طول دوره تمرین دو هفته در نظر گرفته شده است که در نهایت مطالعات گزارش کرده‌اند که طول دوره تمرینی کمتر از چهار هفته نمی‌توانند منجر به تغییرات معنی‌دار نیمرخ لیپیدی و عوامل اثرگذار در چرخه انتقال معکوس گردد. بنابراین، جهت اثربخش بودن پروتکل تمرین، طول دوره تمرین باید پنج هفته و بیش از آن در نظر گرفته شود تا در عوامل مؤثر در چرخه انتقال معکوس کلسترول تأثیر داشته باشد [۷]. در مطالعه‌ای که توسط رحمتی و همکاران [۷] بر روی مدل حیوانی انجام شده است، اثر تمرینات اینتروال با شدت بالا بر روی انتقال معکوس کلسترول در ۲۰ موش نر ویستار مورد مطالعه قرار گرفته است. بعد از پایان دوره تمرینی، افزایش در HDL مشاهده شده است. علاوه بر این، آنها مشاهده کرده‌اند که تمرینات اینتروال شدید (۱۸ دقیقه) و تمرینات مداوم با شدت متوسط (یک ساعت) به طور معنی‌داری باعث افزایش ApoA1 در آزمودنی‌هایی با تغذیه سرشار از چربی می‌شود.

با توجه به اینکه ApoB/ApoA یک شاخص مناسب برای پیش‌بینی بیماری‌های قلبی-عروقی است، مقدار توصیه‌شده مناسب برای این نسبت ۰/۵ یا کمتر از آن است. افزایش سطح ApoA1 می‌تواند باعث افزایش سطح HDL شود و همچنین ApoB برای ساخت شیلومیکرون و VLDL لازم است [۱۹]. مطالعاتی که با شدت مشابه بر روی جوندگان انجام شده با تغییر نوع آزمودنی (mice یا rat) نتایج متفاوتی را گزارش کرده‌اند. بنابراین، تغییر نوع آزمودنی‌های مطالعه از نظر جنس، سن و دیگر متغییرها می‌توانند منجر به یافته‌های متفاوتی شود. همچنین، مطالعات عوامل تأثیرگذار بر نتیجه مطالعات را جنسیت آزمودنی، نوع پروتکل تمرین (مقاومتی، استقامتی یا ترکیبی)، میانگین سن آزمودنی‌ها، تعداد جلسات تمرین در هفته و مدت اجرای پروتکل تمرینی ذکر کرده‌اند [۷].

پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی نیز همراه بود از جمله: عدم کنترل دقیق تأثیر استرس احتمالی وارد شده بر موش‌ها در حین اجرای پروتکل تمرین، عدم کنترل تفاوت‌های فردی بین موش‌ها، اثر مشکلات و آسیب‌های احتمالی در طول دوره تمرینی بر عملکرد آزمودنی‌ها، عدم اندازه گیری اثر پروتکل‌های تمرینی بر ترکیب موش‌ها. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی اثر دوره‌های تمرینی طولانی‌تر اما با پروتکل تمرینی مشابه مورد بررسی قرار گیرد تا تأثیرات دو روش تمرینی و دو شدت بیشتر نمایان گردد. همچنین، پیشنهاد می‌شود با توجه به اثرگذار بودن جنسیت، سن و نوع آزمودنی‌ها بر نتیجه مطالعه، مطالعات مشابه با دو جنس نر و ماده موش در سنین مختلف و همچنین در انسان (مرد و زن و در سنین میانسالی و سالمندی) مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، هر دو روش تمرینی استقامتی و مقاومتی با شدت متوسط و بالا باعث کاهش عوامل خطرزای بروز بیماری‌های قلبی-عروقی و همچنین ایجاد تغییرات مثبت در نیمرخ لیپیدی آزمودنی‌های سالمند می‌شود. بنابراین، می‌توان این دو روش تمرینی را به عنوان یک روش درمانی مؤثر و مناسب برای تغییر در نیمرخ لیپیدی به سالمندان و افراد در معرض خطر ناشی از اختلالات لیپیدی توصیه نمود و در صورتی که تحت نظارت پزشک اجرا شوند، می‌توان از آنها به عنوان یک روش کمکی به منظور کاهش مصرف دارو به سالمندان توصیه کرد.

نکات بالینی و کاربردی در طب انتظامی: با توجه به اینکه آمادگی جسمانی نیروی‌های نظامی و انتظامی در گرو سلامت قلبی-عروقی این افراد است و با توجه به اینکه هر دو روش تمرینی استقامتی و مقاومتی باعث ایجاد تغییرات مثبت در فاکتورهای HDL، LDL و نسبت LDL/HDL شدند، به نیروهای نظامی و انتظامی توصیه می‌شود به منظور حفظ سلامت عمومی و آمادگی قلبی-عروقی خود، حداقل سه الی پنج جلسه در هفته و هر جلسه حداقل به مدت ۳۰ دقیقه یکی از دو روش تمرینی استقامتی یا مقاومتی را به دلخواه اجرا نمایند. گرچه در صورت دسترسی به محیط سالم و به دور از هوای آلوده، با انجام تمرینات استقامتی فواید بیشتری عایدشان خواهد شد.

تشکر و قدردانی: این پژوهش برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول بود که زیر نظر اساتید راهنما و مشاور اجرا شد؛ لذا از تمامی اساتید محترم و مسئولان آزمایشگاه دانشگاه شهرکرد که ما را در انجام این مطالعه یاری نمودند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نماییم.

تعارض منافع: بدین‌وسیله نویسندگان مقاله تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در قبال مطالعه حاضر وجود ندارد.

سهم نویسندگان: نویسنده اول، ارائه ایده، طراحی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها؛ نویسنده دوم طراحی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها؛ نویسنده سوم و چهارم، طراحی مطالعه، تجزیه و تحلیل داده‌ها؛ نویسنده پنجم، تجزیه و تحلیل داده‌ها. همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله و بازنگری آن سهیم بوده‌اند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

منابع مالی: این پژوهش بدون دریافت هیچ گونه حمایت مالی انجام شد.

Reference

1. Gobal FA, Mehta JL. Management of dyslipidemia in the elderly population. Therapeutic advances in cardiovascular disease. 2010 Dec;4(6):375-83.
2. Soran H, Adam S, Mohammad JB, Ho JH, Schofield JD, Siahmansur T, Liu Y, Syed AA, Dhage SS, Stefanutti C, Donn R et al. Hypercholesterolaemia–practical information for non-specialists. Arch Med Sci. 2018;14(1):1-21. https://doi.org/10.5114%2Faoms.2018.72238
3. Ganjkhani L, Osali A. The effect of 4 week resistance training on male rat hepatic ABCA1 protein plasma HDL-C levels. J Appl Health Stud Sport Physiol. 2019;6(1):22-30. https://doi.org/10.22049/jassp.2019.26585.1248
4. Wood G, Taylor E, Ng V, Murrell A, Patil A, van der Touw T, et al. Estimating the effect of aerobic exercise training on novel lipid Biomarkers: A systematic review and multivariate meta-analysis of randomized controlled trials. Sports Med. 2023;53(4):871-86. https://doi.org/10.1007/s40279-023-01817-0
5. Rahmani-Nia F, Layegh A, Aslanabadi N. Effects of aerobic exercises on patients with coronary artery Disease. Sport Sci Health Res. 2020;12(1):35-46. https://journals.ut.ac.ir/article_82500.html
6. Rotllan N, Price N, Pati P, Goedeke L, Fernández-Hernando C. microRNAs in lipoprotein metabolism and cardiometabolic disorders. Atherosclerosis. 2016;246:352-60. https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2016.01.025
7. Rahmati-Ahmadabad S, Broom DR, Ghanbari-Niaki A, et al. Effects of exercise on reverse cholesterol transport: A systemized narrative review of animal studies. Life Sci 2019;224:139–148. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2019.03.058
8. Allard-Ratick MP, Kindya BR, Khambhati J, et al. HDL: Fact, fiction, or function? HDL cholesterol and cardiovascular risk. Eur J Prev Cardiol. 2021;28(2):166-73.https://doi.org/10.1177/2047487319848214
9. Ghafari M, Faramarzi M, Baghurst T. Effect of exercise training on lipid profiles in the elderly: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Shahrekord Univ Med Sci. 2020;22(4):200-7. https://doi.org/10.34172/jsums.2020.32
10. Albarrati AM, Alghamdi MS, Nazer RI, Alkorashy MM, Alshowier N, Gale N. Effectiveness of low to moderate physical exercise training on the level of low-density lipoproteins: A systematic review. BioMed Res Int. 2018;2018. https://doi.org/10.1155/2018/5982980
11. Rahmati-Ahmadabad S, Azarbayjani MA, Farzanegi P, Moradi L. High-intensity interval training has a greater effect on reverse cholesterol transport elements compared with moderate-intensity continuous training in obese male rats. Eur J Prev Cardiol. 2021;28(7):692-701. https://doi.org/10.1177/2047487319887828
12. Li X, Wang A, Wang J, Wu J, Wang D, Gao X, Wu S, Zhao X. Association between High-density-lipoprotein-cholesterol levels and the prevalence of asymptomatic intracranial arterial stenosis. Sci Rep. 2017;7(1):1-7. https://doi.org/10.1038/s41598-017-00596-9
13. Ahn N, Kim K. High-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) in cardiovascular disease: effect of exercise training. Integrative Med Res. 2016;5(3):212-5. https://doi.org/10.1016%2Fj.imr.2016.07.001
14. Rahim S, Abdullah HM, Ali Y, et al. Serum Apo A-1 and its role as a biomarker of coronary artery disease. Cureus 2016;8(12):e941. https://doi.org/10.7759%2Fcureus.941
15. Zderic TW, Hamilton MT. Physical inactivity amplifies the sensitivity of skeletal muscle to the lipid-induced downregulation of lipoprotein lipase activity. J Appl Physiol. 2006;100(1):249-57. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00925.2005
16. Muscella A, Stefàno E, Marsigliante S. The effects of exercise training on lipid metabolism and coronary heart disease. Am J Physiol-Heart Circ Physiol. 2020;319(1):H76-88. https://doi.org/10.1152/ajpheart.00708.2019
17. de Cássia Marqueti R, Almeida JA, Nakagaki WR, Guzzoni V, Boghi F, Renner A et al. Resistance training minimizes the biomechanical effects of aging in three different rat tendons. J Biomechanics. 2017;53:29-35. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.12.029
18. Krug AL, Macedo AG, Zago AS, Rush JW, Santos CF, Amaral SL. High-intensity resistance training attenuates dexamethasone-induced muscle atrophy. Muscle Nerve. 2016;53(5):779-88. https://doi.org/10.1002/mus.24906
19. Rezaei R, Nourshahi M, Bigdeli MR, Khodagholi F, Haghparast A. Effect of eight weeks continues and HIIT exercises on VEGF-A and VEGFR-2 levels in stratum, hippocampus and cortex of wistar rat brain. Physiol Sport Physic Act. 2015;8:1213–21. https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-eight-weeks-continues-and-HIIT-exercises-8%AE%D8%AF%D8%A7%D9%82%D9%84%D-B%8C-Haghparast/b7de618481ea1eafe053041e7afbdea8dca3ab0c
20. Tian D, Meng J. Exercise for prevention and relief of cardiovascular disease: prognoses, mechanisms, and approaches. Oxid Med Cell Longev. 2019. https://doi.org/10.1155/2019/3756750
21. Hannan AL, Hing W, Simas V, et al. High-intensity interval training versus moderate- intensity continuous training within cardiac rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. Open Access J Sports Med 2018;9:1–17. https://doi.org/10.2147/oajsm.s150596
22. Fisher G, Brown AW, Bohan Brown MM, et al. High intensity interval- vs moderate intensity-training for improving cardiometabolic health in overweight or obese males: A randomized controlled trial.

PLoS One 2015;10(10). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138853

23. O'Donovan G, Owen A, Bird SR, et al. Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. J Appl Physiol. 2005;98:1619–1625. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01310.2004
24. Wang Y, Xu D. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins. Lipids Health Dis. 2017;16:132–132. https://doi.org/10.1186/s12944-017-0515-5
25. Shelness GS, Sellers JA. Very-low-density lipoprotein assembly and secretion. Curr Opin Lipidol. 2001;2:151–7. https://doi.org/10.1097/00041433-200104000-00008
26. Crouse SF, O'Brien BC, Grandjean PW, et al. Effects of training and a single session of exercise on lipids and apolipoproteins in Hypercholesterolemic men. J Appl Physiol. 1997;83(6):2019–28. https://doi.org/10.1152/jappl.1997.83.6.2019
27. Leon AS, Rice T, Mandel S, et al. Blood lipid response to 20 weeks of supervised exercise in a large biracial population: the HERITAGE family study. Metabolism. 2000;4:513–20. https://doi.org/10.1016/s0026-0495(00)80018-9
28. Angelopoulos TJ, Sivo SA, Kyriazis GA, et al. Do age and baseline LDL cholesterol levels determine the effect of regular exercise on plasma lipoprotein cholesterol and apolipoprotein B levels? Eur J Appl Physiol. 2007;101:621–8. https://doi.org/10.1007/s00421-007-0537-1
29. Sheikholeslami Vatani D, Ahmadi S, Ahmadi Dehrashid K, Gharibi F. Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training. J Sport Med Physical Fitness. 2011;51(4):695-700. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22212275/#:~:text=Conclusion%3A%20Resistance%20training%20for%206,levels%20than%20moderate%20resistance%20training.
30. Fett CA, Fett WC, Marchini JS. Circuit weight training vs jogging in metabolic risk factors of overweight/obese women. Arq Bras Cardiol. 2009;93:519-25. https://doi.org/10.1590/s0066-782x2009001100013