Research Paper

Effects of an 8-Week Aerobic Exercise Program on Some Indicators of Oxidative Stress in Elderly Women

*Keyvan Hejazi[1], Mahdi Ghahremani Moghaddam[2], Teimour Darzabi[3]

1. Department of Physical Education, Toos Institute of Higher Education, Mashhad, Iran.
2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Department of Vocational Science, Faculty Technical of Shahid Montazeri, Technical and Vocational University, Mashhad, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Hejazi K, Ghahremani Moghaddam M, Darzabi T. [Effects of an 8-Week Aerobic Exercise Program on Some Indicators of Oxidative Stress in Elderly Women (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2019; 13(4):506-517. https://doi.org/10.32598/SIJA.13.4.506

https://doi.org/10.32598/SIJA.13.4.506

CC BY NC

Received: 01 Aug 2018
Accepted: 17 Oct 2018
Available Online: 01 Jan 2019

Keywords:
Aerobic exercise, 8-Hydroxy-2'-deoxyguanosine, Elderly

ABSTRACT

Objectives Oxidative stress has an important role in the pathogenesis of diseases such as cardiovascular disease, cancer, diabetes and aging. The present study investigated the effects of 8 weeks of aerobic training on 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine and body composition in elderly women.

Methods & Materials This was a quasi-experimental study. The study participants were selected by convenience sampling method. In total, 21 subjects with the age range of 60-70 years were assigned into 2 groups (experimental [n=11] and control [n=10]). The 8-week aerobic training program were demonstrated 3 sessions a week, for 45-60 minutes per session, with the intensity of 50% to 70% of maximum heart rate. The blood samples were obtained 24 hours after the intervention to measure the serum levels of 8-OHdG. For comparison of within and between group mean scores, Paired t test and Independent samples t test were used, respectively.

Results Eight weeks aerobic training significantly reduced the weight, BMI and body fat percentage in elderly women. Moreover, the levels of serum 8-OHdG after an 8 weeks aerobic training significantly reduced. However, the levels of 8-OHdG urine reduced at the end of the training, but it was non-significant. There were significant differences between active and inactive elderly woman in terms of weight and serum 8-OHdG variables.

Conclusion This study suggests that aerobic training decreases serum 8-OHdG. Regular aerobic physical activity with moderate intensity improves the body anti-oxidative capacity and can prevent the incidence of atherosclerosis disease.

Extended Abstract

1. Objectives

Oxidative stress plays an important role in the pathogenesis of aging and some diseases such as cardiovascular disease, cancer, and diabetes. Production of various types of oxygen causes biological damage, and potentially exacerbates these complications [1-2]. There is a close relationship between the production of Reactive Oxygen Species (ROS) and the analysis of antioxidant systems [1]. Structural changes in DNA as a result of exposure to ROS, can accelerate aging, and cause atherosclerosis and diabetes [3]. One of the factors that has been studied in recent years is 8-hy-

* *Corresponding Author:*
Keyvan Hejazi, PhD.
Address: Department of Physical Education, Toos Institute of Higher Education, Mashhad, Iran.
Tel: +98 (915) 1253513
E-mail: keyvanhejazi@gmail.com

droxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG), which is an index of oxidative DNA damage [4]. The positive role of exercise and physical activity in the prevention of cardiovascular diseases have been already proven [5]. The current study examined the effect of an 8-week aerobic exercise program on 8-OHdG level and body composition of inactive elderly women.

2. Methods and Materials

In this quasi-experimental study, 21 elderly women with the mean age of 60-70 years, and Body Mass Index (BMI) of 29-30 kg/m^2 participated. The samples were selected using convenience and purposeful sampling methods. The subjects were then randomly divided into test (n=11) and control (n=10) groups. Aerobic training were held for 8 weeks; 4 sessions per week. The duration of each session was 45-60 minutes. The intervention program for those in test group included: 1. A 10-minute warm-up; 2. Aerobic training for 45-60 minutes with an intensity of 50-70% of the maximum heart rate. The training time gradually increased from 30 minutes at the beginning to 45 minutes at the end; and 3. A 10-minute cool-down. The intensity of training was measured by a heart rate sensor (Polar, Finland).

The blood samples were collected 24 hours before initiating the training and 24 hours after the last training session to measure the serum and urine levels of 8-OHdG. To determine the 8-OHdG level, ELISA method was employed using related assay kit (Cusabio, Japan). Bioelectrical impedance analysis was used for estimating the body composition of the samples. SPSS was used for data analysis. In addition, within group and between group comparisons were performed using Paired t test and Independent t test, respectively. The significance level was set at P>0.05. This study was a registered project (code: 2.32123), which was conducted with the financial support of the Vice Chancellor of Research and Technology Department of Ferdowsi University of Mashhad.

3. Results

According to the obtained results, there were no significant differences between the test and control groups in terms of height, weight, BMI, body fat percentage, and the serum and urine levels of 8-OHdG. The obtained results revealed that an 8-week aerobic training program significantly reduced Mean±SD scores of body weight from 68.68±10.44 to 67.48±10.23 kg (P=0.001), BMI Mean±SD scores from 29.52±3.37 to 28.83±3.23 kg/m^2 (P=0.01), and body fat percentage Mean±SD scores

Table 1. Between-group and within-group comparisons of changes in body composition and the serum and urine levels of 8-OHdG

Variables	Groups	Mean±SD		Changes	
		Pre-Test	Post-Test	Within Group*	Between Group**
				P	P
Weight, kg	Test	68.68±10.44	67.48±10.23	0.00***	0.00*
	Control	71.79±10.40	72.13±9.86	0.27	
BMI, kg/m^2	Test	29.52±3.37	28.83±3.23	0.01*	0.06
	Control	30.18±4.02	30.13±3.93	0.84	
Body fat, %	Test	43.20±6.98	41.36±7.24	0.02*	0.06
	Control	41.51±6.35	41.38±6.73	0.80	
8-OHdG serum level,ng/mL	Test	329.00±191.81	271.00±143.34	0.012*	0.048*
	Control	366.20±146.92	422.50±97.76	0.273	
8-OHdG urine level, ng/mL	Test	8.14±4.17	6.01±1.08	0.118	0.305
	Control	14.61±11.40	13.16±9.23	0.591	

** Paired t-test; *** Independent t test, * Significant at P<0.05

from 43.20±6.98 to 41.36±7.24 (P=0.02) in the samples. Reduction in the Mean±SD scores of serum levels of 8-OHdG from 329±191.81 to 271±143.34 ng/mL was significant at the end of intervention (P=0.012). However, reduction in the Mean±SD scores of urine levels of 8-OHdG from 8.14±4.17 to 6.01±1.08 ng/mL was not significant (P>0.05).

The Independent t test results regarding between-group comparison of post-test mean scores revealed significant differences between the 2 groups in terms of body weight (P=0.01) and the serum levels of 8-OHdG (P=0.04). However, in terms of BMI (P=0.06), body fat percentage (P=0.06), and the urine levels of 8-OHdG (P=0.305), no significant differences were observed between them (Table 1). In other words, the aerobic exercise significantly reduced the serum levels of 8-OHdG in the test group. Therefore, an 8-week aerobic training program had a significant effect on the serum level of 8-OHdG.

4. Conclusion

Given the effect of 8 weeks of aerobic training on reducing weight, BMI, and the serum level of 8-OHdG in elderly women, It can be concluded that aerobic exercise is an appropriate treatment for the elderly women. In addition, due to the significant reduction in the serum levels of 8-OHdG, regular aerobic exercises with moderate intensity improved antioxidant function. However, considering the important role of physical activity in the prevention and treatment of many diseases, and increasing the sense of satisfaction in the elderly, specialists should suggest a combination of pharmacotherapy, training and nutritional counseling for the treatment of cardiovascular diseases. Thus, we recommend aerobic exercises to prevent the adverse effects of increased atherosclerosis, and it can be considered as a vital part in the lifestyle of inactive elderly women.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study is a research project registered at Ferdowsi University of Mashhad (code: 2.32123).

Funding

This study has received financial support from Ferdowsi University of Mashhad.

Authors contributions

Conceptualization and investigation: Keyvan Hejazi, Mahdi Ghahremani Moghaddam, and Teimour Darzabi; Editing: Keyvan Hejazi; Project administration: Keyvan Hejazi and Mahdi Ghahremani Moghaddam; Funding acquisition: Mahdi Ghahremani Moghaddam.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

اثر هشت هفته تمرینات هوازی بر برخی شاخص‌های استرس اکسیداتیو زنان سالمند

* کیوان حجازی[۱]، مهدی قهرمانی مقدم[۲]، تیمور درزابی[۳]

۱- گروه تربیت بدنی، مؤسسه آموزش عالی توس، مشهد، ایران.
۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳- گروه علوم حرفه‌ای، دانشکده فنی شهیدمنتظری، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۰ مرداد ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۲۵ مهر آبان ۱۳۹۷
تاریخ انتشار: ۱۱ دی ۱۳۹۷

چکیده

هدف استرس اکسیداتیو نقشی مهم در پاتوژنز بیماری‌هایی مثل بیماری قلبی‌عروقی، سرطان، دیابت و پیری دارد. هدف این تحقیق بررسی اثر هشت هفته تمرینات هوازی بر سطوح ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین (8-OHdG) و ترکیب بدن زنان سالمند غیرفعال بود.

مواد و روش‌ها دراین مطالعه نیمه‌تجربی، ۲۱ آزمودنی در دو گروه آزمایش (۱۱نفر) و کنترل (۱۰ نفر) با دامنه سنی بین۶۰ تا۷۰ سال به روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند انتخاب شدند. برنامه تمرین هوازی شامل هشت هفته، هر هفته ۳ جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه با شدتی معادل ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره بود. ۲۴ ساعت پس از مداخلات نمونه خونی برای اندازه‌گیری سطوح سرمی 8-OHdG جمع‌آوری شد. برای مقایسه میانگین‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی به ترتیب از روش آماری تی همبسته و مستقل استفاده شد.

یافته‌ها هشت هفته تمرین هوازی منجر به کاهش معنی‌دار متغیرهای وزن، نمایه توده بدن و درصد چربی زنان سالمند فعال شد. همچنین سطوح 8-OHdG سرمی در پایان دوره کاهش معنی‌دار یافت. با وجود کاهش سطوح 8-OHdG ادراری در پایان دوره این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. تفاوت معنی‌داری بین متغیر وزن و 8-OHdG سرمی در بین زنان سالمند فعال و غیرفعال مشاهده شد.

نتیجه‌گیری این نتایج حاکی از آن است که تمرین هوازی منجربه کاهش 8-OHdG سرمی می‌شود. به نظر می‌رسد فعالیت بدنی هوازی منظم با شدت متوسط منجربه بهبود ظرفیت‌های ضداکسایشی بدن می‌شود و این فعالیت‌ها می‌توانند از بروز بیماری آترواسکلروز جلوگیری کند.

کلیدواژه‌ها:

تمرین، ۸- هیدروکسی ۲- دی‌اکسی گوانوزین، سالمند

مقدمه

بیماری‌های قلبی‌عروقی یکی از مهم‌ترین علل مرگ‌ومیر در کشورهای پیشرفته است؛ به طوری که بیش از یک‌چهارم مرگ‌ومیر در این کشورها به سبب این بیماری‌هاست [۱، ۲]. این بیماری‌ها از جمله مهم‌ترین بیماری‌های دوران سالمندی محسوب می‌شود که به صورت پیش‌رونده از دوران کودکی آغاز می‌شود و علائم بالینی خود را به طور عمده در بزرگسالی از میانسالی به بعد آشکار می‌کند [۳]. بازتوانی و درمان آترواسکلروز بسیار هزینه‌بر است و باعث خسارت‌های جانی و مالی بسیاری می‌شود؛ بنابراین، درپیش‌گرفتن استراتژی‌های پیشگیرانه برای این بیماری ضروری است [۴].

بیماری‌های قلبی‌عروقی، به‌خصوص بیماری آترواسکلروز و مرگ‌ومیر ناشی از آن‌ها در سطح جهان و ایران پیوسته در حال افزایش است و این بیماری هزینه‌های درمانی سنگینی بر کشورها تحمیل می‌کند [۵]. از لحاظ اقتصادی هزینه‌های مرتبط با این بیماری در حدود ۴۰۰ میلیارد دلار تخمین زده شده است [۶]. در کشور انگلستان نیز برای بیماری‌های عروق کرونر در حدود ۱/۶ میلیارد پوند در سال هزینه می‌شود. هزینه مراقبت‌های بیمارستانی این بیماری ۵۵ درصد از کل هزینه‌های درمانی را تشکیل می‌دهند [۷].

بر اساس مطالعات انجام‌شده از جمله عوامل مهم در پاتوژنز بیماری‌های مزمن مانند آترواسکلروز، دیابت و سرطان فرایند استرس اکسیداتیو است؛ چنان‌که، تولید انواع اکسیژن موجب آسیب بیولوژیکی ارگانیسم و به طور بالقوه باعث تشدید این‌گونه عوارض می‌شود [۸، ۹]. بر اساس مطالعات انجام‌شده، ارتباط نزدیکی بین تولید گونه اکسیژن فعال[1] و تحلیل سیستم آنتی‌اکسیدانی وجود دارد [۸]. در این زمینه، ایجاد تغییرات

1. Reactive Oxygen Species (ROS)

* نویسنده مسئول:
دکتر کیوان حجازی
نشانی: مشهد، مؤسسه آموزش عالی توس، گروه تربیت بدنی.
تلفن: ۱۲۵۳۵۱۳ (۹۱۵) ۹۸+
پست الکترونیکی: keyvanhejazi@gmail.com

ساختاری DNA در نتیجه قرارگرفتن در معرض گونه اکسیژن فعال مورد توجه محققان بوده است؛ چنان‌که چنین تغییراتی نقش مهمی در بروز پیری و بیماری‌های آترواسکلروز و دیابت دارد [۱۰]؛ از این رو، یکی از عوامل بررسی‌شده در سال‌های اخیر ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین است که نشانه‌ای از اکسیداسیون DNA محسوب می‌شود [۱۱].

در اثر فشار اکسایشی، بسیاری از ماکرومولکول‌ها آسیب می‌بینند و این آسیب‌ها نقش اساسی در ابتلا به بیماری‌های مزمن ایفا می‌کنند [۱۲]. درواقع رادیکال‌های آزاد موجود در پلاسما به چربی‌های خون حمله کرده و موجب اکسیداسیون لیپوپروتئین‌های کم‌چگال، سخت‌شدن دیواره سرخرگ‌ها و درنهایت، بروز بیماری‌های قلبی‌عروقی مانند آترواسکلروز می‌شوند [۱۳، ۱۴]. همچنین، بر اساس مطالعات انجام‌شده یکی از عواملی که می‌تواند به عملکرد اندوتلیال در آئورت و مقاومت سرخرگچه‌های کوچک آسیب وارد کند افزایش سن است [۱۵، ۱۶]. افزایش سن باعث اختلال در عملکرد اندوتلیال در آئورت و کاهش مقاومت عروق می‌شود. تغییر در عملکرد اندوتلیال به دلیل افزایش سن می‌تواند دربردارنده علائم بیماری‌های قلبی‌عروقی باشد [۱۷].

امروزه آثار مثبت تمرین و فعالیت بدنی برای پیشگیری از بیماری‌های قلبی‌عروقی ثابت شده است. تمرین و فعالیت بدنی به طور کلی با سبک زندگی ارتباط دارد [۱۸]. در این راستا، اجرای تمرینات منظم بدنی در افراد بی‌تحرک، می‌تواند عوامل خطرزای قلبی‌عروقی سنتی و جدید را بهبود بخشد [۱۹]. یکی از پیامدهای احتمالی هر نوع تمرین هوازی منظم، کاهش خطر بیماری‌های قلبی‌عروقی است. پژوهشگران بر این باورند که ورزش منظم و نه‌چندان‌سنگین برای این گروه از افراد (جدا از روش‌های کلینیکی) یک روش سالم و طبیعی است [۲۰]. در این راستا، ساميا[2] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای تغییرات سطوح OHdG-8 را در طول مسابقات هفت‌گانه دو و میدانی در زنان ورزشکار بررسی کرد و به این نتیجه رسید که سطوح مالون دی‌آلدوئید و OHdG-8 در پایان دوره افزایش معنی‌داری دارد [۲۱].

راویان[3] (۲۰۱۱) با بررسی اثر تمرین هوازی و بی‌هوازی با شدت زیاد روی آسیب‌های لیپیدی، پروتئین‌ها و DNA در ۴۰ مرد تمرین‌نکرده به این نتیجه رسیدند که مالون دی آلدوئید و پروتئین کربونیل بعد از تمرین هوازی و بی‌هوازی تغییر معنی‌داری نیافت، اما غلظت OHdG-8 پس از مداخله تمرین هوازی و بی‌هوازی کاهش معنی‌دار یافت [۲۲]. نوجیما[4] و همکاران (۲۰۰۸) اثر ۱۲ ماه تمرین هوازی، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه با شدتی معادل ۵۰ تا ۶۰ درصد، بیشترین اکسیژن مصرفی را روی سه گروه تمرینات آمادگی جسمانی، تمرینات هوازی و کنترل بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بعد از ۱۲ ماه سطح OHdG-8 در هر دو گروه تمرینات آمادگی جسمانی و تمرینات هوازی کاهش معنی‌داری یافت [۲۳].

فردریش[5] و همکاران (۲۰۱۶) با اثر تمرین هوازی را با شدتی متوسط معادل ۷۰ تا ۸۰ درصد بیشترین ضربان قلب ذخیره، ۵ جلسه در هر هفته و درمجموع ۲۲۵ دقیقه در هر هفته، به مدت یک سال روی ۱۶۰ زن یائسه بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که سطح OHdG-8 و Iso-PGF2α-8 در پایان دوره تمرین تغییر معنی‌داری نکرد [۲۴]. با این حال، نظر به اهمیت نقش فعالیت جسمانی در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، متخصصان برای درمان بیماری‌های قلبی‌عروقی قبل از شروع دارودرمانی، مشاوره تمرینی و تغذیه‌ای را پیشنهاد می‌کنند. علاوه بر این، اجرای تمرینات ورزشی احساس رضایت و خشنودی بیشتری را نسبت به رژیم‌های دارویی و درمانی در افراد ایجاد می‌کند.

در این زمینه، با توجه به تحقیقات محدود در رابطه با تأثیر فعالیت بدنی در این دوره زمانی، پژوهشگران بر آن شدند تا تأثیر هشت هفته برنامه تمرین هوازی را بر سطوح ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین و ترکیب بدن زنان سالمند غیرفعال بررسی کنند.

روش مطالعه

این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی است که دو گروه آزمایش با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقایسه شدند. جامعه آماری این تحقیق را زنان سالمند با دامنه سنی بین ۶۰ تا ۷۰ سال و نمایه توده بدنی ۲۹ تا ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع تشکیل می‌دادند که از میان افراد واجد معیارهای انتخاب، ۲۱ نفر به روش نمونه‌گیری دردسترس و هدف‌دار گزینش و به دو گروه آزمایش (۱۱ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

در مرحله نخست افراد با ماهیت و نحوه همکاری با اجرای پژوهش آشنا شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل سالم‌بودن بر اساس پرسش‌نامه تندرستی، مصرف‌نکردن دارو، استعمال‌نکردن دخانیات و شرکت‌نکردن در هیچ برنامه تمرینی حداقل ۶ ماه پیش از شرکت در برنامه تمرینات این تحقیق بود [۲۵]. بر اساس پرسش‌نامه اطلاعات فردی و سوابق پزشکی و معاینه و نظر پزشک تمامی شرکت‌کنندگان سالم بودند، سطح فعالیت جسمانی افراد نیز با استفاده از پرسش‌نامه ارزیابی فعالیت جسمانی کیزر مشخص شد که پایایی آن ۰/۸۷ بود [۲۶].

آزمودنی‌ها بر اساس شرایط تحقیق به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت و فرم رضایت‌نامه را امضا کردند. برای ارزیابی ترکیبات بدن به ترتیب طول قد آزمودنی‌ها با قدسنج سکا (ساخت

2. Samia
3. Revan
4. Nojima
5. Friedenreich

کشور آلمان) با حساسیت ۵ میلی‌متر، محیط باسن و کمر با متر نواری (مابیس / ژاپن) با حساسیت ۵ میلی‌متر، درصد چربی بدن و وزن با دقت ۱۰۰ گرم و با استفاده از دستگاه بیوالکتریکال ایمپدنس (مدل In body-720/ کره جنوبی) اندازه‌گیری شد.

از تقسیم محیط کمر به محیط باسن، نسبت دور کمر به باسن و از تقسیم وزن بدن بر مجذور قد به متر، نمایه توده بدن بر حسب کیلوگرم بر متر مربع به دست آمد. برای اندازه‌گیری نسبت کمر به باسن، محقق ابتدا با نوار متری دور کمر و سپس دور باسن را اندازه‌گیری کرد و از تقسیم این دو اندزه بر هم، نسبت دور کمر به باسن به دست آمد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در حالی انجام شد که آزمودنی‌ها از ۴ ساعت قبل از آزمون از خوردن و آشامیدن خودداری کرده بودند و تا جای ممکن مثانه، معده و روده آن‌ها تخلیه شده بود.

در این تحقیق نمونه‌های خونی در ۲۴ ساعت پیش از شروع تمرینات و ۲۴ ساعت بعد از جلسه تمرین جمع‌آوری شد. نمونه‌گیری در بین ساعات ۸ تا ۱۰ صبح در آزمایشگاه، از سیاهرگ دست چپ هر آزمودنی، در وضعیت نشسته و در حالت استراحت انجام شد. برای تعیین میزان سطوح ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین سرمی از روش الایزا و با استفاده از کیت کازابایو، ساخت ژاپن انجام شد.

برنامه تمرینی شامل تمرینات هوازی (استقامتی) به مدت هشت هفته و در هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه بود. تمرینات صبح (ساعت ۹:۳۰ تا ۱۱:۰۰) برگزار می‌شد که شامل این موارد بود: گرم‌کردن عمومی به مدت ۱۰ دقیقه (راه‌رفتن، دویدن نرم، حرکات کششی و جنش‌پذیری)، اجرای تمرینات هوازی به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه با شدتی معادل ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره و جلسه تمرینی که به‌تدریج از ۳۰ دقیقه شروع شد و در پایان دوره به ۴۵ دقیقه افزایش یافت. شدت تمرین به وسیله ضربان‌سنج (POLAR/ فنلاند) کنترل شد.

در پایان هر جلسه تمرین ورزشی، به مدت ۱۰ دقیقه بازگشت بدن به حالت اولیه و سردکردن (دویدن آهسته، راه‌رفتن و حرکات کششی) انجام می‌شد. در پایان طرح (پس از هشت هفته) مشابه شرایط پیش‌آزمون دوباره تمام اندازه‌گیری‌ها انجام و داده‌ها جمع‌آوری شد. همچنین، شدت تمرین علاوه بر ضربان قلب، با مقیاس بورگ کنترل شد. گروه کنترل هیچ فعالیتی در طول دوره تحقیق نداشتند و غیرفعال بودند (شیوه زندگی غیرفعال داشتند). از جمله موارد ایمنی انجام‌شده در حین انجام تمرینات ورزشی می‌توان به پوشاندن کف سالن ورزشی با تشک‌های تاتامی اشاره کرد تا در صورت زمین‌خوردن آزمودنی‌ها صدمه‌ای به آن‌ها وارد نشود. از آزمودنی‌ها درخواست شد تا از لباس‌های مناسب و با پوشش کافی و در جلسات تمرینی از کفش مناسب ورزشی استفاده کنند.

در پایان مرحله اجرایی پژوهش، داده‌های جمع‌آوری‌شده با کمک نسخه ۲۰ نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند. پس از تأیید طبیعی‌بودن توزیع نظری داده‌ها با استفاده از آزمون آماری اکتشافی شاپیروویلک و همگنی واریانس‌ها از طریق آزمون لون، برای مقایسه میانگین‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی به ترتیب از آزمون آماری تی استیودنت در گروه‌های وابسته و مستقل استفاده شد و برای تعیین معنی‌داری نتایج، سطح P<۰/۰۵ به عنوان ضابطه تصمیم‌گیری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌های گروه آزمایش و کنترل در جدول شماره ۱ نشان داده شده‌اند. بر اساس نتایج جدول شماره ۲ همان طور که مشاهده می‌شود، اثر برنامه تمرینات هوازی بر کاهش وزن بدن (P=۰/۰۰)، نمایه توده بدن (P=۰/۰۱) و درصد چربی بدنی (P=۰/۰۲)، در گروه تمرین هوازی معنی‌دار بوده است. تغییرات غلظت ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین سرمی در پایان دوره کاهش معنی‌دار یافت (P=۰/۰۱۲)؛ با وجود کاهش سطوح ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین ادراری در پایان دوره، این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P≥۰/۰۵).

بر اساس یافته‌های جدول شماره ۲، تغییرات میانگین‌های بین‌گروهی در متغیر وزن و ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین سرمی در بین زنان سالمند فعال و غیرفعال مشاهده شد (P<۰/۰۵).

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌های شرکت‌کننده در مطالعه

گروه‌ها	میانگین±انحراف معیار			
	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	نمایه توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)
آزمایش (۱۱ نفر)	۶۴/۳۶±۴/۱۲	۱۵۲/۶۳±۵/۲۰	۶۸/۶۸±۱۰/۴۴	۲۹/۵۲±۳/۳۷
کنترل (۱۰ نفر)	۶۶/۷۰±۳/۷۷	۱۵۴/۸۰±۷/۷۴	۷۰/۷۹±۱۰/۴۰	۳۰/۱۸±۴/۰۲

جدول ۲. مقایسه تغییرات واریانس درون‌گروهی و بین‌گروهی در سطوح ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین سرمی زنان سالمند غیرفعال

متغیرها	گروه‌ها	میانگین±انحراف معیار		P	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درون‌گروه	بین‌گروه
وزن (کیلوگرم)	آزمایش	۶۸/۶۸±۱۰/۴۴	۶۷/۴۸±۱۰/۲۳	۰/۰۰*	۰/۰۰*
	کنترل	۷۱/۷۹±۱۰/۴۰	۷۲/۱۳±۹/۸۶	۰/۲۷	
نمایه توده بدن (کیلوگرم برمتر مربع)	آزمایش	۲۹/۵۲±۳/۳۷	۲۸/۸۳±۳/۲۳	۰/۰۱*	۰/۰۶
	کنترل	۳۰/۱۸±۴/۰۲	۳۰/۱۳±۳/۹۳	۰/۸۴	
درصد چربی بدن (درصد)	آزمایش	۴۳/۲۰±۶/۹۸	۴۱/۳۶±۷/۲۴	۰/۰۲*	۰/۰۶
	کنترل	۴۱/۵۱±۶/۳۵	۴۱/۳۸±۶/۷۳	۰/۸۰	
۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین سرمی (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	آزمایش	۳۲۹/۰۰±۱۹۱/۸۱	۲۷۱/۰۰±۱۴۳/۳۴	۰/۰۱۲*	۰/۰۴۸*
	کنترل	۳۶۶/۲۰±۱۴۶/۹۲	۴۲۲/۵۰±۹۷/۷۶	۰/۲۷۳	
۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین ادراری (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	آزمایش	۸/۱۴±۴/۱۷	۶/۰۱±۱/۰۸	۰/۱۱۸	۰/۳۰۵
	کنترل	۱۴/۶۱±۱۱/۴۰	۱۳/۱۶±۹/۲۳	۰/۵۹۱	

* معنی‌داری در سطح P<۰/۰۵

بحث

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر سطوح سرمی ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین و ترکیب بدن زنان سالمند غیرفعال بود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، برنامه تمرینات هوازی منجر به کاهش معنی‌دار اندازه‌های وزن، نمایه توده بدن و درصد چربی بدن گروه فعال شد. این نتایج با یافته‌های پورابدی و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی دارد [۲۷]، اما با یافته‌های فکوریان و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی ندارد [۲۸].

پورابدی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی ۶ هفته تمرینات اینتروال روی سطوح آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی ۲۶ شرکت‌کننده به این نتیجه رسیدند که وزن بدن، نمایه توده بدن و درصد چربی بدن به طور معنی‌داری در پایان دوره کاهش یافت، اما مقادیر اکسیژن مصرفی آن‌ها افزایشی معنی‌دار یافت [۲۷]. به عبارتی تمرینات بدنی منظم، به‌ویژه تمرینات هوازی می‌تواند ترکیبات بدنی افراد را کاهش و کارایی سیستم قلبی‌عروقی آن‌ها را افزایش دهد. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق بر نقش تمرینات منتخب با شدت مناسب، بر کنترل وزن و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها دلالت دارد. البته نوع، شدت و مدت فعالیت بدنی منتخب متغیرهای مهمی هستند که می‌توانند در نوع اثرگذاری فعالیت بدنی در شاخص‌ها دخالت کنند [۲۹].

در این خصوص، دلایل مختلفی برای اختلاف بین نتایج تحقیقات و این پژوهش می‌توان ذکر کرد. دلیل مهم آن می‌تواند نوع فعالیت باشد، زیرا دلیل فیزیولوژی چنین موضوعی، درک مکانیسم‌هایی است که با آن‌ها انرژی لازم برای عملکرد عضلات به خدمت گرفته می‌شود. از آنجا که با توجه به توصیه‌های محققان، حجم و زمان به نحوی در نظر گرفته شده بود که برنامه فعالیت به صورت هوازی باشد، انتظار می‌رود در حین فعالیت، اسیدهای چرب به عنوان سوخت اصلی عضله استفاده شود و باعث کم‌شدن چربی بدن شود؛ بنابراین، با توجه به ماهیت تحقیق که هوازی است، می‌توان گفت که اجرای تمرین هوازی به عنوان اصلی‌ترین عامل کاهش چربی بدن محسوب می شود، اما دخالت متغیرهای گوناگون مانند تغذیه، فعالیت روزانه آزمودنی‌ها و وضعیت ارائه آن‌ها قبل از شروع تحقیق، می‌تواند از دلایل دیگر تفاوت در نتایج باشد.

تأثیر تمرینات ورزشی هوازی بر ترکیب بدن، افزایش قابلیت اکسیداسیون چربی از طریق افزایش آنزیم‌های بتااکسیداسیون و چرخه کربس در پی تمرینات ورزشی هوازی نیز از دلایل فیزیولوژیک هستند؛ بنابراین، با افزایش سوخت‌وساز چربی، میزان درصد چربی این افراد کاهش می‌یابد و عوامل تن‌سنجی بهبود می‌یابند [۳۰،۳۱].

یافته‌های تحقیق نشان داد ۸ هفته تمرینات هوازی منجر به کاهش معنی‌دار سطوح ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین سرمی آزمودنی‌ها در پایان دوره شد. نتایج این پژوهش با یافته‌های رحیمی و همکاران (۲۰۱۲) و راویان (۲۰۱۱) همخوانی دارد [۲۲، ۳۲]، اما با یافته‌های سامیا و همکاران

(۲۰۱۴) و بلومر[6] و همکاران (۲۰۰۵) همخوانی ندارد [۲۱، ۳۳]. رحیمی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای تأثیر یک وهله فعالیت مقاومتی با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه را بر بیومارکرهای آسیب اکسیداتیو DNA ۹ مرد ورزشکار پرورش اندام بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که غلظت OHdG-8 ادراری، بیومارکرهای آسیب اکسیداتیو DNA بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقاومتی در ورزشکاران به طور معناداری کمتر از غیرورزشکاران است [۳۲].

راویان (۲۰۱۱) با بررسی اثر تمرین هوازی و بی‌هوازی با شدت زیاد بر روی آسیب‌های لیپیدی، پروتئین‌ها و DNA در ۴۰ مرد تمرین‌نکرده به این نتیجه رسیدند که مالون دی‌آلدوئید و پروتئین کربونیل بعد از تمرین هوازی و بی‌هوازی تغییر معنی‌داری نیافت، اما غلظت OHdG-8 پس از مداخله تمرین هوازی و بی‌هوازی کاهش معنی‌دار یافت [۲۲]. عبدل سامیا و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تغییرات سطوح OHdG-8 در طول مسابقات هفت‌گانه دو و میدانی در زنان ورزشکار به این نتیجه رسیدند که سطوح مالون دی آلدوئید و OHdG-8 در پایان دوره افزایش معنی‌داری داشت [۲۱].

بلومر و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای که اثر تمرینات هوازی و بی‌هوازی را بر روی مارکرهای استرس اکسیداتیو در ۱۰ مرد تمرین‌کرده (در تمرین هوازی به مدت ۳۰ دقیقه با شدت ۷۰ درصد اکسیژن مصرفی و ۳۰ دقیقه تمرین مقاومتی متناوب دمبل و اسکات با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه، در ۲ جلسه جداگانه به فاصله یک تا دو هفته از هم) بررسی کردند، تغییر معنی‌داری در سطوح OHdG-8 مشاهده نکردند [۳۳]. یکی دیگر از دلایل چنین یافته‌های متناقضی احتمالاً تفاوت در مدت، شدت و سطح تمرینی آزمودنی‌هاست. مدت انجام فعالیت ورزشی می‌تواند بر تغییر OHdG-8 تأثیر داشته باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آورده‌شده از تحقیق پیش‌رو، انجام‌دادن تمرینات هوازی منظم منجر به کاهش آسیب اکسیداتیو DNA می‌شود [۳۴].

در این زمینه، گوتو[7] و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین هوازی، هر هفته ۵ تا ۷ جلسه به مدت ۳۰ دقیقه با شدت‌های متفاوت (شدت کم معادل ۲۵ درصد حداکثراکسیژن مصرفی، شدت متوسط معادل ۵۰ درصد حداکثراکسیژن مصرفی و شدت زیاد معادل ۷۵ درصد حداکثراکسیژن مصرفی) روی شاخص‌های استرس اکسیداتیو، به این نتیجه رسیدند که غلظت OHdG-8 در شدت زیاد افزایش معنی‌دار یافت، اما در شدت متوسط هر دو متغیر OHdG-8 و مالون دی‌آلدوئید کاهش معنی‌دار یافت [۳۴]؛ از این‌رو، می‌توان گفت با انجام‌دادن تمرینات ورزشی منظم ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گروه فعال تقویت شده باشد. آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند با سازوکارهای مختلفی عمل کنند؛ مکانیسم‌هایی همانند برداشت اکسیژن یا کاهش غلظت موضعی اکسیژن، برداشت یون‌های فلزی کاتالیک مانند Fe2+، Cu2+، برداشت گونه‌های فعال اکسیژن مانند سوپراکسید و هیدروژن پراکسید.

قطع‌کردن واکنش‌های زنجیره‌ای و به طور کلی قابلیت یک آنتی‌اکسیدان در خنثی‌کردن گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد به عوامل مختلفی بستگی دارد که از آن‌ها می‌توان به محل تولید رادیکال آزاد و میزان فعالیت آن، تداخل با دیگر آنتی‌اکسیدان‌ها و جذب و توزیع و متابولیسم آنتی‌اکسیدان‌ها اشاره کرد [۳۵]. به طور کلی ارتباط نزدیکی بین تولید گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر و شدت ورزش وجود دارد [۳۶].

معمولاً تمرین هوازی با شدت زیاد، به‌ویژه با بیشترین توان، با مقادیر زیاد متابولیسم بی‌هوازی و هیپوکسی همراه است. تمرین شدید، موجب نبود تعادل بین تولید رادیکال آزاد و دفاع آنتی‌اکسیدان بدن را می‌شود و باعث افزایش آسیب اکسیداتیو لیپیدی و پروتئینی و القای آپوپتوزیس می‌شود. در حالی که تمرین هوازی با شدت متوسط منجر به افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی می‌شود و فشار اکسایشی را کاهش می‌دهد [۳۷]. این سازگاری‌ها، بدن را در مقابل اثر این‌گونه آسیب‌ها حفاظت می‌کند [۳۸]. اجرای فعالیت هوازی در چندین هفته، سطح شاخص‌های آسیب اکسیداتیو لیپیدها و پروتئین‌ها را کاهش می‌دهد [۳۹]، و این عامل می‌تواند احتمالاً در اثر افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز خارج سلولی باشد که می‌تواند ظرفیت دفاعی آنتی‌اکسیدانی بدن را افزایش دهد [۴۰].

نتیجه‌گیری نهایی

به طور کلی با توجه به کاهش وزن، نمایه توده بدن، درصد چربی بدن، کاهش معنی‌دار سطوح ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین سرمی در این تحقیق، می‌توان گفت تمرین هوازی یک روش درمانی مناسب برای سالمندان محسوب می‌شود. با کاهش معنی‌دار سطوح ۸-هیدروکسی ۲-دی‌اکسی گوانوزین سرمی، تمرین هوازی منظم با شدت متوسط منجر به بهبود عملکرد آنتی‌اکسیدانی شده است؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود از تمرینات هوازی برای پیشگیری از اثرات سوء ناشی از افزایش بروز بیماری آترواسکلروز استفاده شود. این تمرینات می‌تواند بخشی اساسی در سبک زندگی افراد سالمند غیرفعال باشد.

با توجه به اینکه این مطالعه با محدودیت‌هایی همچون رژیم غذایی متنوع، پاسخ‌های سازگاری گوناگون به فعالیت بدنی، تعداد کم آزمودنی‌ها به دلیل انصراف بعضی از آن‌ها از شرکت در تحقیق و تفاوت‌های فردی روبه‌رو بود، باید جانب احتیاط را بیشتر رعایت کرد.

6.Bloomer
7. Goto

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله از طرح تحقیقاتی ثبت‌شده در دانشگاه فردوسی مشهد با کد ۲/۳۲۱۲۳ گرفته شده است.

حامی مالی

این طرح با حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: کیوان حجازی، مهدی قهرمانی مقدم، تیمور درزابی؛ تحقیق و بررسی: کیوان حجازی، مهدی قهرمانی مقدم، تیمور درزابی؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: کیوان حجازی. مدیریت پروژه: کیوان حجازی، مهدی قهرمانی مقدم؛ تأمین مالی: مهدی قهرمانی مقدم.

تعارض منافع

بنا بر اظهارنظر نویسندگان، تعارض منافعی وجود ندارد.

References

[1] Hosseini SA, Abdollahi AA, Behnampour N, Salehi A. [The relationship between coronary risk factors and coronary artery involvement based on angiogrpahy findings (Persian)]. Koomesh. 2012; 14(1):7-12.

[2] Buchan D, Ollis S, Thomas N, Baker J. The influence of a high intensity physical activity intervention on a selection of health related outcomes: An ecological approach. BMC Public Health. 2010; 10:8. [DOI:10.1186/1471-2458-10-8] [PMID] [PMCID]

[3] Sharifirad G, Mohebbi S, Matlabi M. [The relationship of physical activity in middle age and cardiovascular problems in old age in retired people in Isfahan, 2006 (Persian)]. Quarterly of Horizon of Medical Sciences. 2007; 13(2):57-63.

[4] Hamedi Nia M, Rezaei S. [The relations of physical activity and body fat percentage to some cardiovascular risk factors in faculty members of Sabzevar teacher training university (Persian)]. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2004; 11(3):34-40.

[5] Shamsi A, Ebadi A. [Risk factors of cardiovascular diseases in elderly people (Persian)]. Iranian Journal of Critical Care Nursing. 2011; 3(4):183-8.

[6] Christopher P, Cannon M. Cardiovascular disease and modifiable cardiometabolic risk factors. Clinical Cornerstone. 2007; 8(3):11-28. [DOI:10.1016/S1098-3597(07)80025-1]

[7] Mosca L, Banka CL, Benjamin EJ, Berra K, Bushnell C, Dolor RJ, et al. Evidence based guide lines for cardiovascular disease prevention in woman. Circulation. 2007; 11(5):1481-501. [DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.181546] [PMID]

[8] Young I, Woodside J. Antioxidants in health and disease. Journal of Clinical Pathology. 2001; 54(3):176-86. [DOI:10.1136/jcp.54.3.176] [PMID] [PMCID]

[9] Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. Journal of Clinical Investigation. 2004; 114(12):1752-61. [DOI:10.1172/JCI21625] [PMID] [PMCID]

[10] Wu LL, Chiou CC, Chang PY, Wu JT. Urinary OHdG-8: A marker of oxidative stress to DNA and a risk factor for cancer, atherosclerosis and diabetics. Clinica Chimica Acta. 2004; 339(1-2):1-9. [DOI:10.1016/j.cccn.2003.09.010] [PMID]

[11] Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: Cellular mechanisms and impact on muscle force production. Physiological Reviews. 2008; 88(4):1243-76. [DOI:10.1152/physrev.00031.2007] [PMID] [PMCID]

[12] Cunningham P, Geary M, Harper R, Pendleton A, Stover S. High intensity sprint training reduces lipid peroxidation in fast-twitch skeletal muscle. JEP online Submission Guidelines. 2005; 8(6):18-25.

[13] Elosua R, Molina L, Fito M, Arquer A, Sanchez-Quesada J, Covas M, et al. Response of oxidative stress biomarkers to a 16-week aerobic physical activity program, and to acute physical activity, in healthy young men and women. Atherosclerosis. 2003; 167(2):327-34. [DOI:10.1016/S0021-9150(03)00018-2]

[14] Dekany M, Nemeskeri V, Györe I, Harbula I, Malomsoki J, Pucsok J. Antioxidant status of interval-trained athletes in various sports. International Journal of Sports Medicine. 2006; 27(2):112-6. [DOI:10.1055/s-2005-865634] [PMID]

[15] Van Guilder GP, Westby CM, Greiner JJ, Stauffer BL, DeSouza CA. Endothelin-1 vasoconstrictor tone increases with age in healthy men but can be reduced by regular aerobic exercise. Hypert. 2007; 50(2):403-9. [DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.088294] [PMID]

[16] Soltis EE. Effect of age on blood pressure and membrane-dependent vascular responses in the rat. Circulation Research. 1987; 61(6):889-97. [DOI:10.1161/01.RES.61.6.889] [PMID]

[17] Rodriguez-Pascual F, Busnadiego O, Lagares D, Lamas S. Role of endothelin in the cardiovascular system. Pharmacological Research. 2011; 63(6):463-72. [DOI:10.1016/j.phrs.2011.01.014] [PMID]

[18] De Bree A, Verschuren WM, Blom HJ, Kromhout D. Lifestyle factors and plasma homocysteine concentrations in a general population sample. American Journal of Epidemiology. 2001; 154(2):150-4. [DOI:10.1093/aje/154.2.150] [PMID]

[19] Kelley GA, Kelley KS. Efficacy of aerobic exercise on coronary heart disease risk factors. European Journal of Preventive Cardiology. 2008; 11(1):71-5. [DOI:10.1111/j.1751-7141.2008.08037.x] [PMID]

[20] Jarrete A. Influence of aerobic exercise training on cardiovascular and endocrine-inflammatory biomarkers in hypertensive postmenopausal womenq. Journal of Clinical & Translational Endocrinology. 2014; 1(3):108-14. [DOI:10.1016/j.jcte.2014.07.004] [PMID] [PMCID]

[21] Samia BAA, Youssef GA. Changes in urinary 8-hydroxydeoxyguanosine levels during heptathlon race in professional female athletes. Journal of Human Kinetics. 2014; 41(1):107-11. [DOI:10.2478/hukin-2014-0038] [PMID] [PMCID]

[22] Revan S. Effects of acute high-intensity aerobic and anaerobic exercise on oxidative damage to lipids, proteins and DNA in untrained subjects. African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2011; 5(10):1321-6. [DOI:10.5897/AJPP11.456]

[23] Nojima H, Watanabe H, Yamane K, Kitahara Y, Sekikawa K, Yamamoto H, et al. Effect of aerobic exercise training on oxidative stress in patients with type 2 diabetes mellitus. Metabolism. 2008; 57(2):170-6. [DOI:10.1016/j.metabol.2007.08.021] [PMID]

[24] Friedenreich CM, Pialoux V, Wang Q, Shaw E, Brenner DR, Waltz X, et al. Effects of exercise on markers of oxidative stress: An ancillary analysis of the alberta physical activity and breast cancer prevention trial. BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 2016; 2(1):e000171. [DOI: 10.1136/bmjsem-2016-000171]

[25] Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). Canadian Journal of Sport Sciences. 1992; 17(4):338-45. [PMID]

[26] Abdolmaleki Z, Saleh Sedghpour B, Bahram A, Abdolmaleki F. Validity and reliability of the physical self-description questionnaire among adolescent girls. Journal of Applied Psychology. 2011; 4(16):42-55.

[27] Pour-Abdi K, Shakerian S, Pour-Abdi Z, Janbozorgi M. Effects of short-term interval training courses on fitness and weight loss of untrained girls. Annals of Applied Sport Science. 2013; 1(2):1-9.

[28] Fakourian A, Azarbaijani M, Peeri M. Effect a period of selective military training on physical fitness, body mass index, mental health and mood in officer students. Journal of Military Medicine. 2012; 10(1):17-27.

[29] Dashti M. The effect of programmed exercise on body compositions and heart rate of 11-13 years-old male students. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2011; 13(6):40-3.

[30] Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. The American Journal of Clinical Nutrition. 2000; 72(2):558-63s. [DOI:10.1093/ajcn/72.2.558S] [PMID]

[31] Thomas GA, Cartmel B, Harrigan M, Fiellin M, Capozza S, Zhou Y, et al. The effect of exercise on body composition and bone mineral density in breast cancer survivors taking aromatase inhibitors. Obesity. 2017; 25(2):346-51. [DOI:10.1002/oby.21729] [PMID] [PMCID]

[32] Rahimi R, Sharafi H. [The effect of a bout of resistance exercise on 8-Hydroxy-2′-Deoxyguanosine in athletes and non-athletes (Persian)]. Knowledge & Health. 2012; 7(1):1-7.

[33] Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, McKenzie MJ, Consitt LA. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2005; 19(2):276-85. [DOI:10.1519/00124278-200505000-00007]

[34] Goto C, Higashi Y, Kimura M, Noma K, Hara K, Nakagawa K, et al. Effect of different intensities of exercise on endothelium-dependent vasodilation in humans. Circulation. 2003; 108(5):530-5. [DOI:10.1161/01.cir.0000080893.]

[35] Ranjbar A. [Propofol: A decreaser or increaser drug of oxidative stress: A review (Persian)]. Pajouhan Scientific Journal. 2012; 11(1):1-5.

[36] Clanton TL. Hypoxia-induced reactive oxygen species formation in skeletal muscle. Journal of Applied Physiology. 2007; 102(6):2379-88. [DOI: 10.1152/japplphysiol.01298.2006]

[37] Steinberg JG, Delliaux S, Jammes Y. Reliability of different blood indices to explore the oxidative stress in response to maximal cycling and static exercises. Clinical Physiology and Functional Imaging. 2006; 26(2):106-12. [DOI: 10.1111/j.1475-097x.2006.00658]

[38] Dekleva M, Lazic JS, Pavlovic-Kleut M, Mazic S, Stevanovic A, Soldatovic I, et al. Cardiopulmonary exercise testing and its relation to oxidative stress in patients with hypertension. Hypertension Research. 2012; 35(12):1145-51. [DOI: 10.1038/hr.2012.115]

[39] Shin YA, Lee JH, Song W, Jun TW. Exercise training improves the antioxidant enzyme activity with no changes of telomere length. Mechanisms of Ageing and Development. 2008; 129(5):254-60. [DOI: 10.1016/j.mad.2008.01.001]

[40] Pourfazeli B, Azamian Jazi A, Faramarzi M, Mortazavi MJ. [Effect of regular aerobic exercise on oxidative damage markers of lipids and proteins in rats exposed to radiation emitted by Wi-Fi router (Persian)]. Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences. 2017; 5(2):11-9.

This Page Intentionally Left Blank