

Research Paper

The Effect of Aerobic Activity on Changes in Cystatin C and Homocysteine Levels as Cardiovascular Risk Factors



*Mahsa Porsesh¹, Saeed Ahmadi Barati¹, AbdolHamid Habibi¹

1. Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.



Citation Porsesh M, Ahmadi Barati S, Habibi A. [The Effect of Aerobic Activity on Changes in Cystatin C and Homocysteine Levels as Cardiovascular Risk Factors (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2022; 21(3):340-351. <https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.3.2521>

doi <https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.3.2521>



ABSTRACT

Background and Objectives Chronic inflammation is associated with the development of various diseases, including atherosclerosis and diabetes. The aim of this study was to investigate the effect of long-term selected aerobic exercises on changes in cystatin C and homocysteine in inactive and overweight middle-aged women.

Subjects and Methods Thirty non-athlete middle-aged women (mean age: 46.06±6.97 years, weight: 71.82±9.11 kg, height: 156.9±5.24 cm, and body mass index: 29.2±4.11kg/m²) voluntarily participated in this project and were randomly divided into the experimental and control groups. The experimental group performed selected aerobic exercises (65-75% of maximum heart rate) for eight weeks. Blood samples were taken before and 24 hours after the completion of the research protocol to measure the levels of cystatin C and homocysteine. Analysis of covariance was used for intergroup comparisons and paired t-test was used for intergroup comparisons.

Results The results showed that there was no significant difference between the experimental and control groups in cystatin C (P=0.09) and homocysteine (P=0.07) after eight weeks of selected aerobic exercises. A significant decrease was observed in weight (P=0.001) and body mass index (P=0.002) in the experimental group compared to the control group.

Conclusion Overall, the results of the present study showed that although the eight-week activity program improved the body composition of overweight middle-aged women, longer periods of aerobic exercise are required to examine clearer biochemical results.

Keywords Aerobic exercise, Cystatin C, Homocysteine, Middle-aged women

Received: 16 May 2021

Accepted: 16 Apr 2022

Available Online: 23 July 2022

* **Corresponding Author:**

Mahsa Porsesh

Address: Department of Sports Physiology, Faculty of physical education and sport sciences, Shahid chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Tel: +98 (916) 0542235

E-Mail: mahsaporsesh8855@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

An increase in fat tissue, a change in the body's energy balance, and the resulting physiological and metabolic changes can lead to the occurrence of some cardiovascular diseases, including atherosclerosis and hypertension, and metabolic diseases, such as metabolic syndrome and type 2 diabetes. It is very important to identify the risk factors for cardiovascular diseases. One of the factors that play a role in the occurrence of these diseases is inflammatory indices. Therefore, researchers seek to determine indicators that predict the risk of cardiovascular diseases with greater accuracy and sensitivity. One of the most important inflammatory factors is homocysteine, and one of the most important renal-inflammatory factors is Cystatin C. Cystatin C has been introduced as a new risk factor for cardiovascular events so that its higher concentrations increase the risk of death. On the other hand, among cardiovascular risk factors, homocysteine is a serious risk factor that has even been called an index of a heart attack so that an increase in homocysteine level is associated with an increase in the risk of developing diseases related to the arteries, such as arteriosclerosis. Therefore, efforts are directed towards reducing the level of inflammatory indicators, and it is believed that if the level of inflammatory indicators can be reduced, it is possible to prevent the occurrence of complications, such as cardiovascular diseases, as one of the factors to reduce inflammation. The present study was conducted with the aim of investigating the effect of eight weeks of selected aerobic exercises on the changes in cystatin C and homocysteine in middle-aged non-athlete overweight women.

Methods

Thirty non-athlete middle-aged women (mean age: 46.06 ± 6.97 years, weight: 71.82 ± 9.11 kg, height: 156.9 ± 5.24 cm, and body mass index: 29.2 ± 4.11 kg/m²) voluntarily participated in this project and were randomly divided into the experimental and control groups. The experimental group performed selected aerobic exercises (moderate running) for eight weeks. The aerobic program consisted of running three times a week for eight weeks, and this program included 5-10 minutes of warm-up (gentle running and stretching movements, flexibility, and jumping), and the main training included continuous running with the desired intensity and finally, 5 minutes of cooling down. The maximum heart rate was estimated by the Karonen formula (220 minus your age). Due to the lack of regular exercise and low physical fitness in

the first week, fast walking (pulse intensity 65-70% of the heart rate) was done and the intensity of the exercises was increased gradually and continuously every week. The subjects' heart rate was monitored using a handheld Polar pacemaker. It should be mentioned that due to the importance of aerobic exercise in controlling cardiovascular risk factors, aerobic exercise with moderate intensity was considered. The principle of overload was also observed. During this period, the control group did not perform any activities. Blood samples were taken before and 24 hours after the end of the training protocol to measure cystatin C and homocysteine levels. Independent t-test was used for inter-group comparisons and paired t-test was used for intra-group comparisons.

Results

The intragroup mean of cystatin C ($P=0.057$) and homocysteine ($P=0.05$) decreased significantly in the experimental group; however, no significant difference was observed in the control group ($P \geq 0.05$). Also, no significant difference was observed between the two studied groups in the levels of cystatin C and homocysteine ($P \geq 0.05$). In the present study, the values of weight and body mass index decreased significantly at the end of the period; thus, it seems that the decrease in fat mass is somehow related to the decrease in cystatin C and homocysteine values. In general, the reduction of inflammatory and cardiovascular risk factors in this research can confirm the activation of adaptive mechanisms during eight weeks of regular activity; however, the researchers considered the duration of the exercise program to be one of the main reasons for the low or no effect on the results and stated that possibly continuing physical activity makes these effects more obvious. Therefore, it seems that by continuing regular physical activities and doing it for a longer period (more than eight weeks), these effects may become more significant and obvious. On the other hand, the possible mechanism that reduces inflammatory sources may be obesity (due to the production and expression of TNF- α and IL-6 and their receptors), which is a factor with a strong relationship with high levels of inflammation. Therefore, reducing body fat and increasing lipolysis due to rehabilitation (by stimulating the activity of HSL-sensitive lipase) can be a mechanism, by which inflammation is reduced.

Discussion

Since performing aerobic sports activities due to physiological changes can be one of the effective factors in the changes of cardiovascular biomarkers and considering that the changes of such variables depend on the intensity, duration of the training, and physical fitness status

of people, it is suggested to sports trainers and doctors consider the necessary measures when designing sports exercises. In general and according to the findings of the present research, based on the effect of regular aerobic exercise on reducing the values of predictive metabolic indicators in cardiovascular disorders and considering that any factor that causes a decrease in these indicators, directly and indirectly, reduces the risk of cardiovascular disorders, it is concluded that due to the reduction of cardiovascular risk factors, the current aerobic exercise could reduce and possibly delay cardiovascular disorders as a practical factor. Therefore, according to the age and fitness level of middle-aged people, performing aerobic exercise in the present study is recommended to health and treatment centers, trainers, and ordinary people in order to maintain public health and increase life expectancy of people. In general, it can be concluded that sports training based on the program implemented in this research can be useful for reducing cardiovascular risk factors. However, because in the present study, cystatin C and homocysteine showed a decrease due to exercise training, but this decrease was not significant in comparison with the control group, it is suggested that factors affecting the changes of cystatin C and homocysteine, such as nutritional and environmental should be identified and controlled by conducting future research.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study has an ethical approval obtained from [Shahid Chamran University, Ahvaz](#), Iran (Code: EE/97.24.3.93504).

Funding

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

Authors contributions

All authors contributed equally in preparing all parts of the research.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

تأثیر فعالیت هوازی بر تغییرات سطوح سیستاتین C و هموسیستئین به عنوان عوامل خطرزای قلبی عروقی

*مهسا پرسش^۱، سعید احمدی براتی^۱، عبدالحمید حبیبی^۱

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Porsesh M, Ahmadi Barati S, Habibi A. [Effect Long-Term of Selected Aerobic Activity on Changes in Cystatin C and Homocysteine Levels as Cardiovascular Risk Factors in Inactive and Overweight Middle-Aged Women (persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2022; 21(3):340-351. <https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.3.2521>

doi <https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.3.2521>

چکیده



زمینه و هدف: التهاب مزمن با پیشرفت بیماری‌های مختلفی از جمله آترواسکلروز و دیابت همراه است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر بلندمدت فعالیت منتخب هوازی بر تغییرات سیستاتین C و هموسیستئین زنان میان سال غیرفعال دارای اضافه وزن انجام شده است.

روش بررسی: ۳۰ نفر از زنان میان سال غیر ورزشکار (با میانگین سنی $46/05 \pm 6/97$ سال، وزن $71/82 \pm 9/11$ کیلوگرم، قد $156/9 \pm 5/24$ سانتی متر شاخص توده بدن $29/2 \pm 4/11$ کیلوگرم بر مترمربع) داوطلبانه در این طرح شرکت کردند؛ به طور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل، تفکیک شدند. سپس گروه آزمایش به مدت ۸ هفته به تمرینات هوازی (دویدن مداوم با شدت ۶۵-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب) پرداختند. نمونه‌های خون، قبل و ۲۴ ساعت پس از پایان پروتکل تمرینی جهت اندازه‌گیری سطوح سیستاتین C و هموسیستئین گرفته شد. جهت مقایسه‌های بین گروهی از آزمون تحلیل کواریانس و جهت مقایسه‌های درون گروهی از آزمون t زوجی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تفاوت معناداری بین گروه آزمایش و کنترل در مقادیر سیستاتین C ($P=0/09$) و هموسیستئین ($P=0/07$) پس از ۸ هفته تمرین منتخب هوازی وجود نداشت. با این حال، کاهش معناداری در وزن ($P=0/001$)؛ شاخص توده بدنی ($P=0/002$)؛ گروه تجربی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برنامه فعالیت هشت هفته‌ای هرچند موجب بهبود ترکیب بدنی زنان میان سال دارای اضافه وزن می‌شود اما برای بررسی نتایج بیوشیمیایی روشن‌تر نیاز به دوره‌های طولانی‌تری از تمرینات هوازی وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: فعالیت هوازی، سیستاتین C، هموسیستئین، زنان میان سال

تاریخ دریافت: ۱۴ اردیبهشت ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۷ فروردین ۱۴۰۱

تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۱

* نویسنده مسئول:

مهسا پرسش

نشانی: اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۰۵۴۲۲۳۵ (۹۱۶) ۹۸+

رایانامه: mahsaporsesh8855@gmail.com

مقدمه

کاهش سطح شاخص‌های التهابی معطوف شده و اعتقاد بر آن است که چنانچه بتوان سطح شاخص‌های التهابی را کاهش داد، احتمالاً می‌توان از بروز عوارض ناشی از آن همچون بیماری‌های قلبی عروقی نیز جلوگیری کرد. یکی از عواملی که گفته می‌شود کاهش التهاب را به‌همراه دارد، ورزش و فعالیت بدنی است [۱۰].

تحقیقات در زمینه سیستم‌های C به‌خصوص تأثیر فعالیت بدنی بر غلظت آن بسیار محدود است. با این وجود، نشان داده شده است که فعالیت جسمانی منظم موجب چند تغییر بیوشیمیایی و کاهش عوامل التهابی می‌شود که می‌تواند بر مسیر متابولیسم هموسیستئین و سیستم‌های C که هر دو از شاخص‌های مهم التهابی مرتبط با عوامل خطرزای قلبی عروقی می‌باشند تأثیر داشته باشد. در این ارتباط، ممکن است بهبود ترکیب بدنی، افزایش جذب ویتامین‌ها در روده، افزایش فعالیت استروژن در بدن و آنزیم‌های مربوطه و شاید از همه مهم‌تر کاهش استرس اکسایشی نقش عمده‌تری در کاهش عوامل التهابی داشته باشد [۱۱]. معمولاً بافت چربی کلی در زنان نسبت به مردان بیشتر است که این مسئله می‌تواند زنان را برای ابتلا به بیماری التهاب مزمن مستعدتر کند [۱۲]. از طرفی در بررسی تفاوت‌های جنسی گزارش شده است که عموماً سطح هموسیستئین زنان پایین‌تر از مردان است؛ چراکه استروژن زنان را در مقابل بیماری‌های قلبی-عروقی محافظت می‌کند؛ با وجود این، پس از یائسگی به علت کاهش غلظت استروژن زنان در معرض خطر بیشتری برای ابتلا به بیماری قلبی عروقی نسبت به قبل از یائسگی قرار می‌گیرند. در این مرحله از زندگی زنان، علاوه بر افزایش هموسیستئین و خطر ابتلا به بیماری قلبی عروقی، کاهش ترشح استروژن به افزایش بافت چربی شکمی می‌انجامد و مقاومت به انسولین نیز بیشتر می‌شود [۱۳]. کاهش معنادار سطوح هموسیستئین در زنان چاق پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب به‌وسیله تقیان و همکاران مشاهده شد [۱۴]. در ارتباط بین سیستم‌های C با حجم فعالیت و بازگشت به حالت اولیه مشاهده شده که در بیماران کرونر قلبی، سیستم‌های C به‌صورت خطی با کم‌ترین حالت حجم تمرین و بازگشت به حالت اولیه در ارتباط است [۱۵]. از طرفی باتوجه به اهمیت سیستم‌های C به‌عنوان شاخصی برای تعیین میزان احتمال خطر مرگومیر ناشی از حوادث قلبی عروقی حاد و سکتة مغزی در افراد مسن‌تر، اهمیت بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات آن در این گروه سنی، بیشتر احساس می‌شود [۱۶]. تمرینات ورزشی منظم و طولانی‌مدت با بهبود عملکرد، تنظیم وزن بدن، توده چربی، بهبود پروفایل لیپیدی و با تغییر در محتوای چربی احشایی در افراد مسن، موجب کاهش شیوع بیماری‌های قلبی عروقی و افزایش طول عمر افراد می‌شود [۱۷]. با این وجود، نتایج برخی مطالعات حاکی از متناقض بودن اثرات تمرینات ورزشی بر عوامل خطر ساز بیماری‌های قلبی عروقی است [۱۸]. بویوکیازی و همکارانش در مطالعه زنان میان‌سال، به افزایش میزان شاخص‌های چربی و

افزایش بافت چربی، تغییر تعادل انرژی بدن و تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی ناشی از آن می‌تواند منجر به بروز برخی بیماری‌های قلبی عروقی از جمله آترواسکلروز و پرفشارخونی و بیماری‌های متابولیک نظیر سندروم متابولیک و دیابت نوع ۲ شود [۱] که بین شناسایی عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی-عروقی اهمیت زیادی دارد. یکی از عواملی که در بروز این بیماری‌ها نقش دارد، شاخص‌های التهابی است. لذا محققان به دنبال تعیین شاخص‌هایی هستند که با دقت و حساسیت بیشتری، خطر بیماری‌های قلبی عروقی را پیش بینی کنند. شناخت عوامل خطر و سازوکارهای ایجادکننده این بیماری تا حدودی شناخته شده و از طرفی بسیاری از بیماران قلبی-عروقی بدون داشتن عوامل خطرزای اصلی بیماری قلبی-عروقی (کلسترول، تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین با چگالی کم و متعادل بودن لیپوپروتئین با چگالی بالا) مبتلا به اختلالات قلبی و کرونری می‌شوند؛ بنابراین پژوهشگران برای پیشگیری از عوارض نامطلوب و تخمین با احتمال بالای ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، عوامل خطرزای التهابی را در پژوهش‌های خود مورد ارزیابی قرار می‌دهند [۲]. از عوامل التهابی مهم می‌توان هموسیستئین [۳] و از مهم‌ترین عوامل کلیدی-التهابی می‌توان به سیستم‌های C اشاره کرد سیستم‌های C به‌عنوان یک عامل خطر جدید برای حوادث قلبی عروقی معرفی شده، به طوری که غلظت‌های بالاتر آن خطر مرگ را افزایش می‌دهد [۴]. سیستم‌های C یک پروتئین با ۱۲۲ اسیدآمینو و وزن مولکولی پایین می‌باشد که آنزیم سیستمین پروتئاز را مهار می‌کند و در تمام سلول‌های هسته‌دار بدن وجود دارد [۵].

هموسیستئین یک اسیدآمینو حاوی سولفور است که در جریان متابولیسم متیونین به وجود می‌آید. افزایش سطح هموسیستئین به علت نقص ژنتیکی در آنزیم‌های مسئول متابولیسم هموسیستئین و یا به‌علت کمبود تغذیه‌ای ویتامین‌ها به‌وجود می‌آید [۶]. در ارتباط بین سیستم‌های C با حجم فعالیت و بازگشت به حالت اولیه مشاهده شده که در بیماران قلبی غلظت این شاخص به‌صورت خطی با کم‌ترین حالت حجم تمرین و بازگشت به حالت اولیه در ارتباط است [۴]. کاهش سطح هموسیستئین می‌تواند به میزان ۲۵ درصد از حوادث قلبی عروقی بکاهد [۷]. هموسیستئین در بین ریسک فاکتورهای قلب و عروق، یک عامل خطر ساز جدی است که حتی آن را شاخص بروز سکتة قلبی نامیده‌اند؛ به طوری که افزایش سطح هموسیستئین با افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های مربوط به شریان سرخرگی، نظیر تصلب شرایین همراه است [۸]. به‌علاوه، رابطه بین سطوح هموسیستئین و آترواسکلروز قوی‌تر از رابطه بین کلسترول و آترواسکلروز گزارش شده است [۹]. بنابراین تلاش‌ها به سمت

1. Cystatin C

مشخصات و رضایت‌نامه کتبی را تکمیل کردند. معیارهای ورود به این پژوهش شامل عدم سابقه بیماری خاص مانند مشکلات مفصلی، فشارخون و غیره و عدم شرکت در برنامه‌های کاهش وزن بود. شاخص توده بدن بین ۲۶-۳۰ کیلوگرم بر مترمربع (جدول شماره ۱)، به‌عنوان اضافه‌وزن در نظر گرفته شد. آن‌گاه آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و گروه کنترل قرار گرفتند.

روش اجرای مطالعه

در ابتدا در یک جلسه توجیهی به‌طور واضح موضوع تحقیق، هدف اجرای آن و مراحل اجرای تمرین و نحوه اجرای آزمون‌ها برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد. اندازه‌گیری‌های تن‌سنجی انجام گرفت. ۲۴ ساعت قبل از شروع برنامه ورزشی آزمودنی‌های تحقیق رأس ساعت ۷ صبح در آزمایشگاه حضور یافتند و نمونه‌های خون (۵ سی سی) پس از ۱۲ ساعت ناشتایی از ورید بازویی آزمودنی‌ها اخذ شد. نمونه‌های خون بلافاصله به آزمایشگاه تشخیص طبی جهت اندازه‌گیری‌های بیوشیمیایی منتقل شد. ۲۴ ساعت پس از اتمام پروتکل تحقیق کلیه اندازه‌گیری‌های تن‌سنجی و بیوشیمیایی مجدداً تکرار شد.

برنامه تمرینی

تمرین هوازی مطابق با جدول شماره ۲: شامل دویدن سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته بود که این برنامه شامل ۵-۱۰ دقیقه گرم کردن (نرم دویدن و حرکات کششی، نرمشی و جهشی) سپس تمرین اصلی شامل دویدن مداوم با شدت‌های موردنظر و درنهایت ۵ دقیقه سرد کردن و برگشت به حالت اولیه بود. ضربان قلب بیشینه توسط فرمول کارونن (سن - ۲۲۰) برآورد شد. باتوجه‌به عدم فعالیت ورزشی منظم و آمادگی جسمانی پایین در هفته اول به‌صورت پیاده‌روی سریع (شدت ضربان ۶۵-

هموسیستئین بعد از هشت هفته تمرین اشاره کرده‌اند. با وجود این، هرمان و همکارانش و گومه و همکاران به کاهش غلظت هموسیستئین بعد از یک دوره فعالیت تمرینی اشاره داشته‌اند [۱۱۳]. لی و همکاران گزارش کردند که حتی فعالیت بدنی مانند راه رفتن در هفته با شدت کم تا متوسط در پایین آوردن خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی‌عروقی زنان مؤثر است؛ اما اینکه نوع و ماهیت فعالیت چگونه باشد موضوعی است که ذهن محققان حوزه مختلف علوم ورزشی به‌ویژه فیزیولوژیست‌های ورزشی را به خود معطوف کرده است و نیاز به بررسی بیشتر دارد [۱۱۹]. از طرفی به دلیل عدم وجود تحقیقاتی که به‌طور هم‌زمان تأثیر فعالیت‌های ورزشی را بر هر دوی سطوح سرمی سیستاتین C و هموسیستئین مورد بررسی قرار داده باشد؛ از سوی محققین انجام پژوهش‌های متنوعی در این زمینه احساس می‌شود. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تأثیر هشت هفته فعالیت منتخب هوازی بر تغییرات سطوح سیستاتین C و هموسیستئین به‌عنوان عوامل خطرزای قلبی‌عروقی در زنان میان‌سال غیر ورزشکار دارای اضافه‌وزن طراحی و اجرا شده است.

روش‌شناسی

آزمودنی

این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفته است. جامعه آماری آن را زنان میان‌سال غیر ورزشکار، داوطلب شرکت در تحقیق که هیچ‌گونه سابقه شرکت منظم در فعالیت ورزشی خاصی را نداشته‌اند، تشکیل می‌داد. در بین این افراد به‌طور هدفمند ۳۰ نفر در محدوده سنی ۳۵ تا ۵۵ ساله را انتخاب و سپس به دو گروه ۱۵ نفری کنترل و تجربی تقسیم شدند. بدین منظور، پس از اعلام فراخوان پژوهشی زنان میان‌سال فرم‌های مربوط به اطلاعات فردی، پزشکی و ورزشی را جهت شرکت در این پژوهش را تکمیل کردند. سپس آزمودنی‌های انتخاب‌شده فرم

جدول ۱. شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

مقایسه تغییرات بین دو گروه	میانگین ± انحراف معیار		مراحل تمرین	شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی
	کنترل	آزمایش		
-	۴۵/۵ ± ۷/۱۲	۴۶/۶ ± ۵/۸۳		سن (سال)
-	۱۵۸/۰ ± ۴/۹۵	۱۵۵/۸ ± ۵/۵۳		قد (سانتی‌متر)
/۰۰۱	۷۱/۷ ± ۹/۲۰	۷۲/۴ ± ۹/۴۷	پیش‌آزمون	وزن (کیلوگرم)
	۷۲/۱ ± ۹/۵۸	۷۰/۱ ± ۸/۱۹	پس‌آزمون	
/۰۰۲	۲۸/۸ ± ۴/۵۱	۳۰/۲ ± ۳/۹۰	پیش‌آزمون	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)
	۲۹/۰ ± ۴/۷۱	۲۸/۸ ± ۳/۳۵	پس‌آزمون	

جدول ۲. برنامه تمرین هوازی گروه آزمایش

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
شدت (HRmax)	۶۵-۷۰ درصد	۷۰ درصد	۷۰ درصد	۷۰-۷۵ درصد	۷۰-۷۵ درصد	۷۵ درصد	۷۵ درصد	۷۵ درصد
مدت (دقیقه)	۲۰	۲۵	۲۵	۳۰	۳۰	۳۵	۳۵	۳۵

مجله علمی پزشکی

جندی شاپور

روش آماری

در این پژوهش از شاخص‌های آمار توصیفی همچون میانگین و انحراف معیار استفاده شد. و در بخش آمار استنباطی معنادار بودن تفاوت میانگین‌ها بین دو گروه کنترل و آزمایش از طریق آزمون تحلیل کواریانس ارزیابی شد. همچنین برای محاسبات آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و برای رسم نمودارها از برنامه اکسل نیز استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج جدول شماره ۳ نشان می‌دهد: میانگین درون گروهی متغیر سیستاتین C در گروه تمرینی ($P=0/057$) و هموسیستئین ($P=0/05$) در گروه تمرینی کاهش معناداری یافتند. اما در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P\geq 0/05$). همچنین نتایج تحلیل کواریانس در جدول شماره ۴ نشان داد که بعد از حذف اثر پیش‌آزمون، بین پس‌آزمون سیستاتین C و هموسیستئین گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود ندارد ($P\geq 0/05$).

بحث

باتوجه به اینکه میزان خطر حوادث قلبی عروقی زنان در سن یائسگی افزایش می‌یابد، این تحقیق با هدف اینکه راهکار مناسب غیردارویی برای کاهش این مشکل باشد، انجام گرفت. در پژوهش حاضر، سطوح سیستاتین C و هموسیستئین در گروه آزمایش

۷۰ درصد ضربان قلب) بود و شدت تمرینات هر هفته به صورت تدریجی و پیوسته افزایش می‌یافت. ضربان قلب آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج پولار دستی کنترل می‌شد. قابل ذکر است که باتوجه به اهمیت بارز تمرین هوازی در کنترل عوامل خطرزای قلبی عروقی، ماهیت تمرین به صورت هوازی و با شدت متوسط طراحی شده بود [۸]. اصل اضافه‌بار نیز براساس جدول شماره ۱ نیز رعایت می‌شد. طی این مدت گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیتی نداشتند.

اندازه‌گیری متغیرها

جهت اندازه‌گیری قد و وزن از ترازوی دیجیتال مدل، PSO6، ساخت کشور آلمان، کمپانی بیورر با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم و قد سنج دیواری مدل ۲۰۶، ساخت کشور آلمان، کمپانی سکا، با دقت ۱ سانتی‌متر برای اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها استفاده شد. برای محاسبه شاخص توده بدن، وزن بدن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر، تقسیم شده و به‌عنوان شاخص توده بدنی نیز ثبت شد. جهت سنجش شاخص‌های بیوشیمیایی جهت اندازه‌گیری سیستاتین C از کیت شرکت اکس شیلد ساخت کشور انگلستان و به روش الایزا و اندازه‌گیری هموسیستئین، از کیت شرکت آکسیس- شیلد دیانویست، ساخت کشور آلمان و به روش الایزا استفاده شد.

جدول ۳. نتایج آزمون تی زوجی جهت بررسی میزان تغییرات سیستاتین C و هموسیستئین در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ۲ گروه

متغیر	گروه	مرحله	میانگین ± انحراف معیار	T	P	Partial η^2
سیستاتین C	آزمایش	پیش‌آزمون	۹۵۹/۱۴ ± ۳۴/۶	۲/۱۲	۰/۰۵۷	۰/۸۹
		پس‌آزمون	۹۵۰/۴۹ ± ۳۷/۳			
	کنترل	پیش‌آزمون	۹۶۲/۰۷ ± ۵۱/۵			
		پس‌آزمون	۹۶۱/۵۰ ± ۵۱/۸			
هموسیستئین	آزمایش	پیش‌آزمون	۱۲/۰۷ ± ۳/۱۴	۲/۱۴	۰/۰۵	۰/۹۱
		پس‌آزمون	۱۱/۶۵ ± ۳/۵۹			
	کنترل	پیش‌آزمون	۱۱/۳۸ ± ۲/۰۵			
		پس‌آزمون	۱۱/۲۰ ± ۲/۰۰			

مجله علمی پزشکی

جندی شاپور

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کواریانس برای تغییرات سیستاتین C و هموسیستئین گروه‌های تحقیق

هموسیستئین (نانوگرم بر میلی لیتر)	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	P
پیش‌آزمون	۱۲۷/۷۵۷	۱	۱۲۷/۷۵۷	۴۶/۰۰۵	۰/۰۰۱
گروه	۶/۳۹۲	۱	۶/۳۹۲	۲/۳۰۲	۰/۱۳۴
خطا	۵۸/۳۱۷	۲۱	۲/۷۷۷		
کل		۲۴			
سیستاتین C (میلی گرم بر دسی لیتر)	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	P
پیش‌آزمون	۱۱۵/۹۴۵	۱	۱۱۵/۹۴۵	۵۲/۷۹۵	۰/۰۰۱
گروه	۸/۴۰۷	۱	۸/۴۰۷	۳/۸۲۸	۰/۰۶۴
خطا	۴۶/۱۱۹	۲۱	۲/۱۹۶		
کل		۲۴			

جندی شاپور

پس از ۲۰ هفته تمرین هوازی روی ۷۱۱ زن و مرد با دامنه سنی بین ۱۷ تا ۶۵ سال که ۲۰ هفته فعالیت ورزشی هوازی را اجرا کردند، به این نتیجه رسیدند که غلظت پایه هموسیستئین خون آزمودنی‌هایی که بالاتر از ۱۵ میکرو مول بر لیتر بود. به دنبال اجرای تمرینات منظم هوازی، در حد معناداری کاهش بیشتری پیدا کرد [۱۳]؛ در صورتی که در پژوهش حاضر سطوح پایه آزمودنی‌ها به‌طور میانگین ۱۲/۲۵ بود که این عامل هم می‌تواند یکی دیگر از دلایل معنادار نبودن باشد. از طرف دیگر، نشان داده شده است که تأثیر فعالیت بدنی بر سطوح هموسیستئین با سطوح پایه آن در ارتباط است، یعنی افرادی که سطوح هموسیستئین بالایی دارند، در اثر فعالیت بدنی کاهش می‌یابد و برعکس آن‌هایی که هموسیستئینشان پایین است، افزایش این ماده را تجربه می‌کنند [۲۳]. از سوی دیگر، استرس اکسایشی می‌تواند نقش مهمی را در توسعه چاقی و اثرات سوء آن ایفا کند؛ به‌طوری که افزایش گونه‌های اکسیژن واکنشی در افراد چاق به خوبی تأیید شده است به‌علاوه بیوسنتز میتوکندریایی گونه‌های اکسیژن واکنشی به‌وسیله هموسیستئین میانجی‌گری می‌شود و تعدیل استرس اکسایشی ناشی از اکسیدان‌ها می‌تواند از عروق خونی در مقابل عوارض مضر هموسیستئین محافظت کند [۲۴]. بنابراین یکی از مکانیسم‌های احتمالی برای کاهش هموسیستئین خون بعد از تمرینات هوازی این است که انجام تمرینات هوازی طولانی‌مدت می‌تواند موجب کاهش استرس اکسایشی شود که به دلایلی چون افزایش متیلاسیون دوباره هموسیستئین، افزایش سطح S-آدنوزیل متیونین^۲ و همچنین افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی صورت می‌گیرد. به‌طور کلی، تمرینات منظم ورزشی

نسبت به گروه کنترل کمتر بود اما این کاهش در بین دو گروه معنادار نبود. فتیحی و همکاران ۲۰۲۱؛ در پژوهشی نشان دادند که شش ماه تمرین هوازی و سه جلسه در هفته با حداکثر شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه در بیماران همودیالیزی سبب کاهش معناداری در شاخص توده بدن و سیستاتین C می‌شود [۲۰].

برخی از مطالعات ارتباط مثبتی را بین نمایه توده بدن با سطح نشان داده اند. به‌طوری که با کاهش نمایه توده بدن میزان سیستاتین C نیز کاهش یافته است. بنابراین در مطالعه حاضر بالا بودن نمایه توده بدن آزمودنی‌ها، مدت و شدت تمرینات، زمان هر جلسه تمرینی و کم بودن حجم نمونه می‌تواند بر معنادار نبودن نتایج مؤثر باشند. در همین راستا، ترسیم و همکاران ۲۰۱۷؛ در پژوهشی نشان دادند که هشت هفته تمرین مقاومتی فزاینده در مردان والیبالیست سبب کاهش معنادار سیستاتین C می‌شود [۲۱]. در تحقیق حاضر، ۸ هفته تمرین هوازی اگرچه موجب کاهش معنادار سیستاتین C در گروه تمرینی شد اما در مقایسه با گروه کنترل معنادار نبود. احتمالاً دلیل آن بالا بودن شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها باشد، که مشخص شده سطح بالاتر شاخص توده بدنی ارتباط مثبتی با سطوح سیستاتین C بالاتر دارد [۲۲]. از سوی دیگر، با توجه به ارتباط مثبت بین شاخص توده بدنی و مقادیر سیستاتین C و همسان بودن شاخص توده بدنی دو گروه مورد مطالعه در این پژوهش، معنادار نبودن را توجیه می‌کند. همچنین مدت تمرین که شامل هشت هفته تمرین بود و شدت تمرین که ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود و نیز هر جلسه تمرین ۲۰-۳۵ و کم بودن تعداد آزمودنی‌ها می‌تواند بر معنادار نبودن نتایج مؤثر باشند. اکورا و همکارانش،

2. MAS³

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات ورزشی طولانی مدت می‌تواند جهت کاهش عوامل خطرزای قلبی عروقی مفید باشد؛ ولی باتوجه‌به اینکه در تحقیق حاضر سیستماتین C و هموسیستئین بر اثر تمرینات ورزشی در مقایسه با گروه کنترل معنادار نبود. پیشنهاد می‌شود عوامل مؤثر بر تغییرات سیستماتین C و هموسیستئین که احتمالاً به غیر از تمرینات ورزشی شامل عوامل تغذیه‌ای و محیطی می‌باشند با انجام تحقیقات آینده شناسایی و کنترل شوند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نتایج ارائه‌شده در مقاله پیش‌رو بخشی از طرح پژوهشی فیزیولوژی ورزشی مصوب در دانشگاه شهید چمران اهواز با کد اخلاق EE/97.24.3.93504 می‌باشد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی و خصوصی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

نیاز متابولیکی به متیونین را برای تولید انرژی افزایش می‌دهد و چون هموسیستئین به‌عنوان یکی از مواد واسطه‌ای متابولیسم متیونین به کار می‌رود؛ بنابراین مقدار آن کاهش می‌یابد [۲۵]. از آنجا که مدت، شدت، نوع ورزش و سطح آمادگی افراد از عوامل مؤثر بر سطح هموسیستئین می‌باشند [۲۶]؛ بنابراین این احتمال وجود دارد که کافی نبودن حجم تمرین از لحاظ شدت و یا مدت؛ سطح آمادگی و عدم امکان کنترل کامل تغذیه آزمودنی‌ها از دیگر عوامل احتمالی معنادار نشدن آن در مقایسه با گروه کنترل باشد. ویتال و همکاران ۲۰۱۶ گزارش کردند ۱۶ هفته تمرین مقاومتی سه جلسه در هفته با شدت ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه بر سطوح هموسیستئین تأثیری ندارد [۲۷].

در پژوهش حاضر مقادیر وزن و نمایه توده بدن در پایان دوره کاهش معناداری یافت. بنابراین به‌نظر می‌رسد کاهش در توده چربی به‌نوعی با کاهش مقادیر سیستماتین C و هموسیستئین مرتبط باشد. به‌طور کلی، کاهش عوامل التهابی و خطرزای قلبی عروقی در این پژوهش می‌تواند مؤید فعال شدن سازوکارهای سازشی طی هشت هفته فعالیت منظم باشد؛ با این وجود، محققان مدت برنامه تمرین را از علل اصلی تأثیر کم یا بی‌تأثیر بودن نتایج دانستند. همچنین این محققان عنوان داشتند که ممکن است با ادامه فعالیت بدنی این تأثیرات بارزتر شود. بنابراین به‌نظر می‌رسد با ادامه فعالیت‌های بدنی منظم و انجام آن در مدت‌زمان طولانی‌تر (بیش‌تر از هشت هفته) ممکن است این تأثیرات معنی‌دار و بارزتر شود. از طرف دیگر، سازوکار احتمالی که منابع التهابی را کاهش می‌دهد ممکن است به این دلیل باشد که چاقی (به‌علت تولید و بیان ژن فاکتور نکروز توموری آلفا و اینترلوکین-۶ و گیرنده‌های آن‌ها) عاملی است که ارتباط شدیدی با سطوح بالای التهاب دارد؛ بنابراین کاهش چربی بدن و افزایش لیپولیز در اثر توانبخشی (با تحریک فعالیت لیپاز حساس به هورمون پروتئین لیپاز حساس به هورمون) می‌تواند مکانیسمی باشد که توسط آن التهاب کاهش می‌یابد [۲۸].

نتایج کلی این تحقیق با یافته‌های پژوهش‌های ویتال و همکاران؛ کاخک و همکاران؛ همخوانی دارد اما با نتایج تحقیقات تقیان و همکاران؛ فتحی و همکاران و ترسیم و همکاران همخوانی ندارد. علت این ناهمسانی می‌تواند انتخاب نوع آزمودنی، رنج سنی، شرایط محیطی آزمودنی، وراثت، نژاد و تنوع در تمرینات، نوع تمرین، شدت و زمان تمرین، تفاوت‌های بین افراد، عوامل اجتماعی و فرهنگی و وجود فشارهای روانی باشد. از آنجا که انجام فعالیت‌های ورزشی هوازی به سبب تغییرات فیزیولوژیکی می‌تواند از عوامل مؤثر بر تغییرات بیومارکرهای قلبی عروقی باشد. نظر به اینکه تغییر این گونه متغیرها به‌شدت، مدت تمرین و وضعیت آمادگی جسمانی افراد بستگی دارد، به مربیان و پزشکان ورزشی پیشنهاد می‌شود که به‌هنگام طراحی تمرینات ورزشی تدابیر لازم را بیندیشند.

References

- [1] Sarvghadi F, Rambod M, Hosseinpanah F, Hedayati M, Tohidi M, Azizi F. [Prevalence of obesity in subjects aged 50 years and over in Tehran (Persian)]. *Iran J Endocrinol Metab.* 2007; 9(1):99-104. [\[Link\]](#)
- [2] Wotherspoon F, Laight DW, Browne DL, Turner C, Meeking DR, Allard SE, et al. Homocysteine, oxidative stress and endothelial function in patients with type 1 diabetes mellitus and microalbuminuria. *Diabet Med.* 2006; 23(12):1350-6. [\[DOI:10.1111/j.1464-5491.2006.01980.x\]](#) [\[PMID\]](#)
- [3] Curhan G. Cystatin C: A marker of renal function or something more? *Clin Chem.* 2005; 51(2):293-4. [\[DOI:10.1373/clinchem.2004.044388\]](#) [\[PMID\]](#)
- [4] Ketabipoor SM, Koushkie-Jahromi M, Salesi M, Saboori A. [Effect of 8 weeks of selected aquatic aerobic training on cystatin C and some other cardiac risk factors in menopause women: A randomized clinical trial (Persian)]. *J Shahrekord Univ Med Sci.* 2014; 15(6):109-16. [\[Link\]](#)
- [5] Khorramjah M, Sarmadiyan M, Khurshidy D. [The effect of moderate-intensity aerobic training on serum levels of cystatin c with high sensitivity, C-reactive Protein and cardiovascular risk factors in postmenopausal women (Persian)]. *Armaghan J.* 2016; 21(9):887-99. [\[Link\]](#)
- [6] Santilli F, Davi G, Patrono C. Homocysteine, methylenetetrahydrofolate reductase, folate status and atherothrombosis: A mechanistic and clinical perspective. *Vasc Pharmacol.* 2016; 78:1-9. [\[DOI:10.1016/j.vph.2015.06.009\]](#) [\[PMID\]](#)
- [7] Gelecek N, Teoman N, Ozdirenc M, Pinar L, Akan P, Bediz C, et al. Influences of acute and chronic aerobic exercise on the plasma homocysteine level. *Ann Nutr Metab.* 2007; 51(1):53-8. [\[DOI:10.1159/000100821\]](#) [\[PMID\]](#)
- [8] Sutken E, Akalin A, Ozdemir F, Colak O. Lipid profile and levels of homocysteine, leptin, fibrinogen and C reactive protein in hyperthyroid patients before and after treatment. *Dicle Med J.* 2010; 37(1):1-7. [\[Link\]](#)
- [9] Joubert LM, Manore MM. Exercise, nutrition, and homocysteine. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006; 16(4):341-61. [\[DOI:10.1123/ijsnem.16.4.341\]](#) [\[PMID\]](#)
- [10] Krus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effect of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med.* 2002; 347(19):1483-92. [\[DOI:10.1056/NEJMoa020194\]](#) [\[PMID\]](#)
- [11] e Silva Ade S, da Mota MP. Effects of physical activity and training programs on plasma homocysteine levels: A systematic review. *Amino Acids.* 2014; 46(8):1795-804. [\[PMID\]](#)
- [12] Olsan TP, Dengel DR, Leon AS, Schmitz KH. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in over weight women. *Int J Obes (Lond).* 2007; 31(6):996-1003. [\[DOI:10.1038/sj.ijo.0803534\]](#) [\[PMID\]](#)
- [13] Amir Sasan R, Aziz Beigi K, Mirzaei B, Parsafar K. [The effect of exercise status on response of homocysteine and insulin resistance to aerobic exercise in postmenopausal obese women (Persian)]. *Res Sport Med Technol.* 2016; 14 (11):53-62. [\[DOI:10.18869/acadpub.jsmt.14.11.53\]](#)
- [14] Taghian F, Kargarfard M, Kelishadi R. [Effects of 12 weeks aerobic training on body composition, serum homocysteine and CRP levels in obese women (Persian)]. *J Isfahan Med Sch.* 2011; 29(149):1307-45. [\[Link\]](#)
- [15] McManus D, Shlipak M, Ix JH, Ali S, Whooley MA. Association of cystatin C with poor exercise capacity and heart rate recovery: Data from the heart and soul study. *Am J Kidney Dis.* 2007; 49(3):365-72. [\[DOI:10.1053/j.ajkd.2006.12.016\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [16] Hedayati M, Hosseini Kakhk S, Amiriparsa T, Haghghi A, Askari R, Chamari M. [The effect of resistance training on hs-CRP and cystatin C concentration in obese girls (Persian)]. *Daneshvar Med.* 2010; 16(6):9-18. [\[Link\]](#)
- [17] Fatouros IG, Tournis S, Leontsini D, Jamurtas AZ, Sxina M, Thomakos P, et al. Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90(11):5970-7. [\[DOI:10.1210/jc.2005-0261\]](#) [\[PMID\]](#)
- [18] Nikbakht H, Amirtash AM, Gharouni M, Zafari A. [Correlation of physical activity with serum fibrinogen and homocysteine concentration in active, sedentary and with cad males (Persian)]. *Olympic.* 2007; 15(2):71-80. [\[Link\]](#)
- [19] Konig D, Bisse E, Deibert P, Muller HM, Wieland H, Berg A. Influence of training volume and acute physical exercise on the homocysteine levels in endurance-trained men: Interactions with plasma folate and vitamin B12. *Ann Nutr Metab.* 2003; 47(3-4):114-8. [\[DOI:10.1159/000070032\]](#) [\[PMID\]](#)
- [20] Fathi M, Hejazi K. The effect of six months aerobic exercise during dialysis on liver enzymes, cystatin C and quality of life of hemodialysis patients. *J Sports Med Phys Fitness.* 2021; 61(11):1515-22. [\[DOI:10.23736/S0022-4707.21.11812-2\]](#) [\[PMID\]](#)
- [21] Tarsim D, Hemmatfar A, Azizbeigi Boukani K. [The effect of progressive resistance training on cystatin c and c reactive protein in male volleyball players (Persian)]. *J Sport Biosci.* 2017; 8(4):533-43. [\[DOI:10.22059/jsb.2017.60981\]](#)
- [22] Elliott K, Sale C, Cable N. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *Br J Sports Med.* 2002; 36(5):340-4. [\[DOI:10.1136/bjism.36.5.340\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [23] Okura T, Rankinen T, Gagnon J, Lussier-Cacan S, Davignon J, Leon AS, et al. Effect of regular exercise on homocysteine concentrations: The heritage family study. *Eur J Appl Physiol.* 2006; 98(4):394-401. [\[PMID\]](#)
- [24] Perez-de-Arce K, Foncea R, Leighton F. Reactive oxygen species mediates homocysteine-induced mitochondrial biogenesis in human endothelial cells: Modulation by antioxidants. *Biochem Biophys Res Commun.* 2005; 338(2):1103-9. [\[DOI:10.1016/j.bbrc.2005.10.053\]](#) [\[PMID\]](#)
- [25] Deminice R, Ribeiro DF, Frajaçomo FT. The effects of acute exercise and exercise training on plasma homocysteine: A meta-analysis. *PLoS One.* 2016; 11(3):e0151653. [\[DOI:10.1371/journal.pone.0151653\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [26] Racil G, Ben Ounis O, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K, et al. Effects of high vs. moderate exercise inten-

sity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *Eur J Appl physiol.* 2013; 113(10):2531-40. [DOI:10.1007/s00421-013-2689-5] [PMID]

[27] Vital TM, Hernandez SS, Stein AM, Garuffi M, Teixeira CV, Santos-Galduroz RF, et al. Resistance training, lipid profile, and homocysteine in patients with alzheimer's disease. *Int J Gerontol.* 2016; 10(1):28-32. [DOI:10.1016/j.ijge.2014.08.003]

[28] Wannamethee SG, Lowe GD, Whincup PH, Rumley A, Walker M, Lennon L. Physical activity and hemostatic and inflammatory variables in elderly men. *Circulation.* 2002; 105(15):1785-90. [PMID]

This Page Intentionally Left Blank