http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
?????/????? ?????
Volume ?, Number ?
?-??

Original Article **Open Access**

The effect of eight weeks of endurance training and alkaline consumption on inflammatory biomarkers and oxidative stress in obese men with metabolic syndrome

Hasan Naghizadeh [1*]

Receive 2024 March 10; Accepted 2024 June 22

Abstract

Aim: Nowadays, the intervention of physical exercises along with sports nutrition is considered as an effective treatment method in modulating inflammatory and oxidative responses in obese people with metabolic syndrome. Therefore, the aim of this research is to investigate the effect of eight weeks of endurance training and alkaline consumption on interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor-alpha (TNF-α), nitric oxide (NO) and total thiol (T-SH) in Obese men with metabolic syndrome. **Methods**: The current research was a semi-experimental one-blind type. For this purpose, 56 men (average age= 33.27±3.11 years, average weight= 94.16±2.91 kg and BMI= 32.56±1.32 kg/m^2) voluntarily participated in this research. Subjects were randomly divided into four groups: endurance training, endurance training with alkaline water, alkaline water and control. The training intervention was implemented three sessions a week for eight weeks. Alkaline water (pH 9.5) was received at the rate of 10 kg/mL after each training session. Blood samples were taken before training and 48 hours after the last training session to measure inflammatory biomarkers and oxidative stress. **Results**: The results showed that the values of IL-6 and TNF-α in the group of endurance training with alkaline water and endurance training compared to the groups of alkaline water and control had a significant decrease, and the values of NO and T-SH had a significant increase ($p<0.05$). The highest percentage of significant changes in the values of IL-6, TNF-α, NO and T-SH were assigned to the training group with alkaline water. Alkaline water alone did not cause significant changes ($P>0.05$). **Conclusions**: Therefore, the combined effect of endurance exercise and alkaline water improves inflammatory responses and oxidative stress in obese men with metabolic syndrome.

Keywords: Endurance training, Alkaline, Inflammation, Oxidative stress, Metabolic syndrome.

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Assistant Professor of exercise physiology, Department of Sport Sciences, Ardakan University, P.O. Box 184, Ardakan, Iran.

***(corresponding author)**
(naghizadeh2011@ardakan.ac.ir)

Cite as: Naghizade, Hasan.The effect of eight weeks of endurance training and alkaline consumption on inflammatory biomarkers and oxidative stress in obese men with metabolic syndrome. Applied Health Studies in Sport Physiology. ?????; ?(In press): ?-??.
Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University
Journal ISSN (online): 2676-6507
Access Type: Open Access
DOI: 10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638
DOR:

In press

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

Extended abstract

Background
Nowadays, the intervention of physical exercises along with sports nutrition is considered as an effective treatment method in modulating inflammatory and oxidative responses in obese people with metabolic syndrome. Decreased daily physical activity in communities is associated with negative metabolic consequences and increased abdominal fat. Metabolic syndrome includes a group of disorders that are associated with health-threatening risk factors. Studies have shown that exercise specifically has an anti-inflammatory effect independent of weight loss. Available evidence supports exercise programs combined with nutritional interventions to reverse metabolic syndrome. Alkaline water is water that has a pH higher than 7 and is rich in minerals such as calcium and magnesium and necessary and useful protein compounds for the body. This water has many antioxidants that destroy free radicals in the body and by converting them into oxygen, it helps the body in producing energy and making new cells, and they provide better oxygenation to body tissues. Therefore, the aim of this research is to investigate the effect of eight weeks of endurance training and alkaline consumption on interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor-alpha (TNF-α), nitric oxide (NO) and total thiol (T-SH) in Obese men with metabolic syndrome.

Materials and Methods
The research was blind semi-experimental research in terms of the method that was implemented with a pre-test and post-test design with a control group. The statistical sample of this study was 56 obese men with metabolic syndrome with an average weight of 94.16 ±2.91 kg and an average age of 33.27 ± 3.11 years.

Experimental design
Based on simple random sampling, 56 people were randomly selected from among the eligible people to enter the research, and they were randomly assigned to one of four groups including: 1) endurance training (14 people), 2) endurance training with alkaline water consumption (14 people), 3) consumption Alkaline water (14 people) and 4) control (14 people).

Training protocol
The endurance training program was developed and designed based on the principles and basics of Theodore Bompa's exercise science and other endurance training programs. The training program was carried out for eight weeks and three sessions per week (Saturday, Monday and Wednesday). The training program included six training movements (High knee, Sit-ups, Jumping on the step with a 2 kg medicine ball, Swedish swimming, Run 4*9, Butterfly, Continuous running (65 to 70% HRT)) in the rectangular path at six stations. The distance between the stations was 10 meters.

Alkaline Administration: The consumption of alkaline water (prepared using an alkaline ionized water purifier D207 Biotech Korea) in the training group + alkaline water was such that on the same training day, after the end of the training session, the subjects received alkaline water (pH 9.5) in the amount of 10 ml/kg/w. In the alkaline water group, the consumption was the same as the training + alkaline water group.

Assessment of studied factors: 24 hours before training and 48 hours after the last training session, 10 cc of blood was drawn from the brachial vein of the left hand in a sitting position after 12 hours of fasting. Body composition indices were measured using X-contact 356r body composition analyzer. Rockport test was used to measure VO2max. Cytokine levels were determined using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) according to the manufacturer's instructions (bioscience, San Diego, USA) for IL-6 and TNF-α. Nitric oxide (NO) levels were evaluated by the modified Griess method. The concentration of total thiol group (T-SH) was evaluated by reaction with (5,5′-dithiobis (2-nitrobenzoic acid); DTNB).

Statistical analysis
After collecting data and calculating the mean and standard deviation of data using descriptive statistics, Shapiro Wilk test was used to determine the normal distribution of data. In the related variables, Two-way ANOVA test was used for comparison between groups and control group and then Bonferroni post hoc test was used to compare the differences between groups.

Results
The results of two-way analysis of variance for IL-6 variable showed that there was a significant difference between the studied groups (P=0.016). The results of two-way analysis of variance for TNF-α variable showed that there was a significant difference between the studied groups (P=0.011). The results of two-way analysis of variance for NO variable

In press

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

showed that there was a significant difference between the studied groups (P=0.0001). Based on the results of two-way analysis of variance for T-SH variable, there was a significant difference between the studied groups (P=0.0001). Based on the findings of the study, 8 weeks of endurance training and alkaline water led to a significant reduction in inflammatory biomarkers and increase in antioxidant indices.

Discussion

There are few studies that have investigated the effect of endurance exercise and alkaline consumption on inflammatory biomarkers in obese men with metabolic syndrome. The exact mechanism of the combined effect of alkaline and endurance training on inflammatory biomarkers is not clear. Despite this, studies have shown that regular endurance training can modulate inflammatory responses in obese individuals with metabolic syndrome as a non-pharmacological treatment. Changes in whole-body and especially body fat mass are likely to be associated with decreased cytokine concentrations, as hypertrophied adipocytes are responsible for cytokine release in obesity. Recent evidence suggests that exercise training may increase angiogenesis and perfusion, thereby reducing hypoxia and associated inflammation in adipose tissue. Alkaline seems to have a beneficial synergistic effect in conditions of oxidative stress in modulating inflammatory biomarkers and strengthening antioxidant defense in men with metabolic syndrome.

Article message

According to the research findings, endurance training with alkaline had a significant decrease in inflammatory indices, lipid profile and body composition. VO2max and antioxidant indices had a significant increase. Therefore, obese men with metabolic syndrome can use the intervention of endurance training with alkaline to improve their health status in training programs.

In press

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال ?، شماره ؟ ؛

؟ و ؟ ؟؟؟؟؛ صفحات ؟-؟؟

مقاله پژوهشی

Open Access

تاثیر هشت هفته تمرین استقامتی و مصرف آلکالاین بر بیومارکرهای التهابی و استرس اکسیداتیوی در مردان چاق با سندرم متابولیک

حسن نقی زاده[1*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱

چکیده

هدف: امروزه مداخله تمرینات بدنی همراه با تغذیه ورزشی به عنوان یک روش درمانی موثر در تعدیل پاسخ‌های التهابی و اکسایشی در افراد چاق مبتلا به سندرم متابولیک مطرح است. از این رو، هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر هشت هفته تمرین استقامتی و مصرف آلکالاین بر اینترلوکین-۶ (IL-۶)، فاکتور نکروز تومور-آلفا (TNF-α)، اکسید نیتریک (NO) و تیول تام (T-SH) در مردان چاق مبتلا به سندرم متابولیک بود. **روش شناسی:** تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی یک سوکور بود. بدین منظور ۵۶ مرد (میانگین سنی ۳/۱۱±۳۳/۲۷ سال، میانگین وزنی ۲/۹۱±۹۴/۱۶ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی ۱/۳۲±۳۲/۵۶ کیلوگرم بر مترمربع) داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به چهار گروه: تمرین استقامتی، تمرین استقامتی با آلکالاین، آلکالاین و کنترل تقسیم شدند. مداخله تمرینی سه جلسه در هفته به مدت هشت هفته اجرا شد. آلکالاین (pH ۹/۵) به میزان ۱۰ mL/kg پس از هر جلسه تمرین دریافت شد. نمونه‌های خونی قبل از تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین به منظور سنجش بیومارکرهای التهابی و استرس اکسیداتیو گرفته شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که مقادیر IL-۶، TNF-α در گروه تمرین استقامتی همراه با آلکالاین و تمرین استقامتی نسبت به گروه‌های آلکالاین و کنترل کاهش معنادار و مقادیر NO و T-SH افزایش معنادار داشتند (p<۰/۰۵). بیشترین درصد تغییرات معنادار در مقادیر IL-۶، TNF-α، NO و T-SH به گروه تمرین همراه با آلکالاین اختصاص داشت. مصرف هشت هفته آلکالاین به تنهایی باعث تغییرات معنادار نشد (p>۰/۰۵). **نتیجه‌گیری:** اثر توام تمرین استقامتی و آلکالاین موجب بهبود بیشتر پاسخ‌های التهابی و استرس اکسیداتیوی در مردان چاق با سندرم متابولیک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین استقامتی، آلکالاین، التهاب، استرس اکسیداتیو، سندرم متابولیک.

نحوه ارجاع: نقی‌زاده، حسن." تاثیر هشت هفته تمرین استقامتی و مصرف آلکالاین بر بیومارکرهای التهابی و استرس اکسیداتیوی در مردان چاق با سندرم متابولیک". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ؟؟؟؟؛ ؟ (؟)،؟-؟؟.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید.

۱. استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشگاه اردکان- اردکان، ایران.

(نویسنده مسئول):

(naghizadeh2011@ardakan.ac.ir)

In press

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مقدمه

کاهش فعالیت بدنی روزانه در جوامع با پیامدهای متابولیکی منفی و افزایش چربی شکمی همراه است. سندرم متابولیک شامل مجموعه‌ای از اختلالات است که با عوامل خطر مرتبط مانند اختلال تحمل گلوکز، هیپرتری گلیسیریدمی، سطوح پایین لیپوپروتئین با چگالی بالا[۱] (HDL)، افزایش فشار خون و چاقی (به ویژه چاقی احشایی) مشخص می‌شود (۱). در طول سال‌های گذشته، سندرم متابولیک به طور مداوم در سراسر جهان افزایش یافته است، و تبدیل به یک نگرانی برای سلامت عمومی و یک وضعیت بالینی شده است که به شدت با افزایش بروز چاقی، سبک زندگی کم تحرک و دریافت کالری بیش از حد مرتبط است. علاوه بر این، نشان داده شده است که سندرم متابولیک و چاقی با التهاب سیستمیک مزمن درجه پایین مرتبط است (۲). در این راستا، التهاب با درجه پایین پایدار با افزایش قابل توجهی در سطوح سیستمیک سیتوکین‌ها، مانند فاکتور نکروز تومور-آلفا[۲] (TNF-α)، اینترلوکین-۱بتا[۳] (IL-۱β) و اینترلوکین-۶[۴] (IL-۶) توصیف می‌شود که به شدت با تصلب شرایین، بیماری کبد چرب غیر الکلی و دیابت نوع ۲ مرتبط است (۳). افزایش سطح سیتوکین، هجوم داخل سلولی سلول‌های تک هسته‌ای خون محیطی[۵] (PBMC) را که شامل لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها می‌شود، تسهیل می‌کند. در این راستا، یک رابطه هم‌افزایی بین التهاب سیستمیک درجه پایین و استرس اکسیداتیو نیز فرض شده است. با توجه به این موضوع، سیتوکین‌ها و سلول‌های ایمنی قادر به تولید گونه‌های اکسیژن فعال[۶] (ROS) و نیتروژن[۷] (RNS) برای مقابله با فعالیت‌های دفاعی هستند (۴). در مقابل، انتشار نامتعادل سیتوکین منجر به افزایش تولید ROS و شرایط مرتبط با استرس اکسیداتیو می‌شود، مانند تصلب شرایین، سکته مغزی، اختلالات کلیوی و کبدی، آرتریت روماتوئید، کمبودهای خودایمنی، سرطان، و بیماری‌های آلزایمر و پارکینسون (۵). بنابراین، شواهد به تعامل بین التهاب سیستمیک درجه پایین با تولید بیش از حد ROS اشاره می‌کنند که منجر به این شرایط مرتبط با استرس اکسیداتیو و التهاب می‌شود که قبلاً ذکر شد.

شواهد موجود از برنامه‌های ورزشی همراه با مداخلات تغذیه‌ایی برای معکوس کردن سندرم متابولیک حمایت می‌کند. بررسی‌ها نشان داده‌اند که تمرین ورزشی به طور خاص، مستقل از کاهش وزن، یک اثر ضد التهابی ایجاد می‌کند (۶). شواهد و نتایج مطالعات حاکی از آن است که تمرینات هوازی به عنوان ابزار مدیریت چاقی انتخاب می‌شوند. ورزش هوازی هر نوع فعالیت بدنی است که مصرف اکسیژن را افزایش دهد. این به عنوان موثرترین ورزش برای کاهش وزن بدن و شاخص توده بدن در نظر گرفته می‌شود. راج[۸] و همکاران (۲۰۲۴) گزارش دادند که شش ماه برنامه تمرین هوازی در نوجوانان چاق باعث افزایش بیان p ۴۲۳-۵ miRNA و کاهش بیان miRNA۱۲۸-۱ که چاقی و سایتوکاین‌های التهابی (TNF-α، IL-۶) را تحت الشعاع قرار می‌دهند، شد (۷). یکی از مکانیسم‌های اثر ضد التهابی ورزش، کاهش هیپوکسی بافت چربی ناشی از بهبود جریان خون با تراکم مویرگی است. محرک‌های هورمتیک[۹]، از جمله ورزش، محدودیت کالری، یا پلی فنل‌ها، می‌توانند اثرات ضد التهابی ایجاد کنند و توانایی ورزش را افزایش دهند و منجر به آمادگی بیولوژیکی بهتری شوند. مقادیر کم/متوسط ROS تولید شده در طول فعالیت منظم عضلات اسکلتی، بخشی از هورمسیس[۱۰] است که پاسخ‌های بیولوژیکی مطلوب را در مواجهه کم با عوامل استرس‌زا توصیف می‌کند. هورمسیس با تحریک در دوزهای پایین و مهار در دوزهای بالاتر مشخص می‌شود که منجر به اثر دوز-پاسخ U شکل معکوس می‌شود (۸). به عنوان مثال، افزایش تولید ROS ناشی از ورزش می‌تواند با برانگیختن سازگاری‌های خاص، مانند افزایش فعالیت آنزیم ترمیم کننده آسیب آنتی اکسیدانی/اکسیداتیو، افزایش مقاومت در برابر استرس اکسیداتیو و سطوح پایین‌تر آسیب اکسیداتیو مفید باشد (۹). از سوی دیگر، تولید بیش از حد ROS معمولاً با اثرات مضر همراه است. کنترل آزادسازی و فعالیت حداقل دو سیتوکین، TNF-α و IL-۶، می‌تواند به اثرات محافظتی طبیعی فعالیت بدنی کمک کند. IL-۶ اولین سیتوکینی است که در حین ورزش در گردش خون آزاد می‌شود و سطوح آن در پاسخ به ورزش به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد. IL-۶ به عنوان یک سیتوکین پیش التهابی و ضد التهابی عمل می‌کند. هنگامی که IL-۶ توسط سلول‌های T و ماکروفاژها ترشح می‌شود، پاسخ ایمنی را تحریک می‌کند و واکنش‌های التهابی را تقویت می‌کند، در حالی که IL-۶ تولید شده توسط عضلات از طریق اثرات مهاری خود بر TNF-α، IL-۱β و فعال سازی IL-۱ra و IL-۱۰ اثرات ضد التهابی دارد (۱۰). افزایش سطوح اپی نفرین ناشی از ورزش نیز می‌تواند پاسخ TNF-α را کاهش دهد. علاوه بر این، نشان داده شده است که IL-۶ گردش چربی را افزایش می‌دهد و لیپولیز و همچنین اکسیداسیون چربی را از طریق فعال سازی پروتئین کیناز فعال شده با AMP تحریک می‌کند. در طول ورزش، IL-۶ همچنین تولید گلوکز کبدی را افزایش می‌دهد. مصرف گلوکز در حین ورزش، تولید IL-۶ توسط عضلات را کاهش می‌دهد، که نشان می‌دهد IL-۶ به دلیل کاهش سطح گلیکوژن در طول تمرینات استقامتی و در نتیجه تحریک آدرنرژیک رونویسی ژن IL-۶ از طریق فعال سازی پروتئین کیناز A آزاد می‌شود (۱۱).

۱. High-density lipoprotein
2. Tumor necrosis factor alpha
3. Interleukin-1 beta
۴. Interleukin-6
5. Peripheral blood mononuclear cells
6. Reactive oxygen species
7. Reactive nitrogen species
۸. Raj
۹. Hormetic
۱۰. Hormesis

In Press

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

یکی از نوشیدنی‌های کارآمد تنظیم شرایط هموستازی بدن، تنظیم تعادل اسید و باز و هیدراتاسیون بدن (۱۲) و تسریع فرایند ریکاوری پس از ورزش بویژه ورزش‌های که فرایندهای متابولیکی را شدت می‌بخشند، آب قلیایی (آلکالاین) می‌باشد (۱۲, ۱۳). آلکالاین یا آب قلیایی آبی است که دارای pH بالاتر از ۷ و سرشار از مواد معدنی از جمله کلسیم و منیزیم و ترکیبات پروتئینی موردنیاز و مفید بدن باشد (۱۴). این آب آنتی اکسیدان‌های فراوانی دارد که باعث از بین بردن رادیکال‌های آزاد بدن می‌شود و با تبدیل آن‌ها به اکسیژن، در تولید انرژی و ساخت سلوهای تازه به بدن کمک می‌کند و باعث اکسیژن‌رسانی بهتر به بافت‌های بدن می‌شوند. نودا[۱۱] و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که آلکالاین حاوی منیزیم می‌تواند با تولید هیدروژن فعال، قدرت آنتی اکسیدان آنزیمی در زنجیره تنفسی میتوکندری را افزایش می‌دهد و باعث بقای آلوگرافت قلبی می‌گردد (۱۵). لی[۱۲] و همکاران (۲۰۲۲) گزارش دادند به دنبال دریافت آلکالاین بعد از تمرین شدید یک جلسه‌ای سطوح ROS به طور معناداری کاهش داشت (۱۶). گزارش شده است مداخله ۱۲ هفته تمرین هوازی بر روی تردمیل (سه جلسه در هفته با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره) منجر به کاهش سطوح سرمی IL-1β، IL-۶، TNF-α، اینترفرون گاما[۱۳] (IFN-γ)،[۱۴] AOPP و[۱۵] TBARS، علاوه بر افزایش سطح اینترلوکین-۱۰ (IL-۱۰) و محتوی تیول کل[۱۶] (T-SH) شد و غلظت NO بدون تغییر بود (۱۷). نتایج مطالعه استنسولد[۱۷] و همکاران نشان داد که به دنبال ۱۲ هفته تمرین اینتروال هوازی با شدت بالا با سه جلسه در هفته در مقایسه با تمرین مقاومتی در زنان و مردان با سندرم متابولیک سطح سرمی اینترلوکین-۱۸[۱۸] (IL-۱۸) کاهش و سطوح سرمی TNF-α و IL-۶ نسبت به سطح پایه تغییر معنادار نداشتند. این محققین بیان کردند که تمرین اینتروال هوازی با شدت بالا و مقاومتی در کاهش توده چربی سودمند هستند، ولی تمرین اینتروال هوازی با شدت بالا منجر به بهبود شاخص‌های التهابی شد (۱۸).

بنابراین، اگرچه شواهد موجود از آثار مثبت مصرف آب قلیایی (آلکالاین) و تمرین ورزشی به تنهایی بر تعدیل پاسخ‌های التهابی و استرس اکسیداتیو حمایت می‌کنند و همچنان نتایج متناقض در این زمینه وجود دارد. اما چالش اصلی که هنوز پاسخ به آن در هاله‌ای از ابهام باقی مانده است و بدین منظور در تحقیق حاضر بدان پرداخته شد بررسی اثر توام تمرین استقامتی و مصرف آب آلکالاین بر بیومارکرهای التهابی و استرس اکسیداتیوی در مردان چاق با سندرم متابولیک است. امید آن است که یافته‌های مطالعه حاضر بتواند دورنمای علمی قویتری پیش روی محققان آتی در این زمینه بگذارد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی یک سوکور بود که با طرح پیش آزمون -پس آزمون با گروه کنترل اجرا شد. پس از فراخوان، ۱۰۴ مرد چاق (شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع) تمرین نکرده با دامنه سنی ۲۵ تا ۴۰ سال برای شرکت در تحقیق حاضر داوطلب شدند. بر اساس معیارهای ورود به تحقیق حاضر تعداد ۸۳ نفر حائز شرایط لازم برای ورود به تحقیق شدند. در ادامه حجم نمونه بر اساس توان آزمون آماری ۸۵ درصد، انحراف معیار ۵ و سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۵۶ نفر تعیین گردید. بر اساس نمونه‌گیری تصادفی ساده ۵۶ نفر انتخاب و به صورت تصادفی در یکی از چهار گروه تمرین استقامتی (۱۴ نفر)، تمرین استقامتی با مصرف آب آلکالاین (۱۴ نفر)، مصرف آب آلکالاین (۱۴ نفر) و کنترل (۱۴ نفر) جای گرفتند. میانگین سنی آزمودنی‌ها ۳/۱۱±۳۳/۲۷ سال بود. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از مذکر بودن، دور کمر بیشتر از ۱۰۲ سانتی-متر، سطوح تری گلیسرید (TG) خون بالاتر از ۱۵۰ میلی‌گرم در دسی لیتر، لیپوپروتئین پرچگال (HDL) پایین‌تر از ۴۰ میلی‌گرم در دسی لیتر، نداشتن مشکلات استخوانی، عدم ابتلاء به بیماری‌های خاص از قبیل قلبی، تنفسی و کلیوی، عدم مصرف مکمل‌های آنتی اکسیدانی، شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع و نداشتن سابقه تمرینی منظم حداقل شش ماه قبل از شروع مطالعه. معیارهای خروج از تحقیق نیز عبارت بودند از غیبت بیش از دو جلسه در برنامه تمرینی، تغییر رژیم غذایی یا مصرف مکمل‌های آنتی اکسیدانی، مبتلا شدن به بیماری‌های خاص فیزیولوژیکی، پرداختن به تمرینات دیگر در طول پروتکل اجرایی تحقیق حاضر. یک هفته قبل از شروع مطالعه، یک جلسه آشنایی با تمرینات برگزار شد. برای به حداقل رساندن سوگیری احتمالی تغذیه‌ای، آزمودنی‌ها تشویق شدند تا رژیم غذایی معمول خود را در طول مطالعه حفظ کنند و از انجام تمرینات ورزشی دیگر نیز خودداری نمایند. همه شرکت کنندگان پس از آگاهی کامل از روش‌های آزمایشی رضایت آگاهانه خود را اعلام کردند. مشخصات ترکیب بدنی، نمیرخ لیپیدی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول دو گزارش شده است. وضعیت تغذیه‌ای آزمودنی‌ها توسط متخصص تغذیه طی دو روز قبل از شروع تمرین و پس از پایان هشت هفته تمرین با استفاده از آلبوم غذایی و نرم افزار N4؛ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و تفاوت معناداری بین

[۱۱]. Noda

[۱۲]. Lee

[۱۳] . Interferon-gamma

[۱۴] . Advanced oxidation protein products

[۱۵] . Thiobarbituric acid-reactive substances

[۱۶] . Total thiol content

[۱۷] . Stensvold

[۱۸] . Interleukin-18

In Press

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

گروه‌ها از نظر مصرف درشت مغذی‌ها و کالری دریافتی قبل از مطالعه و پس از مطالعه مشاهده نشد. مداخله تمرین به مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه اجرا شد. برنامه تمرین استقامتی برگرفته از اصول و مبانی علم تمرین تئودور بومپا[۱۹] (۱۹) و سایر برنامه‌های تمرین استقامتی (۲۰, ۲۱) تدوین و طراحی شد. برنامه تمرین استقامتی در جدول یک ارایه شده است. مصرف آب آلکالاین (تهیه شده با استفاده از دستگاه تصفیه آب یونیزه قلیایی ۲۰۷D بیونتک کره) در گروه تمرین + آب آلکالاین بدین شکل بود که در همان روز تمرین بعد از پایان جلسه تمرین آزمودنی‌ها آب آلکالاین (pH۹/۵) را به میزان ۱۰ میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن دریافت کردند (۲۲). همچنین در گروه مصرف آب آلکالاین که تمرین نداشت در همان ساعت و روز که گروه تمرین+ آب آلکالاین، دریافت آب آلکالاین را داشت این گروه نیز مصرف آب آلکالاین را با توجه به یادآوری‌های قبلی انجام دادند. در تحقیق حاضر محققان سعی کردند که رضایت آگاهانه، رازداری، رعایت حریم خصوصی شرکت کنندگان، حراست آزمودنی‌ها در برابر فشارها، آسیب‌ها و خطرهای جسمی و روانی و آگاهی از نتیجه در نظر گرفته شود.

قبل از شروع مطالعه و پس از پایان هشت هفته مداخله از تمام آزمودنی-های اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی، ترکیب بدنی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در شرایط دمایی و مکانی یکسان و استاندارد بعمل آمد. اندازه-گیری قد و وزن آزمودنی‌ها در شرایط بدون کفش و جوراب با حداقل لباس با استفاده از ترازوی پزشکی دیجیتال مجهز به قدسنج مدل APEX شرکت دتکتو آمریکا صورت گرفت. شاخص‌های ترکیب بدنی با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیبات بدن مدل X-contact 356r اندازه-گیری شد. از آزمون راکپورت برای سنجش VO2max استفاده شد. در این آزمون فرد مسافت ۱ مایل (۱۶۰۹ متر) را با سرعت ممکن می‌دود و پس از پایان آزمون، زمان سپری شده و ضربان قلب آزمودنی‌ها ثبت می-گردد و در ادامه با استفاده از فرمول زیر، VO2max برحسب میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه سنجیده می‌شود.

VO2 max= ۱۳۲/۸۵۳ – (۰/۱۶۹۲ × (وزن بدن به کیلوگرم) – (۶/۳۱۵ × (جنسیت) + (۰/۳۸۷۷ × (سن به سال) – (۰/۱۵۶۵ × (ضربان قلب در دقیقه) – (۳/۲۶۴۹ × (زمان به صدم ثانیه)

نمونه‌های خونی ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین به مقدار ۱۰ سی سی در حالت ۱۲ ساعت ناشتایی از ورید بازویی دست چپ در وضعیت نشسته توسط متخصص علوم آزمایشگاهی گرفته شد. سطوح سیتوکاین‌ها با استفاده از روش ایمونوسوربنت متصل به آنزیم (ELISA) با استفاده از کیت‌های تجاری برای IL-۶ و TNF-α تعیین شد. طبق دستورالعمل سازنده (eBIOSCIENCE، San Diego، USA). کیت IL-۶ به ۲ پیکوگرم بر میلی لیتر حساس بود. کیت TNF-α حساسیت ۴ پیکوگرم بر میلی لیتر را نشان داد.

سطوح اکسید نیتریک (NO) با روش گریس[۲۰] اصلاح شده ارزیابی شد. به طور خلاصه، نمونه‌ها به داخل کووت واکنش پیپت شدند و کلرید وانادیوم (VCl_3) (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) برای کاهش نیترات به نیتریت پس از ۲۵ ثانیه اضافه شد. بنابراین، معرف گریس (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) اضافه شد، و مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه انکوبه شد و در ۵۵۰ نانومتر خوانده شد. مقادیر NO بر روی یک آنالایزر خودکار کوباس میرا[۲۱] (Roche Diagnostics، Basel, Switzerland) اندازه‌گیری شد. غلظت کل گروه تیول (T-SH) با واکنش با (5,5′-dithiobis (2-nitrobenzoic acid); DTNB) ارزیابی شد، و در طول موج ۴۱۲ نانومتر بر حسب نانومول در هر میلی گرم گلوتاتیون (GSH) بیان شد.

ملاحظات اخلاقی

در تحقیق حاضر محققان سعی بر آن شد که رضایت آگاهانه، رازداری، رعایت حریم خصوصی شرکت کنندگان، حراست آزمودنی‌ها در برابر فشارها، آسیب‌ها و خطرهای جسمی و روانی احتمالی و آگاهی از نتیجه رعایت گردد.

تجزیه و تحلیل آماری

در بخش آمار توصیفی داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شدند. نرمال بودن توزیع داده‌ها و تجانس واریانس‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون شاپیرو–ویلک و لون تایید شد. برای اطمینان از عدم وجود تفاوت بین گروهی در مورد متغیرهای مورد بررسی در پیش آزمون از تحلیل واریانس یک راهه استفاده شد. جهت بررسی تفاوت میانگین داده-های درون گروهی از آزمون آماری تحلیل واریانس دو راهه ۴×۲ استفاده شد و مقایسات جفتی با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی انجام گردید. تمام تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS26 در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد انجام گرفت.

یافته‌ها

نتایج تحلیل آماری در ارتباط با متغیرهای ترکیب بدنی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سنجش شده نشان داد که تمام داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار هستند (p>۰/۰۵). نتایج تحلیل آماری شاخص‌های ترکیب بدنی، فیزیولوژیکی و نیمرخ لیپیدی آزمودنی‌ها در جدول دو گزارش شده است. نتایج دلالت بر آن دارد که بین میانگین شاخص‌های ترکیب بدنی،

[۱۹] .Theodore Bompa
[۲۰] . Griess
[۲۱] . Cobas MIRA

In Press

Copyright ©The authors

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

فیزیولوژیکی و نیمرخ لیپیدی چهار گروه در مرحله پیش آزمون تفاوت معنا داری وجود نداشت (P>۰/۰۵)، اما در مرحله پس آزمون تفاوت معنادار بین گروهی مشاهده شد (P<۰/۰۵)، به طوری که این تفاوت بین گروه تمرین+آلکالاین با گروه آلکالاین و کنترل و همچنین بین گروه تمرین با گروه آلکالاین و کنترل مشاهده شد. بعلاوه نتایج جدول دو نشان می‌دهد بیشترین درصد تغییرات (کاهش) معنادار درون گروهی در وزن بدن (۶/۱۳ درصد)، BMI (۶/۲۴ درصد)، درصد چربی بدن (۱۵/۵۳ درصد)، WHR (۱/۹۶ درصد)، TG (۷/۱۹ درصد) و بیشترین تغییرات (افزایش) معنادار VO2max (۸/۴۵ درصد) و HDL (۱۲/۳۱ درصد) به گروه تمرین+آلکالاین اختصاص داشت (p<۰/۰۵). بیشترین اثربخشی بر شاخص‌های وزن بدن با ۸۷ درصد، BMI با ۷۹ درصد، درصد چربی بدن با ۸۳ درصد، WHR با ۸۰ درصد، VO2max با ۸۸ درصد، TG با ۸۴ درصد و HDL با ۷۸ درصد اندازه اثر تمرین+آلکالاین بود (جدول دو).

IL-٦

نتایج آزمون آماری در ارتباط با تغییرات درون گروهی IL-۶ نشان داد که IL-۶ متعاقب هشت هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف آلکالاین (p=۰/۰۰۱، ۶/۶۲ درصد) و تمرین استقامتی به تنهایی (p=۰/۰۱۳، ۴/۴۶ درصد) کاهش معنادار داشت. اما، هشت هفته مصرف آلکالاین به تنهایی باعث تغییرات معنادار نشد (p=۰/۲۴۴، ۰/۷۱ درصد) (جدول سه). نتایج آزمون آماری در ارتباط با مقادیر پیش آزمون IL-۶ نشان داد که بین چهار گروه در این مرحله تفاوت معناداری وجود نداشت (p=۰/۱۰۹)، اما در پس آزمون بین چهار گروه اختلاف معناداری مشاهده شد (p=۰/۰۱۶)، به طوری که این تفاوت بین گروه تمرین همراه با مصرف آلکالاین با گروه-های تمرین (p=۰/۰۴۱) و آلکالاین (p=۰/۰۰۰۱) و همچنین بین گروه تمرین با آلکالاین بود (p=۰/۰۰۰۱) (جدول چهار). بیشترین درصد تغییرات (کاهش) معنادار در IL-۶ (۶/۶۲ درصد) به اثر توام تمرین با مصرف آلکالاین اختصاص داشت (جدول سه).

TNF-α

نتایج آزمون آماری در ارتباط با تغییرات درون گروهی TNF-α نشان داد که TNF-α متعاقب هشت هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف آلکالاین (p=۰/۰۱۳، ۶/۱۴ درصد) و تمرین استقامتی به تنهایی (p=۰/۰۲۱، ۴/۱۵ درصد) کاهش معنادار داشت. اما، هشت هفته مصرف آلکالاین به تنهایی باعث تغییرات معنادار در شاخص TNF-α نشد (p=۰/۲۱۵، ۰/۷۶ درصد) (جدول سه). نتایج آزمون آماری در ارتباط با مقادیر پیش آزمون TNF-α نشان داد که بین چهار گروه در این مرحله تفاوت معناداری وجود نداشت (p=۰/۱۵۴)، اما در پس آزمون بین چهار گروه اختلاف معناداری وجود داشت (p=۰/۰۱۱)، به طوری که این تفاوت بین گروه تمرین همراه با مصرف آلکالاین با گروه‌های تمرین (p=۰/۰۴۵) و آلکالاین (p=۰/۰۰۰۱) و همچنین بین گروه تمرین با آلکالاین بود (p=۰/۰۰۰۱) (جدول چهار). بیشترین درصد تغییرات (کاهش) معنادار در TNF-α (۶/۱۴ درصد) به اثر توام تمرین با مصرف آلکالاین اختصاص داشت (جدول سه).

NO

نتایج آزمون آماری در ارتباط با تغییرات درون گروهی NO نشان داد که NO متعاقب هشت هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف آلکالاین (p=۰/۰۰۰۱، ۱۳/۲۹ درصد) و تمرین استقامتی به تنهایی (p=۰/۰۰۲، ۱۱/۱۰ درصد) افزایش معنادار داشت. اما، هشت هفته مصرف آلکالاین به تنهایی باعث تغییرات معنادار نشد (p=۰/۱۱۴، ۱/۳۱ درصد) (جدول سه). نتایج آزمون آماری در ارتباط با مقادیر پیش آزمون NO نشان داد که بین چهار گروه در این مرحله تفاوت معناداری وجود نداشت (p=۰/۲۴۱)، اما در پس آزمون بین چهار گروه اختلاف معناداری مشاهده شد (p=۰/۰۰۰۱)، به طوری که این تفاوت بین گروه تمرین همراه با مصرف آلکالاین با گروه‌های تمرین (p=۰/۰۳۲) و آلکالاین (p=۰/۰۰۱) و همچنین بین گروه تمرین با آلکالاین بود (p=۰/۰۰۰۱) (جدول چهار). بیشترین درصد تغییرات (افزایش) معنادار در NO (۱۳/۲۹ درصد) به اثر توام تمرین با مصرف آلکالاین اختصاص داشت (جدول سه).

T-SH

نتایج آزمون آماری در ارتباط با تغییرات درون گروهی T-SH نشان داد که T-SH متعاقب هشت هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف آلکالاین (p=۰/۰۰۰۱، ۲۵/۱۱ درصد) و تمرین استقامتی به تنهایی (p=۰/۰۰۰۱، ۲۰/۹۲ درصد) کاهش معنادار داشت. اما، هشت هفته مصرف آلکالاین به تنهایی باعث تغییرات معنادار در شاخص T-SH نشد (p=۰/۰۸۳، ۴/۴۹ درصد) (جدول سه). نتایج آزمون آماری در ارتباط با مقادیر پیش آزمون T-SH نشان داد که بین چهار گروه در این مرحله تفاوت معناداری وجود نداشت (p=۰/۱۳۲)، اما در پس آزمون بین چهار گروه اختلاف معناداری وجود داشت (p=۰/۰۰۰۱)، به طوری که این تفاوت بین گروه تمرین همراه با مصرف آلکالاین با گروه‌های تمرین (p=۰/۰۳۹) و آلکالاین (p=۰/۰۰۰۱) و همچنین بین گروه تمرین با آلکالاین بود (p=۰/۰۰۰۱) (جدول چهار). بیشترین درصد تغییرات (کاهش) معنادار در T-SH (۲۵/۱۱ درصد) به اثر توام تمرین با مصرف آلکالاین اختصاص داشت (جدول سه).

In Press

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

جدول ۱. برنامه تمرین استقامتی

ایستگاه حرکتی / هفته	۱. زانو بلند	۲. دراز و نشست	۳. پرش روی استپ با توپ مدیسن بال ۲ کیلوگرمی	۴. شنای سوئدی	۵. ۹*۴	۶. پروانه	۷. دوی مداوم (۶۵ الی ۷۰ HRT%)*	نوبت تمرین
اول	۱۰ تکرار در ۲۰ ثانیه	۱۰ تکرار در ۲۰ ثانیه	۱۰ تکرار در ۱۸ ثانیه	۳ تکرار در ۹ ثانیه	۱ تکرار در ۱۴ ثانیه	۱۰ تکرار در ۳۰ ثانیه	مسافت ۱۵×۳۰ (دو دور)	۳ نوبت
دوم	۱۲ تکرار در ۲۰ ثانیه	۱۲ تکرار در ۲۰ ثانیه	۱۲ تکرار در ۱۸ ثانیه	۴ تکرار در ۹ ثانیه	۱ تکرار در ۱۳ ثانیه	۱۲ تکرار در ۳۰ ثانیه	مسافت ۱۵×۳۰ (دو دور)	۳ نوبت
سوم	۱۲ تکرار در ۱۸ ثانیه	۱۲ تکرار در ۱۸ ثانیه	۱۲ تکرار در ۱۶ ثانیه	۴ تکرار در ۹ ثانیه	۱ تکرار در ۱۲ ثانیه	۱۲ تکرار در ۲۸ ثانیه	مسافت ۱۵×۳۰ (دو دور)	۳ نوبت
چهارم	۱۰ تکرار در ۲۰ ثانیه	۱۰ تکرار در ۲۰ ثانیه	۱۰ تکرار در ۱۸ ثانیه	۳ تکرار در ۹ ثانیه	۱ تکرار در ۱۴ ثانیه	۱۰ تکرار در ۳۰ ثانیه	مسافت ۱۵×۳۰ (دو دور)	۳ نوبت
پنجم	۱۳ تکرار در ۱۸ ثانیه	۱۳ تکرار در ۱۸ ثانیه	۱۳ تکرار در ۱۶ ثانیه	۵ تکرار در ۹ ثانیه	۲ تکرار در ۲۴ ثانیه	۱۴ تکرار در ۲۸ ثانیه	مسافت ۱۵×۳۰ (دو دور)	۵ نوبت
ششم	۱۵ تکرار در ۲۰ ثانیه	۱۵ تکرار در ۲۰ ثانیه	۱۵ تکرار در ۱۸ ثانیه	۵ تکرار در ۸ ثانیه	۲ تکرار در ۲۲ ثانیه	۱۶ تکرار در ۳۰ ثانیه	مسافت ۱۵×۳۰ (دو دور)	۵ نوبت
هفتم	۱۷ تکرار در ۲۰ ثانیه	۱۷ تکرار در ۲۲ ثانیه	۱۷ تکرار در ۱۹ ثانیه	۶ تکرار در ۸ ثانیه	۳ تکرار در ۳۰ ثانیه	۱۸ تکرار در ۳۰ ثانیه	مسافت ۱۵×۳۰ (دو دور)	۵ نوبت
هشتم	۲۰ تکرار در ۲۰ ثانیه	۲۰ تکرار در ۲۰ ثانیه	۲۰ تکرار در ۲۰ ثانیه	۸ تکرار در ۸ ثانیه	۴ تکرار در ۴۰ ثانیه	۲۰ تکرار در ۳۰ ثانیه	مسافت ۱۵×۳۰ (دو دور)	۵ نوبت

*۶۵ الی ۷۰ درصد ضربان قلب هدف تمرین.

برنامه تمرینی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته (شنبه، دوشنبه و چهارشنبه) اجرا شد. در ابتدا و انتهای برنامه تمرینی ۱۵ دقیقه گرم کردن و سرد کردن در نظر گرفته شده بود. چیدمان شش ایستگاه حرکتی به شکل مستطیل بود. فاصله بین ایستگاه‌ها ۱۰ متر بود که آزمودنی باید در مدت زمان ۵ ثانیه با راه رفتن سریع و دوی نرم طی می‌کرد. زمانی که آزمودنی از ایستگاه شماره ۱ شروع کرد و بعد از پشت سرگذاشتن ایستگاه‌ها به پایان ایستگاه شماره ۶ رسید، دو دور دویدن با شدت ۶۵ الی ۷۰ درصد ضربان قلب هدف انجام گرفت و بعد از آن ۳ دقیقه استراحت فعال در نظر گرفته شد. کل این فرایند یک نوبت تمرینی قلمداد می‌شد که آزمودنی‌ها در یک جلسه تمرین در هفته‌های اول تا آخر هفته چهارم ۳ نوبت و در هفته پنجم تا آخر هفته هشتم ۵ نوبت اجرا کردند. مسیر دویدن که در فضای پشت ایستگاه‌ها به شکل مستطیل طراحی شده بود دارای ابعاد به طول ۳۰ متر و عرض ۱۵ متر بود.

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

جدول ۲. مشخصات ترکیب بدنی، نمیرخ لیپیدی و فیزیولوژیکی گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	تمرین	آلکالاین	تمرین + آلکالاین	کنترل-دارونما	Sig
وزن بدن (kg)	پیش آزمون	۹۴/۱۴ ± ۳/۲۶	۹۵/۱۱ ± ۲/۴۰	۹۲/۷۹ ± ۳/۴۶	۹۴/۶۱ ± ۲/۵۱	۰/۲۱۵
	پس آزمون	۹۰/۰۴ ± ۲/۳۸	۹۴/۹۰ ± ۲/۳۹	۸۷/۱۰ ± ۲/۶۹	۹۴/۷۸ ± ۲/۵۲	۰/۰۲۷*
	درصد تغییرات	-۴/۳۵h	-۰/۲۲	-۶/۱۳h	۰/۱۸	
	اندازه اثر	۰/۸۰	۰/۳۱	۰/۸۷	--	
BMI (kg/m^2)	پیش آزمون	۳۲/۱۶ ± ۱/۶۵	۳۳/۵۴ ± ۱/۳۱	۳۲/۶۶ ± ۱/۲۸	۳۱/۸۹ ± ۱/۰۳	۰/۱۵۸
	پس آزمون	۳۰/۷۶ ± ۱/۱۳	۳۳/۴۷ ± ۱/۳۰	۳۰/۶۲ ± ۱/۰۲	۳۱/۹۶ ± ۱/۰۴	۰/۰۳۷*
	درصد تغییرات	-۴/۵۷h	-۰/۲۰	-۶/۲۴h	۰/۲۲	
	اندازه اثر	۰/۷۴	۰/۲۷	۰/۷۹	--	
چربی بدن (%)	پیش آزمون	۳۱/۴۷ ± ۲/۶۳	۳۲/۷۲ ± ۲/۴۷	۳۰/۲۰ ± ۳/۱۹	۳۱/۵۸ ± ۳/۲۶	۰/۳۸۷
	پس آزمون	۲۸/۱۵ ± ۲/۰۵	۳۲/۵۳ ± ۲/۴۳	۲۶/۱۴ ± ۲/۵۸	۳۱/۶۳ ± ۳/۲۸	۰/۰۰۲*
	درصد تغییرات	-۱۱/۷۹h	-۰/۵۸	-۱۵/۵۳h	۰/۱۶	
	اندازه اثر	۰/۷۸	۰/۳۵	۰/۸۳	---	
دور کمر (Cm)	پیش آزمون	۱۰۵/۸۷ ± ۳/۳۳	۱۰۷/۵۸ ± ۴/۷۹	۱۰۶/۴۸ ± ۳/۸۰	۱۰۵/۹۷ ± ۳/۱۶	۰/۱۱۷
	پس آزمون	۱۰۲/۵۳ ± ۳/۱۰	۱۰۷/۴۷ ± ۴/۷۷	۱۰۲/۰۸ ± ۳/۱۵	۱۰۶/۰۲ ± ۳/۱۷	۰/۰۱۹*
	درصد تغییرات	-۳/۲۶h	-۰/۱۰	-۴/۳۱h	۰/۰۵	
	اندازه اثر	۰/۷۰	۰/۲۳	۰/۷۷	---	
دور لگن (Cm)	پیش آزمون	۱۰۱/۹۳ ± ۴/۷۷	۱۰۱/۳۸ ± ۵/۸۲	۱۰۲/۱۸ ± ۴/۴۲	۹۹/۶۸ ± ۴/۳۶	۰/۳۸۷
	پس آزمون	۱۰۰/۸۰ ± ۴/۲۰	۱۰۱/۳۴ ± ۵/۸۱	۱۰۰/۳۱ ± ۳/۹۲	۹۹/۷۰ ± ۴/۳۷	۰/۰۰۲*
	درصد تغییرات	-۱/۱۲h	-۰/۰۴	-۱/۸۶h	۰/۰۲	
	اندازه اثر	۰/۷۵	۰/۲۷	۰/۷۸	---	
WHR	پیش آزمون	۱/۰۳ ± ۴/۰۵	۱/۰۶ ± ۵/۳۰	۱/۰۴ ± ۴/۱۱	۱/۰۶ ± ۳/۷۶	۰/۵۱۴
	پس آزمون	۱/۰۲ ± ۳/۶۵	۱/۰۶ ± ۵/۲۹	۱/۰۲ ± ۳/۵۳	۱/۰۶ ± ۳/۷۷	۰/۰۳۲*
	درصد تغییرات	-۰/۹۸h	-۰/۰۴	-۱/۹۶h	۰/۰۰	
	اندازه اثر	۰/۷۶	۰/۲۹	۰/۸۰	---	
VO2max (ml.kg.min)	پیش آزمون	۳۰/۸۹ ± ۳/۵۸	۳۱/۴۶ ± ۲/۶۰	۲۹/۳۷ ± ۳/۱۱	۳۲/۲۸ ± ۲/۸۱	۰/۴۱۴
	پس آزمون	۳۳/۵۳ ± ۳/۶۹	۳۱/۴۹ ± ۲/۶۱	۳۲/۰۸ ± ۳/۷۳	۳۲/۲۲ ± ۲/۷۸	۰/۰۲۶*
	درصد تغییرات	۷/۸۷h	۰/۸۶	۸/۴۵h	-۰/۱۹	
	اندازه اثر	۰/۸۱	۰/۲۵	۰/۸۸	--	
TG (mg/dl)	پیش آزمون	۱۸۹/۱۴ ± ۲۰/۳۶	۱۹۸/۲۷ ± ۳۰/۱۹	۱۸۵/۹۰ ± ۱۸/۰۸	۱۹۲/۷۴ ± ۲۲/۶۰	۰/۰۹۷
	پس آزمون	۱۷۷/۶۱ ± ۱۸/۵۹	۱۹۵/۱۶ ± ۲۹/۳۷	۱۷۳/۴۲ ± ۱۶/۸۱	۱۹۴/۲۶ ± ۲۲/۶۶	۰/۰۰۱*
	درصد تغییرات	-۶/۴۹h	-۱/۵۹	-۷/۱۹h	۰/۷۸	
	اندازه اثر	۰/۷۷	۰/۱۹	۰/۸۴	--	
HDL (mg/dl)	پیش آزمون	۳۶/۲۵ ± ۳/۱۱	۳۵/۳۶ ± ۳/۵۷	۳۶/۴۸ ± ۳/۰۴	۳۷/۰۸ ± ۲/۲۸	۰/۱۳۲
	پس آزمون	۴۰/۳۲ ± ۴/۶۰	۳۵/۸۷ ± ۳/۲۷	۴۱/۶۰ ± ۴/۳۵	۳۷/۰۵ ± ۲/۲۷	۰/۰۰۲*
	درصد تغییرات	۱۰/۰۹h	۱/۴۲	۱۲/۳۱h	-۰/۰۵	
	اندازه اثر	۰/۷۴	۰/۲۰	۰/۷۸	--	

hتفاوت معنادار درون گروهی (P<۰/۰۵). * تفاوت معنادار بین گروهی (P<۰/۰۵). داده‌ها بر حسب میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

جدول ۳. نتایج مقایسات درون گروهی شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیوی در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	تمرین	آلکالاین	تمرین + آلکالاین	کنترل–دارونما
IL-۶ (pg/mL)	پیش آزمون	۱۸۳/۲۵ ± ۲۴/۱۶	۱۸۷/۴۹ ± ۲۱/۵۴	۱۸۵/۱۱ ± ۲۳/۴۷	۱۸۴/۶۸ ± ۲۲/۷۰
	پس آزمون	۱۷۵/۴۲ ± ۲۲/۳۰	۱۸۶/۱۷ ± ۲۱/۱۶	۱۷۳/۶۲ ± ۲۱/۱۹	۱۸۵/۱۰ ± ۲۲/۷۲
	درصد تغییرات	−۴/۴۶	−۰/۷۱	−۶/۶۲	۰/۲۳
	اندازه اثر	۰/۷۱	۰/۲۸	۰/۷۷	--
	Sig	⁎۰/۰۱۳	۰/۲۴۴	⁎۰/۰۰۱	۰/۴۱۱
TNF-α (pg/mL)	پیش آزمون	۱۹۴/۱۷ ± ۳۴/۸۴	۱۹۶/۷۰ ± ۳۱/۷۹	۱۹۲/۷۲ ± ۳۰/۲۶	۱۹۵/۶۸ ± ۳۳/۱۹
	پس آزمون	۱۸۶/۴۳ ± ۳۱/۶۹	۱۹۵/۲۱ ± ۳۱/۷۰	۱۸۱/۵۶ ± ۲۷/۷۱	۱۹۶/۰۴ ± ۳۳/۲۰
	درصد تغییرات	−۴/۱۵	−۰/۷۶	−۶/۱۴	۰/۱۸
	اندازه اثر	۰/۷۵	۰/۳۱	۰/۸۱	--
	Sig	⁎۰/۰۲۱	۰/۲۱۵	⁎۰/۰۱۳	۰/۳۱۱
NO (µmol/L)	پیش آزمون	۶۳/۱۸ ± ۱۲/۴۸	۶۱/۷۱ ± ۱۰/۲۷	۶۲/۵۸ ± ۱۰/۸۹	۶۴/۳۱ ± ۱۳/۵۹
	پس آزمون	۷۱/۰۷ ± ۱۳/۳۸	۶۲/۵۳ ± ۱۰/۳۰	۷۲/۱۷ ± ۱۲/۶۷	۶۳/۹۷ ± ۱۳/۵۸
	درصد تغییرات	۱۱/۱۰	۱/۳۱	۱۳/۲۹	−۰/۵۳
	اندازه اثر	۰/۸۵	۰/۳۷	۰/۸۹	---
	Sig	⁎۰/۰۰۲	۰/۱۱۴	⁎۰/۰۰۰۱	۰/۳۱۱
T-SH (nmol/mg)	پیش آزمون	۴۸/۸۰ ± ۹/۱۱	۵۱/۲۱ ± ۱۲/۰۶	۴۹/۷۳ ± ۱۰/۳۶	۵۲/۶۸ ± ۱۱/۵۰
	پس آزمون	۶۱/۷۱ ± ۱۳/۴۸	۵۳/۶۲ ± ۱۲/۸۹	۶۶/۴۰ ± ۱۲/۷۰	۵۱/۷۶ ± ۱۱/۴۹
	درصد تغییرات	۲۰/۹۲	۴/۴۹	۲۵/۱۱	−۱/۷۷
	اندازه اثر	۰/۸۲	۰/۳۴	۰/۸۶	---
	Sig	⁎۰/۰۰۰۱	۰/۰۸۳	⁎۰/۰۰۰۱	۰/۳۱۱

* تفاوت معنادار درون گروهی (P<۰/۰۵). داده‌ها بر حسب میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

جدول ٤. نتایج تحلیل واریانس برای مقایسه بین‌گروهی مقدار تغییرات متغیرهای مورد بررسی در طول مداخله

متغیر	نتایج تحلیل واریانس		نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی	
	F	sig	مقایسه در بین	Sig
IL-۶ (pg/mL)	۲۷/۴۶	⁎۰/۰۱۶	تمرین+آلکالاین با تمرین	⁎۰/۰۴۱
			تمرین+آلکالاین با آلکالاین	⁎۰/۰۰۰۱
			تمرین با آلکالاین	⁎۰/۰۰۰۱
TNF-α (pg/mL)	۳۲/۰۸	⁎۰/۰۱۱	تمرین+آلکالاین با تمرین	⁎۰/۰۴۵
			تمرین+آلکالاین با آلکالاین	⁎۰/۰۰۰۱
			تمرین با آلکالاین	⁎۰/۰۰۰۱
NO (µmol/L)	۹/۲۷	⁎۰/۰۰۰۱	تمرین+آلکالاین با تمرین	⁎۰/۰۳۲
			تمرین+آلکالاین با آلکالاین	⁎۰/۰۰۱
			تمرین با آلکالاین	⁎۰/۰۰۰۱
T-SH (nmol/mg)	۱۳/۲۰	⁎۰/۰۰۰۱	تمرین+آلکالاین با تمرین	⁎۰/۰۳۹
			تمرین+آلکالاین با آلکالاین	⁎۰/۰۰۰۱
			تمرین با آلکالاین	⁎۰/۰۰۰۱

⁎: تفاوت معنادار (P<۰/۰۵).

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

بحث

تمرینات بدنی بویژه تمرینات هوازی و استقامتی از سودمندترین شیوه-های غیردارویی و درمان‌های غیرتهاجمی در ارتقاء سلامت، تندرستی، پیشگیری و کنترل بیماری‌های متعدد بویژه بیماری‌های متابولیکی به شمار می‌روند. در این راستا برخی مطالعات به اثر هم‌افزایی مکمل‌های ورزشی در کنار تمرینات بدنی بر تعدیل پاسخ‌های التهابی و استرس اکسیداتیوی تاکید دارند. بنابراین هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر هشت هفته تمرین استقامتی و مصرف آلکالین بر IL-۶، TNF-α، NO و T-SH در مردان چاق با سندرم متابولیک بود. یافته‌های تحقیق حاضر در ارتباط با بیومارکرهای التهابی نشان داد که اثر توام هشت هفته تمرین همراه با مصرف آلکالاین منجر به کاهش معنادار مقادیر IL-۶ و TNF-α شد. همچنین، اثر هشت هفته تمرین به تنهایی نیز موجب کاهش معنادار مقادیر IL-۶ و TNF-α شد. اما، مصرف آلکالاین به مدت هشت هفته به تنهایی تغییرات معنادار بیومارکرهای التهابی را به دنبال نداشت. اثر توام هشت هفته تمرین همراه با مصرف آلکالاین در مقایسه با اثر تمرین و اثر آلکالاین به تنهایی، بیشترین درصد تغییرات (کاهش) معنا دار را بر مقادیر IL-۶ و TNF-α مردان چاق با سندرم متابولیک داشت. همچنین نتایج بین گروهی حاکی از آن بود که بین میانگین مقادیر IL-۶ و TNF-α چهار گروه تفاوت معنادار وجود داشت.

یافته‌های به دست آمده در تحقیق حاضر نشان می‌دهد هر چند تمرین استقامتی به تنهایی باعث تغییرات (کاهش) معنادار در مقادیر IL-۶ و TNF-α شد، اما بررسی اندازه اثر و مقایسه درصد تغییرات به دست آمده نشان داد که اثر توام تمرین استقامتی و آلکالاین در مقایسه با اثر هر کدام به تنهایی، باعث ایجاد تغییرات معنادار سودمندتر شد. مطالعاتی که به بررسی اثر تمرین استقامتی و مصرف آلکالاین بر بیومارکرهای التهابی مردان چاق با سندرم متابولیک پرداخته باشد، اندک است. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پرانوتو[۲۲] و همکاران (۲۰۲۳) (۲۳) و سعیدی و همکاران (۲۰۲۳) (۲۴) همسو، اما با نتایج تحقیق بورناث و همکاران (۲۰۲۳) (۲۵) مغایرت دارد. از جمله دلایل احتمالی نتایج متناقض را می‌توان به جامعه مورد مطالعه، سالم در برابر بیمار بودن، روش اندازه‌گیری شاخص‌ها، مدت زمان مداخله، نوع الگوی تمرینی و میزان و نوع مکمل مصرفی نسبت داد. مکانیسم دقیق اثرگذاری توام آلکالاین و تمرین استقامتی بر بیومارکرهای التهابی مشخص نیست. با وجود این، مطالعات نشان داده‌اند که تمرین استقامتی منظم می‌تواند به عنوان یک راه درمانی غیردارویی موجب تعدیل پاسخ‌های التهابی در افراد چاق با سندرم متابولیک گردد (۲۰). گزارش شده است در افراد چاق با سندرم متابولیک مقادیر سرمی IL-۶ و TNF-α پس از تمرین هوازی و استقامتی کاهش داشته است (۲۳). در تحقیق حاضر هشت هفته تمرین استقامتی همراه با آلکالاین موجب کاهش معنادار توده چربی بدن، درصد چربی بدن و افزایش معنادار VO2max شد. تغییرات در کل بدن و به ویژه توده چربی بدن احتمالاً با کاهش غلظت سیتوکین مرتبط است، چرا که سلول‌های چربی هیپرتروفی شده مسئول انتشار سیتوکین در چاقی هستند (۲۶). از این نظر، بافت چربی نه تنها به عنوان یک انبار چربی در نظر گرفته می‌شود، بلکه یک بافت غدد درون ریز مرتبط با تعدیل اشتها، حساسیت به انسولین، سیستم‌های غدد درون ریز و تولید مثل، متابولیسم استخوان، التهاب و ایمنی است (۲۶). در واقع، تمرین استقامتی و هوازی باعث افزایش مصرف انرژی و انجام لیپولیز ذخایر چربی زیر جلدی و داخل عضلانی انباشته شده در افرادی می‌شود که بیش از نیاز خود انرژی دریافت می‌کنند، مانند مبتلایان به سندرم متابولیک (۲۶). لذا انتظار می‌رود در این افراد به دنبال چنین تغییراتی، پاسخ‌های التهابی تعدیل گردد و نتایج تحقیق ما به این موضوع صحّه می‌گذارد، چرا که تمرین استقامتی و اثر هم افزایی مصرف آلکالاین در کنار آن، باعث بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی و کاهش معنادار مقادیر IL-۶ و TNF-α در مردان چاق مبتلا به سندرم متابولیک شد. یافته‌ها مطالعه حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین استقامتی همراه با مصرف آلکالاین سطوح سرمی IL-۶ و TNF-α را کاهش داد. مکانیسم‌هایی برای توضیح اینکه چگونه تمرین ورزشی ممکن است التهاب مزمن درجه پایین در سندرم متابولیک را کاهش دهد پیشنهاد شده است. مشخص است که علاوه بر بافت چربی، عضله اسکلتی فعال منبع بالقوه سیتوکین‌ها است. IL-۶ تولید شده توسط میوسیت‌ها از طریق فعال سازی پروتئین کیناز فعال شده با AMP (AMPK) در تمرینات هوازی با شدت کافی، اثرات ضد التهابی را برخلاف IL-۶ ترشح شده توسط بافت چربی نشان می‌دهد و باعث آزادسازی IL-۱۰ و آنتاگونیست گیرنده اینترلوکین-۱ (IL-1RA)، با مهار همزمان تولید TNF-α در طول تمرین و چند ساعت پس از جلسات تمرین می‌شود (۲۷). یکی دیگر از مکانیسم‌های احتمالی، کاهش بیان گیرنده‌های شبه تول (TLR) و فاکتور رونویسی هسته‌ای-κB (NF-κB) در مونوسیت‌ها و ماکروفاژها است، که احتمالاً با سطوح هورمونی، پروتئین شوک حرارتی، افزایش لیپولیز و کاهش تعداد مونوسیت‌های گزارش شده در برخی مطالعات (۲۸) مرتبط است. علاوه بر این، شواهد اخیر نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی ممکن است باعث افزایش آنژیوژنز و خونرسانی شود، در نتیجه باعث کاهش هیپوکسی و التهاب مرتبط در بافت چربی می‌شود (۲۷). تمرینات ورزشی همچنین ممکن است ظرفیت بازسازی سلول‌های

[۲۲] . Pranoto

In press

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

آندوتلیال پس از آسیب، افزایش استرس برشی و کاهش آزاد شدن مولکول‌های چسبندگی، تنظیم پایین دستی مهاجرت لکوسیت‌ها به دیواره رگ و کاهش التهاب موضعی را بهبود بخشد. افزایش بافت چربی سفید، هیپرگلیسمی، تولید ROS اندوتلیال و دفاع آنتی اکسیدانی ناکافی با استرس اکسیداتیو در چاقی مرتبط است (۲۹).

در مطالعه حاضر، تمرین استقامتی به ویژه اثر توام تمرین استقامتی و آلکالاین باعث کاهش آسیب اکسیداتیو (کاهش توده چربی و کاهش شاخص‌های التهابی) با افزایش همزمان وضعیت آنتی اکسیدانی (T-SH) و NO در مردان چاق با سندرم متابولیک شد که نشان دهنده تعادل اکسیداتیو است. سازگاری استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش طولانی مدت مشابه اصول کلی تمرین ورزشی است (۳۰). این نشان می‌دهد که قرار گرفتن مزمن در معرض عوامل پرواکسیدانی مانند دوره‌های تمرینات هوازی متوسط منجر به تنظیم مثبت دفاع آنتی‌اکسیدانی می‌شود و تعادلی بین آسیب ناشی از ROS و سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی ایجاد می‌کند (۳۰، ۳۱). در این راستا، گزارش شده است به دنبال تمرین استقامتی و هوازی بیان NADPH اکسیداز بافت چربی، منبع مهم تولید ROS، کاهش یافت و این شرایط با تغییرات قابل توجه‌تر در بافت چربی احشایی نسبت به بافت چربی سفید زیر جلدی همراه بود. در نتیجه، این عوامل منجر به ترمیم آسیب اکسیداتیو شده و خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن را کاهش می‌دهد (۳۲). نشان داده شده است که در هنگام تمرینات هوازی به دلیل نیاز متابولیک بالا، جریان خون عضلات و میزان اکسیژن دریافتی آن‌ها افزایش می‌یابد که این امر موجب تولید بیشتر گونه‌های فعال اکسیژن در عضلات اسکلتی می‌شود. این افزایش موقت در گونه‌های فعال اکسیژن سبب فعال ساختن مسیرهای سیگنالینگ مثل فاکتور رونویسی هسته‌ای-κB می‌شود که باعث افزایش بیان آنزیم‌های آنتی اکسیداتیو و سطح فعالیت شاخص‌های آنتی اکسیدانی تام تیول می‌شود (۲۸). در مطالعه حاضر اثر توام تمرین استقامتی و مصرف آلکالاین نسبت به اثر تمرین به تنهایی، بیشترین درصد تغییر را بر مقادیر تیول کل داشت که احتمالاً می‌تواند به اثرات هیدروژن در تعدیل سیستم ایمنی و خاصیت آنتی اکسیدانی به ضدالتهاب آن نسبت داده شود. بنابراین مصرف آلکالاین در کنار تمرین استقامتی می‌تواند به عنوان یک راهبرد موثر در تقویت دستگاه آنتی اکسیدانی بدن در نظر گرفته شود. در این راستا و همسو با نتیجه تحقیق حاضر کلاهی و همکاران (۲۰۲۴) در بررسی تأثیر تمرین هوازی شنا همراه با آب غنی از هیدروژن (آلکالاین) بر علائم بالینی، تغییرات بافتی و نشانگرهای استرس اکسیداتیو نشان دادند که تمرینات هوازی شنا بخصوص در ترکیب با آب حاوی هیدروژن به طور معناداری سبب افزایش فاکتورهای آنتی اکسیدان (گروه های تام تیول، SOD وCAT و کاهش شاخص MDA گردید (۳۳). اکسید نیتریک (NO) از جمله مواد مترشحه از اندوتلیوم عروق است که در حفظ سلامت دیواره عروق و تنظیم عملکرد تنگ کنندگی و گشادکنندگی عروق تاثیر زیادی دارد و توسط آنزیم نیتریک اکسید سنتاز از ال- آرژنین تولید می‌شود و در این مطالعه افزایش معنادار داشت. NO با توجه به عملکرد مفید و قوی گشادکننده عروق و آسیب اکسیداتیو مضر آن از طریق تشکیل پراکسی نیتریت، نقش فیزیولوژیکی دوگانه‌ای را ارائه می‌دهد، که باعث کاهش فراهمی زیستی NO برای اثرات گشادکننده عروق، ضد فشار خون و ضد آترواسکلروتیک می‌شود (۳۴) . نتایج مطالعه‌ای نشان داد که ۱۲ هفته تمرین هوازی در زنان مسن موجب افزایش سطوح پلاسمایی NO شد (۳۵). اما در تحقیق دیگر ۱۶ هفته تمرین هوازی در زنان در معرض خطر فشار خون، تفاوتی در این نشانگر مشاهده نشد (۳۶). این احتمال وجود دارد که عدم بررسی میزان دریافت منابع غذایی NO بیش از ۲۴ ساعت قبل از جمع آوری خون می‌تواند کاهش سطوح پلاسمایی NO و عدم تغییر آن را توجیه نماید (۳۵). فرضیه دیگر این است که تمرین ورزشی باعث بزرگ شدن عروق مجرای می‌شود که منجر به عادی سازی تنش برشی و کاهش فعال شدن اکسید نیتریک سنتاز اندوتلیال (۳۷) می‌شود که احتمالاً با کاهش محصولات NO پلاسما مرتبط است. گزارش شده است افزایش NO در نتیجه تمرینات ورزشی منظم به عنوان عاملی در بهبود شاخص اتساع وابسته به جریان [۳۳](FMD) مطرح می‌باشد (۳۸). FMD شاخصی است که در جهت ارزیابی عملکرد اندوتلیوم عروق استفاده می‌شود و بیانگر درصد اتساع شریان در پاسخ به افزایش جریان خون می‌باشد و در مطالعه حاضر بنا بر محدودیت‌ها امکان اندازه‌گیری این شاخص میسر نشد و در تحقیقات آتی می‌توان این موضوع را دقیق مورد مطالعه قرار داد.

تغییرات حاد اکسید نیتریک در بررسی شاخص FMD احتمالاً به واسطه بازشدن کانال‌های یونی و افزایش در کلسیم داخل سلولی اندوتلیال اتفاق می‌افتد (۳۸). لایه سلولی اندوتلیال دارای کانال‌های یونی اختصاصی از قبیل کانال‌های پتاسیمی- کلسیمی می‌باشد که در پاسخ به افزایش جریان عروق باز می‌شوند. بازشدن کانال پتاسیمی موجب هیپرپلاریزه شدن سلول‌های اندوتلیال می‌شود و نیروی محرک را در باز نمودن کانال‌های کلسیمی سلول‌های اندوتلیال افزایش می‌دهد؛ و کلسیم شارژ شده، آنزیم اکسید نیتریک سنتاز اندوتلیالی را فعال می‌کند که پس از آن تولید اکسید نیتریک آشکار می‌شود و بهبود FMD را موجب می‌شود (۳۹). در مطالعه حاضر، اثر توام هشت هفته تمرین استقامتی و مصرف آلکالاین بیشترین تغییر (افزایش) معنادار در غلظت اکسید نیتریک نسبت به دیگر گروه‌ها داشت و این افزایش به اندازه‌ای بود که توانست بر تغییرات بین گروهی نیز تاثیرگذار باشد که با نتایج اوتسوکی[۳۴] و همکاران (۲۰۱۹) (۴۰)

[۳۳] . Flow Mediated Dilation

[۳۴] . Otsuki

In Press

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

همخوانی دارد. افزایش مزمن نیروهای همودینامیکی (شیراسترس) سبب تغییر ساختاری، به ویژه افزایش قطر و هایپرتروفی عروق می‌شود. شیراسترس از طریق فعال‌سازی کانال‌های یونی به ویژه کانال‌های پتاسیمی موجب تولید افزایش اکسید نیتریک می‌شود. این تغییرات موجب فعال‌سازی گیرنده‌های تیروزین کینازی فاکتورهای رشدی به ویژه VEG-FR-۲ و فسفریله شدن گیرنده Tie-۲ می‌شود. شیراسترس با تأثیر بر حسگرهای مکانیکی (پروتئین G) کانال‌های یونی و اینتگرین (که در غشای سلول‌های اندوتلیال قرار دارند، از طریق مسیرهای انتقال پیام مکانیکی یعنی مسیرهای Raf، Ras، ERK، c-Src، MEK، پروتئین شوک گرمایی (HSP-۹۰) و مسیر فاکتور قابل القای هایپوکسی یک (HIF-۱) با افزایش VEGF موجب فعال‌سازی Enos و نهایتاً تولید NO می‌شود (۴۱).

در نهایت بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر و بررسی پیشینه تحقیق، مداخله تمرین استقامتی همراه با مصرف آلکالاین می‌تواند به عنوان یک راهبرد اثربخش و سودمند در کاهش و تعدیل شاخص‌های التهابی و تقویت دستگاه دفاع آنتی اکسیدانی در افراد با سندرم متابولیک به کار گرفته شود. لذا انتخاب برنامه تمرینی استقامتی درست و مصرف میزان مناسب از نوشیدنی آلکالاین در دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده بسیار مهم است. تحقیق حاضر به مانند دیگر تحقیقات دارای محدودیت بود و مهمترین محدودیت تحقیق حاضر عدم مقایسه آب ساده با آلکالاین بود که امید است در تحقیقات آتی این موضوع مورد بررسی دقیق قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

بنابراین، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد به دنبال هشت هفته تمرین استقامتی و به ویژه همراه با آلکالاین شاخص‌های ترکیب بدنی و نیمرخ لیپیدی کاهش معنادار و VO2max افزایش معنادار داشتند. بعلاوه شاخص‌های التهابی با کاهش و دفاع آنتی اکسیدانی با افزایش معنادار همراه شد. لذا مردان چاق با سندرم متابولیک می‌توانند از مداخله تمرین استقامتی همراه با آلکالاین جهت بهبود وضعیت ترکب بدنی، متابولیکی و فیزیولوژیکی به منظور تعدیل شاخص‌های التهابی و تقویت دستگاه آنتی اکسیدانی در برنامه‌های تمرینی خود بهره‌مند شوند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه آزمودنی‌ها که در انجام تحقیق حاضر محققان را یاری نموده‌اند، تشکر و قـدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله، هیچگونه تضاد منافعی با انتشار این مقاله ندارند.

Reference

1. Bhat S, Balakrishnan G. Role of exercise in the prevention and treatment of metabolic syndrome. Metabolic Syndrome: Elsevier; 2024. p. 367-81.
2. Duan D, Jun JC. Obesity, Metabolic Syndrome, and Sleep Disorders. Metabolic Syndrome: A Comprehensive Textbook: Springer; 2024. p. 639-58.
3. Romano A, Sollazzo F, Rivetti S, Morra L, Servidei T, Lucchetti D, et al. Evaluation of Metabolic and Cardiovascular Risk Measured by Laboratory Biomarkers and Cardiopulmonary Exercise Test in Children and Adolescents Recovered from Brain Tumors: The CARMEP Study. Cancers. 2024;16(2):324.
4. Silva FM, Duarte-Mendes P, Teixeira AM, Soares CM, Ferreira JP. The effects of combined exercise training on glucose metabolism and inflammatory markers in sedentary adults: a systematic review and meta-analysis. Scientific Reports. 2024;14(1):1936.
5. Małkowska P, Sawczuk M. Cytokines as biomarkers for evaluating physical exercise in trained and non-trained individuals: a narrative review. International journal of molecular sciences. 2023;24(13):11156.
6. Heo S-J, Jee Y-S. Intensity-effects of strengthening exercise on thigh muscle volume, pro-or anti-inflammatory cytokines, and immunocytes in the older adults: A randomized controlled trial. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2024;116:105136.
7. Raj PH, Subramaninan P, Nehru M, Ayyavoo S, Annamalai N, Prabhu V. Therapeutic Impact of Aerobic Exercise on Obese Adolescents and Its Association with Expression of miRNAs and Cytokines: A Clinical Approach. 2024; 60: 459.
8. Hill Y, Kiefer AW, Oudejans RR, Baetzner AS, Den Hartigh RJ. Adaptation to

Copyright ©The authors

In Press

Response of oxidative stress and inflammatory biomarkers to a 12-week aerobic exercise training in women with metabolic syndrome. Sports medicine-open. 2015;1:1-10.
18. Stensvold D, Slørdahl SA, Wisløff U. Effect of exercise training on inflammation status among people with metabolic syndrome. Metabolic syndrome and related disorders. 2012;10(4):267-72.
19. Bompa TO. Physiological Intensity Values Emploued to Plan Endurance Training. Track Technique. 1989;108:3435-42.
20. Phillips S, Green H, Tarnopolsky M, Heigenhauser G, Grant S. Progressive effect of endurance training on metabolic adaptations in working skeletal muscle. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 1996;270(2):E265-E72.
21. Hawley JA. Adaptations of skeletal muscle to prolonged, intense endurance training. Clinical and experimental pharmacology and physiology. 2002;29(3):218-22.
22. Tajudin Mhmz, Hamirudin Ah. Effects of alkaline water intake on health: A systematic literature review. International Journal Of Allied Health Sciences. 2020;4(3):1284-98.
23. Pranoto A, Cahyono MBA, Yakobus R, Izzatunnisa N, Ramadhan RN, Rejeki PS, et al. Long-term resistance–endurance combined training reduces pro-inflammatory cytokines in young adult females with obesity. Sports. 2023;11(3):54.
24. Saeidi M, Mogharnasi M, Afzalpour M, Bijeh N, Vieira A. Comparison of the effect of aerobic, resistance and combined training on some inflammatory markers in obese men. Science & Sports. 2023;38(5-6):593-601.
25. Bornath DP, McKie GL, McCarthy SF, Vanderheyden LW, Howe GJ, Medeiros PJ, et al. Interleukin-6 is not involved in appetite regulation following moderate-intensity exercise in males with normal weight and obesity. Obesity. 2023;31(9):2315-24.
26. McArdle MA, Kennedy EB, Roche HM. Linking Inflammation, Obesity, and Diabetes. Metabolic Syndrome: A Comprehensive Textbook: Springer; 2024. p. 429-48.
stressors: Hormesis as a framework for human performance. New Ideas in Psychology. 2024;73:101073.
9. Carrera-Quintanar L, Funes L, Herranz-López M, Vicente-Salar N, Mielgo-Ayuso J, Moya-Ramón M, et al. Acute Antioxidant Response to Two Types of Exercises: 2000 M Run vs. Burpee Test. Antioxidants. 2024;13(2):144.
10. Luo B, Xiang D, Ji X, Chen X, Li R, Zhang S, et al. The anti-inflammatory effects of exercise on autoimmune diseases: A twenty-year systematic review. Journal of Sport and Health Science. 2024; 13(3): 353-67.
11. da Silva LA, de Almeida Pereira DA, Ribeiro SAV, de Oliveira Sediyama CMN, Priore SE. Effect of combined physical exercise on inflammatory markers and the relationship with body composition in young women. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2024; 39: 73-78.
12. Chycki J, Zając T, Maszczyk A, Kurylas A. The effect of mineral-based alkaline water on hydration status and the metabolic response to short-term anaerobic exercise. Biology of Sport. 2017;34(3):255-61.
13. Lu T-L, He C-S, Suzuki K, Lu C-C, Wang C-Y, Fang S-H. Concurrent Ingestion of Alkaline Water and L-Glutamine Enhanced Salivary α-Amylase Activity and Testosterone Concentration in Boxing Athletes. Nutrients. 2024;16(3):454.
14. Giap LK, Muthuraman A. Health benefits of alkaline ionized water. Rapp De Pharm. 2020;6:616-21.
15. Noda K, Tanaka Y, Shigemura N, Kawamura T, Wang Y, Masutani K, et al. Hydrogen-supplemented drinking water protects cardiac allografts from inflammation-associated deterioration. Transplant international. 2012;25(12):1213-22.
16. Lee M, Fadriquela A, Antonio JM, Kim C-S, Cho I-Y, Kim K-E, et al. Effects of alkaline-reduced water on exercise-induced oxidative stress and fatigue in young male healthy adults. Processes. 2022;10(8):1543.
17. Farinha JB, Steckling FM, Stefanello ST, Cardoso MS, Nunes LS, Barcelos RP, et al.

In Press

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2024.29521.1638

Vitro Model. Cell Physiol Biochem. 2024;58:33-48.

35. Maeda S, Tanabe T, Otsuki T, Sugawara J, Iemitsu M, Miyauchi T, et al. Moderate regular exercise increases basal production of nitric oxide in elderly women. Hypertension Research. 2004;27(12):947-53.

36. Ciolac EG, Bocchi EA, Bortolotto LA, Carvalho VO, Greve J, Guimaraes GV. Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension. Hypertension Research. 2010;33(8):836-43.

37. Miglio A, Falcinelli E, Cappelli K, Mecocci S, Mezzasoma AM, Antognoni MT, et al. Effect of Regular Training on Platelet Function in Untrained Thoroughbreds. Animals. 2024;14(3):414.

38. Shivgulam ME, Liu H, Schwartz BD, Langley JE, Bray NW, Kimmerly DS, et al. Impact of exercise training interventions on flow-mediated dilation in adults: an umbrella review. Sports Medicine. 2023;53(6):1161-74.

39. Green DJ, Dawson EA, Groenewoud HM, Jones H, Thijssen DH. Is flow-mediated dilation nitric oxide mediated? A meta-analysis. Hypertension. 2014;63(2):376-82.

40. Otsuki T, Nakamura F, Zempo-Miyaki A. Nitric oxide and decreases in resistance exercise blood pressure with aerobic exercise training in older individuals. Frontiers in Physiology. 2019;10:489668.

41. Majerczak J, Drzymala-Celichowska H, Grandys M, Kij A, Kus K, Celichowski J, et al. Exercise training decreases nitrite concentration in the heart and locomotory muscles of rats without changing the muscle nitrate content. Journal of the American Heart Association. 2024;13(2):e031085.

27. You T, Arsenis NC, Disanzo BL, LaMonte MJ. Effects of exercise training on chronic inflammation in obesity: current evidence and potential mechanisms. Sports Medicine. 2013;43:243-56.

28. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. Nature reviews immunology. 2011;11(9):607-15.

29. Masenga SK, Kabwe LS, Chakulya M, Kirabo A. Mechanisms of oxidative stress in metabolic syndrome. International journal of molecular sciences. 2023;24(9):7898.

30. Domaszewska K, Zawada A, Palutka R, Podgórski T, Juchacz A. Assessment of Oxidative Stress Indices and Total Phenolics Concentrations in Obese Adult Women—The Effect of Training with Supplemental Oxygen: A Randomized Controlled Trial. Nutrients. 2023;15(1):241.

31. Oliveira VNd, Bessa A, Jorge MLMP, Oliveira RJdS, de Mello MT, De Agostini GG, et al. The effect of different training programs on antioxidant status, oxidative stress, and metabolic control in type 2 diabetes. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2012;37(2):334-44.

32. Sakurai T, Ogasawara J, Shirato K, Izawa T, Oh-Ishi S, Ishibashi Y, et al. Exercise training attenuates the dysregulated expression of adipokines and oxidative stress in white adipose tissue. Oxidative medicine and cellular longevity. 2017;2017.

33. Kolahi Z, Yaghoubi A, Rezaeian N, Khazaei M. The effect of aerobic exercise swimming in combination with hydrogen rich water on clinical symptoms, histological changes and oxidative stress markers in experimental colitis model. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2024; 12(29): 54-67.[In Persian]

34. Armentano GM, Pieretti JC, Falconi CA, Seabra AB, Carneiro-Ramos MS. Nitric Oxide Plays a Dual Role in Cardiorenal Syndrome in

In press

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University