Journal of
Applied Health Studies in Sport Physiology
Azarbaijan Shahid Madani University
EST$_D$: 1988
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
OPEN ACCESS
Original Article

The effect of twelve weeks of high-intensity functional training (HIFT) combined with nanocurcumin supplementation on antioxidant enzyme activity, total antioxidant capacity, and C-reactive protein in women with metabolic syndrome

MahbobehAlianBarin[1], Hasan Naghizadeh[2*],FarzanehTaghian[3], KhosroJalaliDehkordi[4]

Abstract

Background& purpose: Exercising along with consuming medicinal herbs is considered a beneficial method to create favorable changes in the body's antioxidant system and modulate inflammatory responses. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of twelve weeks of HIFT training and nanocurcumin supplementation on antioxidant enzymesactivity of antioxidant enzymes superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx), total antioxidant capacity (TAC), and C-reactive protein (CRP) in women with metabolic syndrome.

Methods:The current research was a semi-experimental.For this purpose, 60 women with metabolic syndrome voluntarily participated in this study. The subjects were randomly divided into four groups: high-intensity functional training (HIFT), high-intensity functional training with nanocurcumin (HIFT+NC), nanocurcumin (NC), and control-placebo (C-P).The exercise intervention was performed four sessions per week for twelve weeks. Daily intake of nanocurcumin was 80 mg immediately after breakfast. Blood samples were taken before exercise and 48 hours after the last exercise session to measure serum concentrations of SOD, GPx, TAC, and CRP.**Results**: The results showed that the values of SOD, GPx and TAC in the high-intensity functional training groups with nanocurcumin consumption, high-intensity functional training and nanocurcumin significantly increased compared to the control group ($P<0.05$); but the changes in CRP in the intervention groups significantly decreased compared to the control group ($P<0.05$). The highest percentage of significant changes in the values of SOD, GPx, TAC and CRP were assigned to the high-intensity functional training group with nanocurcumin consumption.**Conclusions**:The combined effect of high-intensity functional training and nanocurcumin enhances the activity of the antioxidant system and improves the inflammatory state of the body in women with metabolic syndrome.

Keywords: Exercise, Curcumin, Antioxidant, Inflammation, Metabolic Syndrome

Scan this QR code to see the article at journal page or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Department of Sports Physiology, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran
2. Associate Professor of exercise physiology, Department of Sport Sciences, Ardakan University, P.O. Box 184, Ardakan, Iran.
3. Professor, Department of Sports Physiology, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
4. Professor, Department of Sports Physiology, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan,Iran

***(correspondingauthor)**
(naghizadeh2011@ardakan.ac.ir)

In Press

©The authors
Publisher: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

Journal of
Applied Health Studies in Sport Physiology
Azarbaijan Shahid Madani University
EST$_D$: 1988
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir

OPEN ACCESS **Original Article**

Extended abstract

Background

Metabolic syndrome (MetS) is a multiple modifiable risk factor for cardiovascular disease, type 2 diabetes, and other health-threatening diseases. The increasing global prevalence of MetS, driven by urbanization, sedentary lifestyles, and dietary changes, underscores the need to address this syndrome. Complex underlying mechanisms, including genetic predisposition, insulin resistance, adipose tissue accumulation and excess fat in abdominal obesity, systemic inflammation, and dyslipidemia, play important roles in the clinical manifestations of MetS. Studies have reported that MetS is closely associated with oxidative stress, which leads to the occurrence of damaging processes in body tissues and the dysfunction of vital body systems, including the antioxidant system. In addition, MetS and obesity are more associated with chronic low-grade systemic inflammation, especially in older women.In the field of MetS management, lifestyle modifications such as healthy eating patterns, physical activity, and management of excess visceral and unwanted fat are prioritized as essential interventions. Research results on the effectiveness of exercise training on the body's antioxidant system and the modulation of inflammatory responses in people with MetS indicate that the type of exercise, the duration of the exercise intervention, and especially the intensity of the exercise play an important role. In the meantime, high-intensity functional training (HIFT) has attracted the attention of sports researchers and sports enthusiasts today due to its benefits and benefits.On the other hand, according to the findings of pharmacological studies, the role of medicinal plants in promoting and maintaining health has been increasingly proven and confirmed. Also, today, the use of supplements, foods, and medicinal plants along with physical exercises is inevitable, and due to a better understanding and recognition of the existing mechanisms in the field of synergistic and interactive effects of physical exercises and medicinal plants, such interventions have attracted the attention of many researchers in the field of sports medicine. In the meantime, the medicinal plant curcumin has antioxidant and anti-inflammatory properties due to the presence of some special compounds, including polyphenols.Finally, based on the above-mentioned materials and the research background, it is clear that the type of exercise, the exercise intervention protocol, the type of medicinal plant, and the dosage used have a significant impact on improving the health and well-being of individuals. Therefore, choosing the right and appropriate intervention protocol to achieve maximum benefits and desirable adaptations requires extensive research in this field, and since most studies have examined the main effect of aerobic exercise, HIIT, and curcumin consumption on antioxidant and inflammatory status, the effect of HIFT as a new method of aerobic-resistance training alone and its combined effect with curcumin consumption on antioxidant and inflammatory status in different populations, especially in the population of women with metabolic syndrome, has not been investigated and studied.For this purpose, the present study attempted to study the combined effect of twelve weeks of HIFT and nanocurcumin consumption on serum concentrations of SOD and GPX enzymes, total antioxidant capacity, and CRP in women with metabolic syndrome, so that by achieving practical and beneficial results, a strong scientific perspective can be provided to future researchers.

Methodology

This study was a randomized controlled trial with a 4-group experimental and control design with a pre-test-post-test process along with training and complementary intervention. The method of the present study is applied and semi-experimental. The statistical population was 440 female volunteers who participated in the present study, of which 134 people met the necessary conditions for entering the study based on the study entry criteria. The sample size was determined as 52 people using G*Power software and considering a confidence coefficient of 0.95 and a test power of 0.85. Given the possibility of subjects dropping out during the study, the statistical sample size was determined as 60 people. The present study has been approved and registered by the Ethics Committee for Biomedical Research of Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan) with the code IR.IAU.KHUISF.REC.1404.532.

Experimental design

Based on simple random sampling, 60 subjects were selected and randomly assigned to one of four groups of: HIFT, HIFT with nanocurcumin, nanocurcumin, and placebo-control. Before starting the study, the research implementation steps were explained and all subjects completed and signed an informed consent form to participate in the study.

Training protocol

The HIFT program, as shown in Table 1, was designed based on the principles and foundations of Bumpa's exercise science, CrossFit training theory, and Fito et al.'s (2018) training program and was implemented for 12 weeks. The intensity of the exercises was controlled based on a percentage of the target heart rate and one repetition maximum.

Supplemental program

Subjects in the nanocurcumin and HIFT+ nanocurcumin groups consumed one 80 mg capsule of nanocurcumin (Exir Nano Sina Company, Iran. IRC: 1228225765) daily with a glass of water immediately after breakfast. Nanocurcumin and placebo capsules were distributed every two weeks and the consumption status was monitored weekly. Also, subjects in the placebo-control group received

Copyright: ©The authors **Publisher**: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

Journal of
Applied Health Studies in Sport Physiology
Azarbaijan Shahid Madani University
EST$_D$: 1988
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir

one placebo capsule (80 mg maltodextrin) daily for 12 weeks immediately after breakfast. The nanocurcumin and placebo capsules were identical in appearance, shape, and size.

Statistical analysis

In the descriptive statistics section, data were reported as mean ± standard deviation. The normality of data and homogeneity of variances were examined using Shapiro-Wilk and Levine statistical tests, respectively. Within-group and between-group changes, interaction effects, and pairwise comparisons were analyzed using repeated-measures analysis of variance, two-way analysis of variance, and Tukey's post hoc test using SPSS26 software at a significance level of 0.05.

Results

The results showed that the values of SOD, GPx and TAC in the high-intensity functional training groups with nanocurcumin consumption, high-intensity functional training and nanocurcumin significantly increased compared to the control group ($P<0.05$); but the changes in CRP in the intervention groups significantly decreased compared to the control group ($P<0.05$). The highest percentage of significant changes in the values of SOD, GPx, TAC and CRP were assigned to the high-intensity functional training group with nanocurcumin consumption.

Conclusion

The results of the present study indicate that 12 weeks of HIIF and nanocurcumin consumption are associated with an increase in antioxidant enzyme levels and a decrease in serum CRP concentration. In addition, the results showed that the combined effect of HIIF and nanocurcumin further enhances the activity of the antioxidant system and improves the inflammatory status of the body in women with metabolic syndrome.

Article message

Based on the findings of the present study, HIFT intervention combined with nanocurcumin consumption can be considered as a new and effective training strategy in the control and prevention of diseases related to metabolic syndrome, which improves antioxidant status and modulates inflammatory responses. After twelve weeks of HIFT and nanocurcumin consumption, CRP decreased, SOD, GPX, and TAC increased, and favorable changes were also achieved in body composition indices. The greatest benefits were attributed to the combined effect of HIFT and nanocurcumin. Therefore, women with metabolic syndrome can benefit from this intervention in their exercise programs to improve body composition, metabolic, physiological, antioxidant, and inflammatory status.

References

1. Neeland IJ, Lim S, Tchernof A, Gastaldelli A, Rangaswami J, Ndumele CE, Powell-Wiley TM, Després JP. Metabolic syndrome. Nature Reviews Disease Primers. 2024;10(1):77.
2. Masenga SK, Kabwe LS, Chakulya M, Kirabo A. Mechanisms of oxidative stress in metabolic syndrome. International journal of molecular sciences. 2023;24(9):7898.
3. Santiago DD, Lopes JS, Neto AM, Andrade CM. Analysis of biomarkers in response to high intensity functional training (HIFT) and high intensity interval training (HIIT): A systematic review study. Archives of Current Research International. 2021;21(3):59-72.
4. Hamidie RD, Patriasih R, Sulastri A. Potential of nanocurcumin on cytokine storm through decreased il-6 and tnf-a expression. Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences. 2021 6;17.
5. Osali A. Aerobic exercise and nano-curcumin supplementation improve inflammation in elderly females with metabolic syndrome. Diabetology & Metabolic Syndrome. 2020;12(1):26.
6. Bompa TO, Buzzichelli C. Periodization-: theory and methodology of training. Human kinetics; 2019.
7. Glassman G. A Theoretical Template for Crossfit's Programming. CrossFit J 2003; 6: 1-5.
8. Feito Y, Hoffstetter W, Serafini P, Mangine G. Changes in Body Composition, Bone Metabolism, Strength, and Skill-Specific Performance Resulting from 16-Weeks of HIFT. PloS one 2018; 13(6): e0198324.

Copyright: ©The authors **Publisher**: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

تاثیر دوازده هفته تمرین عملکردی با شدت بالا (HIFT) همراه با مکمل یاری نانوکورکومین بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و پروتئین واکنشگر-C درزنان مبتلا به سندرم متابولیک

محبوبه آلیان برین[1]، حسن نقی‌زاده*[2]، فرزانه تقیان[3]، خسرو جلالی دهکردی[4]

تاریخ دریافت: 1400/08/11 تاریخ پذیرش: 1405/01/15

چکیده

زمینه و هدف: انجام تمرین همراه با مصرف گیاهان دارویی روشی سودمند برای ایجاد تغییرات مطلوب در دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن و تعدیل پاسخ‌های التهابی محسوب می‌شود. بنابراین، هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر دوازده هفته تمرین HIFTومکمل یاری نانوکورکومینبر فعالیت آنزیم‌های آنتی-اکسیدانی سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPx)، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) و پروتئین واکنشگر-C (CRP) در زنان مبتلا به سندرم متابولیک بود.**روش شناسی:** تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود. بدین منظور 60 زن مبتلا به سندرم متابولیک داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفیبه چهار گروه: تمرینعملکردی با شدت بالا (HIFT)، تمرینعملکردی با شدت بالا همراه با مصرف نانوکورکومین (HIFT+NC)،نانوکورکومین (NC) و کنترل-دارونما (C-P)تقسیم شدند. مداخله تمرینی چهار جلسه در هفته به مدت دوازده هفته اجرا شد. مصرف نانوکورکومین روزانه به میزان 80 میلی گرم بلافاصله پس از وعده صبحانه دریافت شد. نمونه‌های خونی قبل از تمرین و 48 ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینبه منظور سنجش غلظت سرمی SOD، GPx، TAC و CRP گرفته شد. **یافته‌ها:**نتایج نشان داد که مقادیر SOD، GPx و TAC در گروه‌های تمرینعملکردی با شدت بالا همراه با مصرف نانوکورکومین،تمرینعملکردی با شدت بالا و نانوکورکومین نسبت به گروه کنترل افزایش معنادار داشتند ($P<0/05$)؛ ولی تغییرات CRP در گروه‌های مداخله نسبت به گروه کنترل کاهش معنادار داشت ($P<0/05$). بیشترین درصد تغییرات معنادار در مقادیر SOD، GPx، TAC و CRPبه گروه تمرینعملکردی با شدت بالا همراه با مصرف نانوکورکومین اختصاص داشت. **نتیجه‌گیری:** اثر توام تمرینعملکردی با شدت بالا و نانوکورکومینموجب تقویت فعالیت دستگاه آنتی اکسیدانی و بهبود وضعیت التهابی بدن در زنان مبتلا به سندرم متابولیک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین ورزشی، کورکومین،آنتی اکسیدان، التهاب، سندرم متابولیک

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

1. گروه فیزولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
2. دانشیارفیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه اردکان- اردکان، ایران.
3. استاد، گروه فیزولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.
4. دانشیار، گروه فیزولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
*(نویسنده مسئول):
(naghizadeh2011@ardakan.ac.ir)

In Press

Copyright ©The authors
Publisher: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

مقدمه

سندرم متابولیک[1](MetS) یک عامل خطر قابل اصلاح چندگانه برای بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت نوع 2 و سایربیماری‌های تهدید کننده سلامتی است. افزایش شیوع جهانیMetS که ناشی از شهرنشینی، سبک زندگی بی‌تحرک و تغییرات رژیم غذایی است، بر ضرورت رسیدگی به این سندرم تأکید می‌کند. مکانیسم‌های پیچیده زیربنایی، از جمله استعداد ژنتیکی، مقاومت به انسولین، تجمع بافت چربی و چربی‌هایاضافی در چاقی شکمی، التهاب سیستمیک و دیس‌لیپیدمی[2]نقش مهمی در تظاهرات بالینیMetSدارند (1). مطالعات گزارش داده‌اند کهMetSارتباط تنگاتنگی با استرس اکسیداتیو دارد که منجر به بروز فرایندهای آسیب‌زا در بافت‌های بدن و اختلال در عملکرد دستگاه‌های حیاتی بدن از جمله دستگاه ضداکسایشی می‌گردد (2). علاوه بر این،MetSو چاقی با التهاب سیستمیک مزمن درجه پایین، به ویژه در زنان مسن، بیشتر مرتبط است.

همچنین، التهاب مزمن درجه پایین به عنوان افزایش قابل توجه غلظت سیستمیک سیتوکین‌های در گردش خون توصیف می‌شود. افزایش غلظت سیتوکین‌ها، هجوم درون سلولی سلول‌های تک هسته‌ای خون محیطی[3](PBMC) را که شامل لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها هستند و جزء مهمی از سیستم ایمنی را تشکیل می‌دهند، تسهیل می‌کند (3). از این نظر، یک رابطه هم‌افزایی بین التهاب سیستمیک درجه پایین و استرس اکسیداتیو نیز فرض شده است. در این راستا، سیتوکین‌ها و سلول‌های ایمنی قادر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن[4](ROS) و نیتروژن[5](RNS) برای مقابله با فعالیت‌های دفاعی دستگاه آنتی اکسیدانی بدن هستند. اهم فعالیت دستگاه آنتی اکسیدانی بدن دربرگیرنده فعالیت ضدالتهابی و ضداکسایشی آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز[6](SOD)، گلوتاتیون پراکسیداز[7](GPx)، پاراکسوناز[8](PON) و کاتالاز[9](CAT) در برابر آسیب‌های اکسیداتیو و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد واکنش‌پذیر است (4). مطالعات نشان داده‌اند که ارتباط قوی بین پروتئین واکنشی–C (CRP) و MetSدر زنان وجود دارد. همچنین گزارش شده است که استرس اکسیداتیو بالا با MetSهمبستگی بالایی دارد که موجب افزایش غلظت سرمی CRP در پاسخ به تشدید فرایندهای التهابی می‌شود (5). در زمینه مدیریتMetS، اصلاحات سبک زندگی مانند الگوهای غذایی سالم، فعالیت بدنی و مدیریت چربی اضافی احشایی و نامطلوب به عنوان مداخلات اساسی در اولویت قرار دارند. نتایج تحقیقات در زمینه تاثیرپذیری دستگاه آنتی اکسیدانی بدن و تعدیل پاسخ‌های التهابی افراد مبتلا به MetS از تمرینات ورزشی، بیانگر آن است که نوع تمرین، طول مدت مداخله تمرینی و بویژه شدت تمرین نقش مهمی دارند (6). در این بین، تمرین عملکردی با شدت بالا [10](HIFT) امروزه با توجه به مزایا و سودمندی‌هایی که دارد مورد توجه محققان عرصه ورزش و علاقمندان به ورزش قرار گرفته است.HIFT روشی است که نیاز به تلاش برای انجام حداکثر تعداد تکرارها در کوتاه‌ترین زمان ممکن دارد. این مدل با به کارگیری غالب مسیر متابولیک هوازی اکسیداتیو مرتبط است که در صورت تمرین سیستماتیک، به بهبود آمادگی قلبی تنفسی، افزایش مصرف انرژی، کاهش توده چربی، ایجاد تغییر در نشانگرهای زیستی و بیوشیمیایی خون کمک می‌کند (6). از این رو، HIFT روش تمرینی نوین و موثر در زمینه دستیابی به حداکثر سازگاری‌های فیزیولوژیکی مرتبط با تندرستی و سلامتی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک و سایر شرایط بالینی می‌تواند باشد. از طرف دیگر، با توجه به یافته‌های مطالعات فارماکولوژی نقش گیاهان دارویی در ارتقاء و حفظ سلامت بیش از پیش ثابت و تایید شده است (7). همچنین امروزه استفاده از مکمل‌ها، غذاها و گیاهان دارویی در کنار تمرینات بدنی امری اجتناب‌ناپذیر است و به سبب درک بهتر و شناخت مکانیسم‌های موجود در زمینه اثر هم افزایی و تعاملی تمرینات بدنی و گیاهان دارویی، چنین مداخلاتی مورد توجه بسیاری از محققان عرصه پزشکی–ورزشی قرار گرفته است. در این میان گیاه دارویی کورکومین به دلیل دارا بودن برخی ترکیبات ویژه از جمله پلی‌فنول‌ها، دارای خواص آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی است (7،8). کورکومین با اهداف مولکولی مختلفی از جمله سیتوکین‌ها، فاکتورهای رشد، پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و گیرنده‌ها تعامل دارد. کورکومین می‌تواند فعالیت آنزیم‌های تولیدکنندهROS مانند لیپواکسیژناز، سیکلواکسیژناز وگزانتین هیدروژناز و اکسیداز را مهار و ضمن پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد به تقویت دستگاه آنتی اکسیدانی و تعدیل پاسخ‌های التهابی کمک کند (8).علاوه بر این، نشان داده شده است که کورکومین توانایی کاهش اثر ورزش بر افزایش نشانگرهای التهابی را دارد. این نتیجه نشان می‌دهد که کورکومین به طور بالقوه می‌تواند التهابی را که در ورزش رخ می‌دهد، کاهش دهد. کورکومینهمچنین با مهار NF-kB و پروتئین فعال‌کننده 1، تنظیم کاهشی پروتئین کینازهای سیگنالینگ درون سلولی و کاهش تجمع ماکروفاژها در بافت چربی اثر مشابهی در کاهش رونویسی سیتوکین و پاسخ نشانگر التهابی در ورزش دارد (7). باید خاطر نشان ساخت که علاوه بر بافت چربی، عضله اسکلتی در حال تمرین منبع بالقوه سیتوکین‌ها است. سیتوکین‌های تولید شده توسط میوسیت‌ها از طریق فعال‌سازی پروتئین کیناز فعال‌شده با AMP (AMPK) در شدت‌های کافیفعالیت بدنی، اثرات ضد التهابیبر خلاف سیتوکین‌های مترشحه از بافت چربی، را نشان می‌دهد. علاوه

[1].Metabolic Syndrome
[2].Dyslipidemia
[3].Peripheral Blood Mononuclear Cells
[4]. Reactive Oxygen Species
[5]. Reactive Nitrogen Species
[6].Superoxide Dismutase
[7]. Glutathione Peroxidase
[8].Paraoxonase
[9].Catalase
[10].High Intensity Functional Training

©The authors
Publisher: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

بر این، شواهد اخیر نشان می‌دهد که تمرین ورزشی ممکن است رگ‌زایی و خون‌رسانی را افزایش دهد و در نتیجه هیپوکسی و التهاب مرتبط با آن را در بافت چربی کاهش دهد (8). با توجه به مطالب ذکر شده، این فرضیه که اثر توام تمرین و مصرف نانوکورکومین نسبت به اثر هر کدام به تنهایی، دارای تاثیرات ضدالتهابی و آنتی اکسیدانی قوی‌تر در افراد مبتلا به سندرم متابولیک است، در تحقیق حاضر در معرض آزمایش و آزمون قرار گرفت. جمشیدی و همکاران (2020) گزارش دادند که انجام هشت هفته تمرین هوازی با مصرف 80 میلی‌گرم نانوکورکومین در زنان دارای اضافه وزن و چاق وضعیت التهابی و ترکیب بدنی را بهبود بخشید (9). یافته‌های تحقیق فخری و همکاران (2020) در ارتباط با تاثیر شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT)[1] و مصرف مکمل نانوکورکومین بر دفاع آنتی اکسیدانی و وضعیت پراکسیدانی در دختران دارای اضافه وزن، حاکی از آن بود که مداخله شش هفته HIIT و مکمل نانوکورکومین موجب افزایش غلظت سرمی SOD، GPX، CAT، گلوتاتیون و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC)[2] و کاهش غلظت سرمی مالون دی آلدئید (MDA) شد (10). همچنین نوربخش و دبیدی‌روشن (2023) نیز گزارش دادند که هشت هفته تمرین تاباتا[3] (تمرین تناوبی با شدت بالا) و مکمل نانوکورکومین (مصرف روزانه دو عدد کپسول 40 میلی‌گرم) در زنان سالمند دارای اضافه وزن وضعیت التهاب سیستمیک و ترکیب بدن را بهبود بخشید (11). مداخلات ورزشی مقاومتی با کاهش سطح پروتئین واکنشی-C (CRP)[4] در گردش خون و افزایش سطح آدیپونکتین، التهاب سیستمیک را کاهش می‌دهند. CRPیک واکنشگر فاز حاد است که یک نشانگر غیر اختصاصی التهاب سیستمیک محسوب می‌شود و در پاتوژنز چندین بیماری مزمن، به ویژه بیماری عروق کرونر قلب (CHD)[5] نقش دارد (12).تحقیقات بیشتر نشان می‌دهد که ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی ممکن است بیشترین تأثیر مطلوب را بر استرس اکسیداتیو، التهاب سیستمیکو ظرفیت آنتی اکسیدانی داشته باشد (13). به طور خاص، در نمونه‌ای از بیماران مبتلا به دیابت نوع 2 یا سندرم متابولیک، بالدوچی[6] و همکارانش تأثیر تمرینات هوازی (شرایط کم‌شدت و پرشدت) و تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی (به مانند HIFT) را بر نشانگرهای التهاب مقایسه کردند و تغییرات مفیدی را در مولکول‌های پیش‌التهابی با تمرینات هوازی با شدت بالا و ترکیبی، مستقل از تغییر وزن، مشاهده کردند (14). قابل توجه است که بهبودهای اضافیاز جمله تغییرات در عوامل ضدالتهابی فقط در گروه تمرینات ترکیبی مشاهده شد. اینیافته‌ها ممکن است نشان دهند که بیشترین فواید ورزش زمانی حاصل می‌شود که هر دو نوع تمرین انجام شود. از این حیث که HIFT تلفیقی از تمرینات هوازی و مقاومتی است می‌تواند منجر به کسب سازگاری‌های مفید و اثربخش در افراد با شرایط خاص بیماری و سندرم متابولیک گردد.

در نهایت، بر اساس مطالب بیان شده و پیشینه تحقیق مشخص است که نوع ورزش، پروتکل مداخله‌ی تمرینی، نوع گیاه دارویی و دوز مصرفی در ارتقاء سلامت و تندرستی افراد تاثیر بسزایی دارد. لذا انتخاب پروتکل مداخله‌ای مناسب و درست جهت دستیابی به حداکثر سودمندی‌ها و سازگاری‌های مطلوب نیازمند انجام تحقیقات گسترده در این زمینه می‌باشد، و از آنجائیکه اکثر مطالعات به بررسی اثر اصلی تمرین هوازی، HIIT و مصرف کورکومین بر وضعیت آنتی اکسیدانی و التهابی پرداختند و تاثیر HIFT به عنوان شیوه نوین تمرین هوازی-مقاومتی به تنهایی و اثر توام آن همراه با مصرف کورکومین بر وضعیت آنتی اکسیدانی و التهابی در جوامع مختلف بویژه در جامعه زنان مبتلا به سندرم متابولیک بررسی و مطالعه نشده است. از این رو، امروزه به دلیل استقبال گسترده از این تمرین، نیاز است شناخت بهتر و عمیق‌تر از سازگاری‌ها و مکانیسم‌های موجود در این زمینه با انجام تحقیقات علمی حاصل شود تا بتوان بخشی از ابهامات موجود در این باره را رفع نمود. بدین منظور در تحقیق حاضر سعی بر آن شد اثر توام دوازده هفته HIFT و مصرف نانوکورکومین بر غلظت سرمی آنزیم‌های SOD و GPX، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و CRP در زنان مبتلا به سندرم متابولیک مورد مطالعه قرار گیرد تا با دستیابی به نتایج کاربردی و سودمند بتوان دورنمای علمی قوی پیش روی پژوهشگران آتی گذاشت.

روش پژوهش

این مطالعه یک کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده دارای طرح 4 گروهی آزمایش و کنترل با روند پیش آزمون – پس آزمون همراه با مداخله تمرینی و مکمل بود. روش تحقیق حاضر کاربردی و از نوع نیمه تجربی می‌باشد. جامعه آماری برابر 440 نفر داوطلب زن شرکت در تحقیق حاضر بودند که بر اساس معیارهای ورود به تحقیق تعداد 134 نفر حائز شرایط لازم برای ورود به تحقیق شدند. حجم نمونهبا استفاده از نرم افزار G*Powerو با در نظر گرفتن ضریب اطمینان 0/95 و توان آزمون 0/85، 52 نفر تعیین شد. با احتمال ریزش آزمودنی‌ها در طول تحقیق حجم نمونه آماری 60 نفر تعیین شد. در ادامه، بر اساس نمونه‌گیری تصادفی ساده تعداد 60 نفر انتخاب و به صورت تصادفی در یکی از چهار گروه 15 نفری HIFT، HIFT با مصرف نانوکورکومین، مصرف کننده نانوکورکومین و کنترل-دارونما قرار گرفتند. قبل از شروع تحقیق، مراحل اجرایی تحقیق تشریح شد و همه آزمودنی‌ها رضایتنامه آگاهانه شرکت در تحقیق راتکمیل و امضا نمودند. معیارهای ورود به تحقیق عبارتند از: مونث بودن، دامنه سنی 40 تا 50 سال، عدم فعالیت تمرینی منظم حداقل یک سال قبل از شروع تحقیق، دارا بودن سابقه حداقل 2 سال شرایط سندرم متابولیک (تری گلیسرید مساوی یا بیشتر از 150 میلی‌گرم در دسی لیتر، فشارخون مساوی یا بیشتر از 130/85 میلی‌متر

[1].High Intensity Interval Training
[2].Total Antioxidant Capacity
[3].Tabata
[4].C-Reactive Protein
[5].Coronary Heart Disease
[6].Balducci

©The authors
Publisher: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

جیوه، شاخص توده بدن مساوی یا بیشتر از 29/99 کیلوگرم بر متر مربع)، نداشتن مشکلات دستگاه اسکلتی–عضلانی، عدم مصرف دخانیات، عدم مصرف مکمل‌های آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی. معیارهای خروج از تحقیق نیز عبارتند از: مصرف نامنظم نانوکورکومین، مصرف مکمل‌های آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی، مبتلا شدن به بیماری‌های خاص، پرداختن به تمرینات دیگر در طول تحقیق حاضر و شرکت نامنظم در جلسات تمرینی. برایافزایش اعتبار درونی (تاثیر متغیر مستقل بر وابسته) به آزمودنی‌هایادآوری شد تا رژیم غذایی معمول خود را در طول تحقیق حفظ کنند واز انجام فعالیت‌های تمرینی دیگر اجتناب کنند. رژیم غذایی آزمودنی‌ها از طریق پرسشنامه 24 ساعت یاد آمد غذایی پایش شد. در ادامه تجزیه و تحلیل اطلاعات تغذیه‌ای با بهره‌گیری از نرم افزار تجزیه و تحلیل مواد غذایی 4 (Nutritionist4)، صورتگرفت و تفاوت معناداری بین گروه‌ها از نظر مصرف درشت مغذی‌ها و کالری دریافتی قبل از تحقیق و پس از تحقیق مشاهده نشد. مداخله تمرین به مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه اجرا شد. برنامه HIFT مطابق جدول یک، بر اساس اصول و مبانی علم تمرین بومپا[1] (15)، تئوری تمرینات کراس فیت (16) و برنامه تمرینی فیتو[2] و همکاران (2018) (17) طراحی و به مدت 12 هفته به مرحله اجرا درآمد. شدت تمرینات بر اساس درصدی از ضربان قلب هدف تمرین و یک تکرار بیشینه کنترل شد (جدول یک). آزمودنی‌های گروه نانوکورکومین و گروه HIFT+ نانوکورکومین روزانه یک کپسول 80 میلی‌گرمینانوکورکومین (شرکت اکسیر نانو سینا، ایران. IRC: 1228225765) را بلافاصله پس از صرف صبحانه با یک لیوان آب مصرف کردند (8). کپسول‌های نانوکورکومینو دارونما هر دو هفته یک بار توزیع می‌شدند و وضعیت مصرف به صورت هفتگیکنترل‌شد. همچنین آزمودنی‌های گروه کنترل–دارونما، روزانه یک عدد کپسول دارونما (80 میلی‌گرم مالتودکسترین) را به مدت 12 هفته بلافاصله بعد از وعده صبحانه دریافت کردند. کپسول نانوکورکومینو دارونما از نظر ظاهر، شکل و اندازه یکسان بودند.در تحقیق حاضر سعی بر آن شد که رعایت حریم خصوصی آزمودنی‌ها، رضایت آگاهانه، رازداری، حراست آزمودنی‌ها در برابر فشارها، آسیب‌ها و خطرهای جسمی و روانی و آگاهی از نتیجه در نظر گرفته شود. تحقیق حاضر در کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی دانشگاه آزاد اسلامیواحد اصفهان(خوراسگان)باکد IR.IAU.KHUISF.REC.1404.532تأیید و ثبتشده است. شاخص‌های جسمانی، ترکیب بدنی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در شرایط یکسان و استاندارد در دو مرحله (پیش آزمون و پس آزمون) اندازه-گیری شدند. وزن و قد آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی زنیت مد (Zenith Med) مدل STD 180 (ساخت کشور چین) مجهز به قدسنج، بدون کفش و جوراب با حداقل لباس بعد از هشت ساعت ناشتایی اندازه‌گیری و ثبت شد.

شاخص‌های ترکیب بدنیبا استفاده از دستگاهآنالیز ترکیبات بدن مدل بوکا ایکس وان (BoCA X1)ساخت کره‌جنوبی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فشار خون، از دستگاه سنجش فشار خون امرون (Omron) مدل M6 ساخت کشور ژاپن استفاده شد. برایبرآوردحداکثراکسیژن مصرفی (VO_2max)،ازپروتکلراهرفتنراکپورت، مسافت 1 مایل (1609 متر) استفادهشد. در ادامه با استفاده از فرمول زیر، VO_2maxبرحسب میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه سنجیده می‌شود.

VO_2 max=132/853– (0/1692 × (وزن بدن به کیلوگرم) – (6/315 × (جنسیت) – (0/3877 × (سن به سال) + (3/2649 × (زمان به صدم ثانیه) – (0/1565 × (ضربان قلب در دقیقه).

نمونه‌های خونی در دو مرحله، 24 ساعت قبل از شروع تمرین و 48 ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین به مقدار 10 میلی‌لیتر در حالت 10 الی 11 ساعت ناشتایی از ورید بازویی دست راست در حالت نشسته توسط متخصص گرفته شد. غلظت سرمی CRP به روش الایزا و با استفاده از کیت‌تحقیقاتی مخصوص نمونه انسانی (شرکت BOSTER، ساختکشور چین، حساسیت کمتر از 10 pg/ml و ضریب تغییراتدرون پردازشی 6/8 تا 9/8 درصد و بینپردازشی 6/1 تا 7/9 درصد) اندازه‌گیری شد. غلظت سرمی SODبا استفاده از دستورالعمل کیت شرکت (Zellbio) ساخت آلمان با حساسیت کمتر از 1(U/mL)، دامنه ارزیابی (U/mL)5–100 و ضریب تغییرات درون-سنجی 5/8 درصد و بین‌سنجی 7/2 درصد موردسنجش قرار گرفت.غلظت سرمی GPX با استفاده از کیت آزمایشگاهی (Colorimetric GPX assay kit, abcam 102533, Germany) با ضریب تغییرات درون سنجی3/5 وبین سنجی4/7 درصد و حساسیت U/mL0/5 اندازه‌گیری شد. TACبا استفاده از روش محتوای فنولیک و فعالیت آنتیاکسیدانی و دستگاهاسپکتروفومتری در طول موج 592نانومتر و بهروش الایزا (Mer-codia, Sweden) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

در بخش آمار توصیفی داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شدند. طبیعی بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون‌های آماری شاپیرو–ویلک و لون بررسی شد. تغییرات درون گروهی، بین گروهی، اثرات تعاملی و مقایسه‌های جفتی به ترتیب با استفاده از آزمون-های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، آزمون تحلیل واریانس دوراهه و آزمون تعقیبی توکی با استفاده از نرم‌افزار SPSS26 در سطح معناداری 0/05 تحزیه و تحلیلشدند.

[1].Bompa
[2].Feito

Copyright ©The authors
Publisher: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

معناداری وجود نداشت (P>0/05). اما در مرحله پس آزمون تفاوت معنادار بین گروه HIFT+نانوکورکومین با گروه نانوکورکومین و کنترل–دارونما و همچنین بین

جدول 1–برنامه تمرین HIFT

هفته	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
	نوع تمرین	نوع تمرین	نوع تمرین	استراحت	نوع تمرین	استراحت	استراحت
اول	-	M	GW	-	MGW	G	-
دوم	-	WM	GWM	-	W	MG	-
سوم	-	WMG	M	-	GW	MGW	-
چهارم	-	G	WM	-	GWM	W	-
پنجم	-	MG	WMG	-	M	GW	-
ششم	-	MGW	G	-	WM	GWM	-
هفتم	-	W	MG	-	WMG	M	-
هشتم	-	GW	MGW	-	G	WM	-
نهم	-	GWM	W	-	MG	WMG	-
دهم	-	M	GW	-	MGW	G	-
یازدهم	-	WM	GWM	-	W	MG	-
دوازدهم	-	WMG	M	-	GW	MGW	-

شاخص	شکل اجرای حرکات تمرین
M	1. دویدن تناوبی با شدت 60 الی 70 درصد ضربان قلب هدف تمرین (200 متر/10 تکرار/2 دقیقه استراحت فعال/1–3 ست)، 2. پرتاپ توپ (4 کیلوگرم) با فاصله 3 متر از دیوار/8 الی 10 تکرار/30 ثانیه/60 ثانیه استراحت فعال/ 2–4 ست، 3. طناب زدن (تکرار بیشینه در 1 دقیقه/ 30 ثانیه استراحت فعال/1–3 ست)
G	1. پوش–آپ اصلاح شده روی دست‌ها (12 تکرار در 30 ثانیه/45 ثانیه استراحت فعال/2–3 ست)، 2. لانگز (10 تا 15 تکرار با هر پا در 60 ثانیه/45 ثانیه استراحت فعال/2–3 ست)، 3. باکس جامپ (42 سانتی متر/6 تکرار در 20 ثانیه/45 ثانیه استراحت فعال/2–3 ست)، 4. پوش–آپ چرخشی (4 تا 6 تکرار در 30 ثانیه/60 ثانیه استراحت فعال/2–3 ست)
W	1. اسکوات از جلو با هالتر (50 الی 60 ٪ 1RM/ 5 تکرار بیشینه/30 ثانیه استراحت/ 2–3 ست) 2. حرکت زیر بغل قایقی دست جمع (60 الی 70 ٪ 1RM/ 8 تکرار بیشینه/ 30 ثانیه استراحت فعال/1–3 ست)، 3. برپی(8 تکرار در 1 دقیقه/45 ثانیه استراحت فعال/2–3 ست) که ترکیبی از حرکات پرش، اسکوات، پلانک، شکم روسی است. 4. دمبل چرخشی (کتل بل) (8 تا 10 کیلوگرمی/ 10 تکرار بیشینه در 30 ثانیه/60 ثانیه استراحت فعال / 1تا 3 ست)

M :تمرین هوازی(متابولیکی)،G: حرکات ژیمناستیکی (کششی–قدرتی و مهارتی– پایه)، W: قدرتی–پایه (حرکات با وزن بدن و وزنه)

نتایج نشان داد که داده‌های مربوط به ترکیب بدنی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از توزیع طبیعی برخوردار هستند (P>0/05). تجزیه و تحلیل آماری شاخص‌های ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول دو گزارش شده است. نتایج جدول دو گویای آن است که بین میانگین شاخص-های ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی چهار گروه در مرحله پیش آزمون تفاوت

گروه HIFT با گروه نانوکورکومین و کنترل–دارونما بدست آمد (P<0/05). بعلاوه نتایج جدول دو نشان می‌دهد بیشترین درصد تغییرات (کاهش) معنادار درون گروهی در وزن بدن (5/02 درصد)، شاخص توده بدن (BMI) (5/01 درصد)، درصد چربی بدن (17/83 درصد)، توده چربی بدن (23/76

©The authors
Publisher: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

درصد)؛ و بیشترین تغییرات (افزایش) معنادار VO_2max(12/41 درصد) و توده بدون چربی بدن (1/82 درصد) به گروه HIFT+نانوکورکومین اختصاص داشت (P<0/05). بیشترین اندازه اثر بر شاخص‌های وزن بدن با 96 درصد، BMI با 97 درصد، درصد چربی بدن با 98 درصد، توده چربی بدن با 97 درصد،توده بدون چربی بدنبا 99 درصد مربوط به مداخله HIFT+نانوکورکومین بود. و در مورد VO_2maxبیشترین اندازه اثر با 98 درصد مربوط به مداخله HIFT است (جدول دو).

GPX (P=0/101) و TAC (P=0/233) حاصل نشد. همچنین نتایج جدول 3دلالت بر آن دارد که اثر اصلی12 هفته مداخله HIFT به تنهایی،باعث افزایش معنادار غلظت سرمیSOD (P=0/0001)، GPX (P=0/0001)، TAC (P=0/0001)؛ و کاهش معنادار غلظت سرمیCRP(P=0/0001)گردید. در ارتباط با اثر اصلی نانوکورکومینافزایش معنادار غلظت سرمیSOD (P=0/0001)، GPX (P=0/0001)، TAC (P=0/0001)؛ و کاهش معنادار غلظت سرمیCRP (P=0/0001)شد.

جدول 2- مشخصات شاخص‌هایفردی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	HIFT	نانوکورکومین	HIFT+ نانوکورکومین	کنترل-دارونما	Sig
سن (سال)	پیش آزمون	45/07±3/22	45/20±3/05	44/53±2/75	43/13±2/56	0/203
قد (cm)	پیش آزمون	± 3/46 160/47	± 3/49 158/73	160/27 ± 3/61	± 3/82 159/00	0/425
وزن بدن (kg)	پیش آزمون	80/70±3/36	78/12±3/97	79/19 ± 3/70	78/91±3/44	0/275
	پس آزمون	± 2/91 77/63	± 4/06 77/58	75/39 ± 3/09	± 3/43 79/23	0/030*
	درصد تغییرات	-3/95h	-0/70	-5/02h	0/40	
	اندازه اثر	0/93	0/83	0/96	--	
BMI (kg/m^2)	پیش آزمون	31/33 ± 0/54	30/98 ± 0/42	30/82 ± 0/44	31/21 ± 0/74	0/061
	پس آزمون	30/14 ± 0/61	30/77 ± 0/48	29/35 ± 0/43	31/34 ± 0/74	0/0001*
	درصد تغییرات	-3/94h	-0/61	-5/01h	0/40	
	اندازه اثر	0/95	0/83	0/97	--	
درصد چربی بدن (%)	پیش آزمون	31/74 ± 1/87	30/86 ± 1/94	31/67 ± 2/29	32/14 ± 2/08	0/390
	پس آزمون	27/88 ± 1/84	30/23 ± 2/00	26/92 ± 2/39	32/52 ± 2/06	0/0001*
	درصد تغییرات	-13/91h	-2/11	-17/83h	1/16	
	اندازه اثر	0/97	0/93	0/98	---	
توده چربی بدن (kg)	پیش آزمون	25/61 ± 1/78	24/11 ± 1/94	25/09 ± 2/23	25/36 ± 1/95	0/190
	پس آزمون	21/63 ± 1/48	23/45 ± 1/98	20/29 ± 1/91	25/76 ± 1/93	0/0001*
	درصد تغییرات	-18/43h	-2/83	-23/76h	1/55	
	اندازه اثر	0/96	0/93	0/97	---	
توده بدون چربی بدن (kg)	پیش آزمون	55/09±2/81	54/01±3/14	54/10±2/94	53/55±2/90	0/543
	پس آزمون	56/00±2/77	54/13±3/23	55/10±2/95	53/47±2/94	0/0001*
	درصد تغییرات	1/63h	0/21	1/82h	-0/15	
	اندازه اثر	0/92	0/31	0/99	---	
VO2max (ml.kg.min)	پیش آزمون	25/09±2/32	24/39±2/19	23/53±1/94	24/52±2/06	0/260
	پس آزمون	28/11±2/56	24/52±2/22	26/89±2/07	24/35±2/09	0/0001*
	درصد تغییرات	10/73h	0/51	12/41h	-0/69	

نتایج آزمون تحلیل واریانس دوراهه (جدول سه)نشان داد که اثرتوام 12 هفته HIFT و نانوکورکومینموجبکاهش معنادار غلظت سرمیCRP (P=0/010)شد، ولی تغییرات معنادار در غلظت سرمیSOD (P=0/532)، نتایج درون گروهی (جدول سه) نشان داد که دوازده هفته HIFT و نانوکورکومین به تنهایی و همچنینHIFT همراه با نانوکورکومین موجب افزایش معنادار در شاخص‌هایSOD، GPX، TAC؛ و کاهش معنادار در

Copyright ©The authors **Publisher**: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

CRP شد (P<0/05). بیشترین درصد تغییرات (افزایش) معنادارSOD (با 15/48 درصد)، GPX (با 4/71 درصد) و TAC (با 36/13 درصد)، و بیشترین تغییرات (کاهش) معنادارCRP (با 48/55 درصد) به گروه HIFT همراه با نانوکورکومین اختصاص داشت (جدول سه). نتایجبینگروهی (جدول چهار) گویای آنست که در تمام متغیرها در بین چهار گروه تفاوت معناداری وجود دارد (P<0/05).

جدول 3-مقادیر توصیفی و نتایج آماریدر ارتباط با SOD، GPX، TAC و CRP

متغیر	گروه	HIFT	نانوکورکومین	HIFT+ نانوکورکومین	کنترل-دارونما	Sig
SOD (U/ml)	پیش آزمون	147/87±13/46	154/40±11/89	151/61±15/45	13/63±/46	0/590
	پس آزمون	166/52±15/59	161/47±13/14	179/29±16/94	13/90±/59	0/0001*
	درصد تغییرات	11/16♄	4/33♄	15/48♄	-1/99	
	اندازه اثر	0/97	0/92	0/98	--	
GPX (U/mL)	پیش آزمون	42/77±1/69	43/48±1/51	41/90±1/73	42/83±1/89	0/103
	پس آزمون	44/36±1/82	44/21±1/68	43/96±1/41	42/72±1/91	0/0001*
	درصد تغییرات	3/56♄	1/63♄	4/71♄	-0/26	
	اندازه اثر	0/90	0/85	0/93	--	
TAC (mm/ml)	پیش آزمون	2/46±0/29	2/33±0/41	2/28±0/40	2/38±0/30	0/545
	پس آزمون	3/55±0/27	2/58±0/48	3/54±0/36	2/36±0/31	0/0001*
	درصد تغییرات	30/69♄	9/41♄	36/13♄	-0/67	
	اندازه اثر	0/96	0/76	0/99	---	
CRP (pg/ml)	پیش آزمون	3/24±0/68	3/78±0/49	3/31±0/60	3/46±0/56	0/072
	پس آزمون	2/30±0/71	3/53±0/50	2/29±0/65	3/48±0/56	0/0001*
	درصد تغییرات	-40/27♄	-7/40♄	-48/55♄	0/36	
	اندازه اثر	0/99	0/72	0/95	---	

جدول 4- نتایج تحلیل واریانس و آزمون توکی در مورد متغیرهای مورد مطالعه

متغیر	نتایج تحلیل واریانس		نتایج آزمون تعقیبی توکی	
	F	sig	مقایسه در بین	sig
SOD (U/ml)	342/41	٭0/0001	HIFT+نانوکورکومین با HIFT	٭0/0001
			HIFT+نانوکورکومین با نانوکورکومین	٭0/0001
			HIFT با نانوکورکومین	٭0/0001
GPX (U/mL)	78/46	٭0/047	HIFT+نانوکورکومین با HIFT	٭0/016
			HIFT+نانوکورکومین با نانوکورکومین	٭0/0001
			HIFT با نانوکورکومین	٭0/0001
TAC (mm/ml)	328/25	٭0/0001	HIFT+نانوکورکومین با HIFT	٭0/003
			HIFT+نانوکورکومین با نانوکورکومین	٭0/001
			HIFT با نانوکورکومین	٭0/0001
CRP (pg/ml)	194/19	٭0/0001	HIFT+نانوکورکومین با نانوکورکومین	٭0/0001
			HIFT با نانوکورکومین	٭0/0001

٭: تفاوت معنادار (P<0/05).

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

بحث

امروزه فعالیت‌های بدنی با توجه به الگوها و شیوه‌های تمرین، شدت و مدت تمرین از کارآمدترین و سودمندترین روش‌های غیردارویی و غیرتهاجمی در ارتقاء تندرستی و سلامت، پیشگیری و کنترل بیماری‌های مختلف بویژه سندرم متابولیک به شمار می‌روند. از طرف دیگر نتایج مطالعات فارماکولوژی به اثر هم‌افزایی استفاده از گیاهان دارویی با خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی در کنار فعالیت‌های بدنی در تقویت عملکرد دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن و تعدیل پاسخ‌های التهابی تاکید دارند. بنابراین، با توجه به نقش سودمند و اثربخش فعالیت‌بدنی و گیاهان دارویی در حیطه سلامتی، تندرستی و پیشگیری از بیماری‌های مختلف، تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر دوازده هفته HIFT و مصرف نانوکورکومین برSOD، GPX، TAC وCRP در زنانمبتلا به سندرم متابولیک به مرحله اجرا درآمد.یافته‌های تحقیق حاضر دلالت بر آن داشت که تمرین در برابر عدم تمرین، مصرف نانوکورکومین در برابر عدم مصرف آن و اثر متقابل این دو عامل بر فعالیت دستگاه دفاعی و ضداکسایشی بدن و بهبود وضعیت التهابی تاثیر مطلوبی دارند.

در ارتباط با تغییرات غلظت سرمی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (SOD و GPX) و TAC به دنبال دوازده هفته مداخله HIFT و مصرف نانوکورکومین می‌توان بیان داشت که دوازده هفته مداخله HIFT منجر به افزایش معنادار مقادیر SOD، GPXوTACشد. همچنین دوازده هفته مصرف نانوکورکومین موجب تغییرات معنادار در غلظت سرمی SOD، GPX و TAC گردید. اما بیشترین درصد تغییرات در مقایسه این دو عامل، مربوط به HIFT بود. در رابطه با اثر متقابل HIFT و نانوکورکومین با توجه به تغییرات ایجاد شده و نتایج بدست آمده، می‌توان به اثر هم‌افزایی این دو عامل در تقویت دستگاه ضداکسایشی بدن در افراد مبتلا به سنرم متابولیک تاکید کرد و درصد تغییرات (افزایش) ایجاد شده نشان می‌دهد که انجام HIFT همراه با مصرف نانوکورکومین نسبت به زمانی که هر کدام به تنهایی انجام شوند، بیشترین تغییرات سودمند حاصل خواهد شد. همچنین نتایج بین گروهی حاکی از وجود تفاوت معنادار از لحاظ مقادیر SOD، GPX و TAC در بین گروه‌ها بود. تحقیق حاضر اولین مطالعه‌ای است که به بررسی اثر متقابل HIFT و نانوکورکومین بر فعالیت آنزیم‌های SOD، GPX و TAC در زنان مبتلا به سندرم متابولیک پرداخت که در نوع خود انجام این تحقیق و تحقیقات مشابه نشان از پتانسل و ماهیت ورزش در کشف ناشناخته‌های علمی و پژوهشی سلامت محور دارد که جایگاه تحقیقات فیزیولوژی ورزشی را در کنار حوزه‌های پزشکی مستحکم و قوی‌تر می‌سازد. در این راستا و در تحقیقات تا حدی مشابه نتایج همسو حاصل شده است. یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج تحقیق فخری و همکاران (2020) که بیان کردند شش هفته HIIT و مصرف نانوکورکومین با افزایش غلظت سرمی SOD، GPX، CAT، گلوتاتیون و TAC در دختران دارای اضافه وزن همراه است (10)، همسو می باشد. یافته‌های تحقیق باطنی و همکاران (2022) نشان داد که مصرف نانوکورکومین به میزان 80 میلی‌گرم در روز به مدت دوازده هفته در زنان و مردان مبتلا به سندرم متابولیک موجب افزایش معنادار TAC نسبت به سطوح پایه شد که همسو با نتایج تحقیق حاضر است، ولی از جهت اینکه تغییرات معناداری در فعالیت CRP حاصل نشد (18) ناهمسو با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. این محققین چنین اظهار کردند که نانوکورکومین یک ماده موثر در تقویتفعالیت آنتی اکسیدانی بدن در زنان مبتلا به سندرم متابولیک می‌باشد.نوروزی و همکاران (2023) در مطالعه حیوانی بر روی عملکردهای مغز نشان دادند که شش هفته HHIT و مکمل غذایی کورکومین (50 میلی‌گرم برای هر کیلوگرم وزن بدن موش‌ها) موجب افزایش معنادار SOD، CAT و کاهش MDA شد (19)، که از حیث نتایج SOD همسو با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد، و چنین بیان داشتند که ترکیب تمرین و کورکومین عملکرد مغزی را از طریق مهار استرس اکسیداتیو بهبود می‌بخشد. در تحقیق دیگری گرزی و همکاران (2023) به بررسی تاثیر مصرف کورکومین (30 میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) همراه با HIIT در رت‌های نر پرداختند. نتایج نشان داد فعالیتGPX عضله‌ی اسکلتی، قلب و کبد گروه HIIT در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری کمتر است. همچنین میزان فعالیتGPX عضله‌ی اسکلتی، قلب و کبد گروه HIIT+مکمل کورکومین در مقایسه با گروه HIIT به طور معناداری بیشتر بود (20)، و چنین نتیجه گرفتند که با وجود پاسخ‌های اکسایشی متفاوت بافت‌هابهتمرینات‌HIIT، مصرف مکمل کورکومین در 48 ساعت پایانی تمرین می‌تواند همانند مصرف آن در طول هشت هفته از اثرات فشار اکسایشی جلوگیری کند. همسو با نتایج تحقیق حاضر نتایج تحقیق نقی‌زاده و حیدری (2022) حاکی از آن بود که دوازده هفته HIIT همراه با مصرف مکمل کورکومین (2100 میلی‌گرم کورکومین سه نوبت در روز) در مردان چاق مبتلا به دیابت نوع دو با افزایش معنادار مقادیر سرمی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی SOD، GPX و PON-1 همراه بود (21).مقایسه نتایج پژوهش‌های گزارش شده دلالت بر آن دارد که اثر توام و متقابل تمرین و کورکومین در مقایسه با اثر هر کدام به‌تنهایی، برای بهبود فعالیت دستگاه ضداکسایشی و دفاعی مناسب‌تر

©The authors
Publisher: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

و سودمند است. نتایج تحقیق حاضر نیز صحه بر این موضوع دارد چرا که HIFT همراه با مصرف نانوکورکومین بیشترین درصد تغییرات را در غلظت سرمی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ایجاد کرد. کورکومین با در اختیار گذاشتن اتم هیدروژن و به دام اندازی و پایدار کردن انواع رادیکال‌های آزاد نظیر رادیکال‌های پراکسید می‌تواند از گسترش اکسیداسیون جلوگیری نماید. بعلاوه کورکومین با تجمیع نمودن برخی از فلزات داخل سلولی مانند آهن و مس که نقش اکسایشی دارند می‌تواند نقش آنتی‌اکسیدانی خود را ایفا کند و با حذف مستقیم رادیکال‌های آزاد فعالیت آنزیم GPXرا افزایش دهد (22). بر مبنای نتایج تحقیقات گزارششده بهنظر می‌رسد شدت فعالیت-های ورزشی عامل مهم و اثرگذار بر تغییرات آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است. فعالیت‌های ورزشی حاد به افزایش استرس اکسیداتیو منجر می‌شود، اما فعالیت‌های ورزشی منظم و بلندمدت از طریق افزایش دفاع آنتی-اکسیدانی به کاهش استرس اکسیداتیو منجر خواهد شد (23).باید خاطر نشان ساخت که در زمان فعالیت‌های ورزشی شدید مصرف اکسیژن در بدن حدود 8 تا 10 برابر افزایش می‌یابد. لذا با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد به سبب افزایش مصرف اکسیژن این احتمال وجود دارد که ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن تضعیف شود. فعالیت‌های ورزشی با چندین مکانیسم از جمله نشت اکسیژن از زنجیره انتقال الکترونی، سوخت‌وساز پروستانوئیدی، فعالیت گزانتین اکسیدازها و ماکروفاژها و افزایش فعالیت کاتکولامین‌ها ممکن است بر فرایندهای بروز فشار اکسایشی تأثیر بگذارد (24).

از دیگر یافته‌های تحقیق حاضر در رابطه با پاسخ‌های التهابی کاهش غلظت سرمی فاکتور التهابی CRP بود. نتایج در این راستا بیانگر آن بود که دوازده هفته HIFT به تنهایی موجب کاهش معنادار CRP در زنان مبتلا به سندرم متابولیک شد. این نتیجه دلالت بر کارآمد بودن اثر HIFT در بهبود وضعیت التهابی بدن دارد. همچنین نتایج نشان داد که به دنبال مصرف 80 میلی‌گرم نانوکورکومین در طول دوازده هفته غلظت سرمی CRP کاهش معنادار یافت. از این رو، گیاه دارویی نانوکورکومین نیز در بهبود و پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با التهاب موثر و اثربخش است که در تحقیقات گذشته نیز به آن اشاره و تاکید شده است. البته در مقایسه اثر HIFT و نانوکورکومین بر CRP با توجه به درصد تغییرات ایجاد شده باید اذعان داشت که اثر HIFT بیشتر است. در خصوص اثر تعاملی این دو عامل، نتایج گویای آن است که اثر توام HIFT و نانوکورکومین نسبت به اثر هر کدام به تنهایی، بر کاهش معنادار CRP بیشتر بوده است و این نتیجه دلالت بر این نکته دارد که انجام تمرین همراه با مصرف نانوکورکومین با ایجاد هم‌افزایی مثبت و کسب سازگاری‌های سودمند زمینه تعدیل پاسخ‌های التهابی را در افراد مبتلا به سندرم متابولیک فراهم ساخته است. CRPبه عنوان نشانگر مستقل و اصلی عوارض قلبی-عروقی شناخته می‌شود. یک واکنش‌دهنده مرحله حاد است که در پاسخ به التهاب مقادیر آن به سرعت در گردش خون افزایش می‌یابد. CRPهمچنین نشانگر غیرتخصصی التهاب است و دربیماری-زایی بیماری‌های التهابی مزمن نقش دارد. یکی از مهم‌ترینمحرک-های تولیدCRP،چاقی است. در پژوهش‌های مختلف گزارش شده است که بهبود وضعیت ترکیب بدنی بویژه در افراد با شرایط خاص مانند سندرم متابولیک، یکی از علل اصلی کاهش شاخص‌های التهابی می‌باشد (11،13،14). به استناد این موضوع، لذا می‌توان بیان داشت که احتمالاً یکی از علل کاهش CRP ناشی از بهبود ترکیب بدنی باشد. چرا که در تحقیق حاضر وزن بدن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن و توده چربی بدن کاهش معنادار و توده بدون چربی بدن افزایش معنادار داشتند. یافته تحقیق حاضر همسو با نتایج تحقیق نوربخش و دیبدی‌روشن (2023) است که بیان داشتند هشت هفته تمرین تاباتا (تمرین تناوبی با شدت بالا) و مکمل نانوکورکومین (مصرف روزانه دو عدد کپسول 40 میلی‌گرم) در زنان سالمند دارای اضافه وزن وضعیت التهاب سیستمیک و ترکیب بدن را بهبود بخشید (11). در اکثر تحقیقاتگزارش شده است که انجام تمرینات هوازی و مقاومتی در یک جلسه تمرینی ممکن است بیشتریناثربخشی را بر استرس اکسیداتیو، التهاب سیستمیکو ظرفیت آنتی اکسیدانی داشته باشد (13). در نمونه‌ای از بیماران مبتلا به دیابت نوع دویا سندرم متابولیک تغییرات مفیدی در مولکول‌های پیش‌التهابی با تمرینات هوازی با شدت بالا و ترکیبی(هوازی– مقاومتی) مستقل از تغییر وزن، حاصل شد(14). همچنین شایان توجه است که تغییرات سودمند بیشتر در شاخص‌های ضدالتهابی فقط در گروه تمرینات ترکیبی مشاهده شد. نتایج تحقیقات بیان شده و یافته‌های تحقیق حاضر ممکن است گویای این واقعیت باشند که بیشترینسودمندی تمرینبدنیهنگامیبدست بیاید که هر دو نوع هوازی و مقاومتی به صورت ترکیبی انجام شود. از این رو، با توجه به اینکه HIFT دربرگیرنده هم تمرینات هوازی و مقاومتی است می‌تواند شیوه‌ی نوین تمرینی سودمند در دستیابی به سازگاری‌های مطلوب در افراد با شرایط خاص بیماری و سندرم متابولیک باشد. در رابطه با CRP نتایج تحقیقات ضد و نقیض است. همسو با نتایج تحقیق حاضر، دونگز[1] و همکاران در رابطه با تاثیر ده هفته تمرین مقاومتی یا هوازی بر فعالیت سرمیCRPدریافتند که فقط تمرین مقاومتی موجب کاهش قابل توجه غلظتCRPشد (25). همچنین در مطالعه طالبی و صفارزاده (26) و فلیپس[2] و همکاران (27) کاهش CRP حاصل شد که همسو با نتیجه تحقیق حاضر می‌باشد. در مقابل، در تحقیقسوئیفت[3] و همکاران 9 ماه تمرینهوازی، مقاومتی و ترکیبی (هوازی–مقاومتی)موجب ایجاد تغییرات (کاهش) معنادار در سطوح CRPافراد مبتلابه دیابت نوع دو نشد (28)، که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد.

[1].Donges
[2].Phillips
[3].Swift

Copyright ©The authors
Publisher: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

به نظر می رسد دلایل تاثیر تمرین ورزشی و کورکومین بر سطوح در گردش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی (SOD و GPX) و CRP را می‌توان به مکانیسم-های ذیل نسبت داد: مواردی مانند پاکسازی رادیکال‌های آزاد واکنش‌پذیر، کاهش التهاب و اجزای مرتبط با سندرم متابولیکی، بهبود حساسیت انسولینی و کاهش مقاومت انسولینی، تغییر سایتوکین‌های پیش‌التهابی، افزایش فعال-سازی رونویسی Nrf2، کاهش وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی، افزایش توده عضلانی، سیتوکین‌های تولید شده توسط میوسیت‌ها از طریق فعال سازی پروتئین کیناز فعال شده با(AMP(AMPK،کاهش بیان گیرنده-های شبه تول (TLR) و فاکتور رونویسی هسته‌ای-κB(NF-κB) در مونوسیت‌ها و ماکروفاژها، تنظیم کاهشی پروتئین کینازهای سیگنالینگ درون سلولی، کاهش تجمع ماکروفاژها در بافت چربی، افزایش رگ‌زایی و خون‌رسانی و کاهش هیپوکسی و التهاب ناشی از آن در بافت چربی (7،8،29،30).

بعلاوه،درهنگامتمریناتورزشییهدلیلنیازمتابولیکبالا،جریانخونعضلاتومیزاناکسیژند ریافتی آن‌هاافزایشمی‌یابدکهاینامرموجبتولیدبیشترگونه-هایفعالاکسیژندرعضلاتاسکلتیمی‌شود. اینافزایشموقتدرگونه-هایفعالاکسیژنسببفعالکردنمسیرهایسیگنالینگمی‌شودکهمنجر بهافزایشبیان آنزیم‌هایآنتیاکسیدانی می‌شود (30). همچنین گزارش شده است که به دنبال انجام تمرین هوازی و مصرف 80 میلی‌گرم نانوکورکومین در روز به مدت شش هفته در زنان 60 تا 65 سال مبتلا به سندرم متابولیک، سطوح CRP کاهش معنادار و اینترلوکین-10 (IL-10)[1] و فاکتور نورون‌زایی مشتق‌شده از مغز (BDNF)[2]، افزایش معناداری داشتند (8). از این رو، چنین استنباط شد و در مطالعات قبلی نیز مشخص شده است که افزایش فعالیت اینترلوکین‌های ضدالتهابی و اینترلوکین-6 (IL-6)[3] آزاد شده از بافت عضلانی موجب کاهش تولید CRP می‌گردد. همچنین نانوکورکومین بواسطه سرکوب NF-Kb بیان ژن سایتوکین‌های التهابی تولیدی را مهار می‌کند. گذشته از اثرات مهاری مستقیم بر تولید و آزادسازی سایتوکین، کاهش چندین مؤلفه سندرم‌های متابولیک، مانند چاقی، مقاومت به انسولین، دیس‌لیپیدمی، هایپرگلیسمی و فشار خون بالا، ممکن است مسئول کاهش سطح سایتوکین‌های پیش‌التهابی پس از مکمل نانوکورکومین باشد (8). بنابراین، در تحقیق حاضر احتمالاً مداخله HIFT و مصرف نانوکورکومین به گونه‌ای مکانیسم‌های فوق را تحت تاثیر قرار داده‌اند که منجر به تعدیل سطوح سرمی CRP و افزایش فعالیت دستگاه آنتی اکسیدانی بدن شده‌اند.

در نهایت بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر و نتایج مطالعات تا حدی مشابه، می‌توان از مداخله HIFT همراه با مصرف نانوکورکومین به عنوان یک راهبرد نوین تمرینی کارآمد و سودمند در کنترل و پیشگیری بیماری‌های مرتبط با سندرم متابولیک نام برد که پرداختن به آن موجب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و تعدیل پاسخ‌های التهابی می‌گردد. نقطه قوت تحقیق حاضر این بود که برای اولین بار در این تحقیق اثر HIFT و نانوکورکومین بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی و التهابی زنان مبتلا به سندرم متابولیک بررسی شد. اما مطالعه حاضر محدودیت‌های هم دارد که باید از آن‌ها آگاه بود. از آنجایی که این مطالعه فقط روی زنان انجام شده است، نمی‌توانیم مطمئن باشیم که اثرات مشابهی در مردان نیز حاصل شود. دوز مصرفی مختلف یک مکمل از عوامل اثر گذار بر نتایج است که ما بنا بر محدودیت‌ها فقط یک دوز مصرفی را مورد مطالعه قرار دادیم. مقایسه اثرات تمرین HIFT با HIIT همراه با مکمل‌یاری ابهامات موجود در خصوص این دو الگوی تمرینی را مرتفع خواهد ساخت. لذا امید آن می‌رود در تحقیقات آتی این محدودیت‌ها مورد توجه قرار گیرد تا بتوان نتایج را با اطمینان بالا تعمیم داد.

نتیجه‌گیری

بنابراین، یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد به دنبال دوازده هفته HIFT و مصرف نانوکورکومین CRP کاهش و SOD، GPX و TAC افزایش یافتند و در شاخص‌های ترکیب بدنی نیز تغییرات مطلوب حاصل شد. بیشترین سودمندی‌ها به اثر توام HIFT و نانوکورکومین اختصاص داشت. از این رو، زنان مبتلا به سندرم متابولیک می‌توانند در برنامه‌های ورزشی خود از این مداخله به جهت بهبود وضعیت ترکیب بدنی، متابولیکی، فیزیولوژیکی، آنتی‌اکسیدانی و التهابی بهره‌مند شوند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه شرکت‌کنندگان که ما را در انجام تحقیق حاضر کمک نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

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

Reference

1. Neeland IJ, Lim S, Tchernof A, Gastaldelli A, Rangaswami J, Ndumele CE, Powell-Wiley TM, Després JP. Metabolic syndrome. Nature Reviews Disease Primers. 2024;10(1):77.
2. Masenga SK, Kabwe LS, Chakulya M, Kirabo A. Mechanisms of oxidative stress in metabolic syndrome. International journal of molecular sciences. 2023;24(9):7898.
3. Vona R, Gambardella L, Cittadini C, Straface E, Pietraforte D. Biomarkers of oxidative stress in metabolic syndrome and associated diseases. Oxidative medicine and cellular longevity. 2019;2019(1):8267234.

[1]. Interleukin-10
[2].Brain-Derived Neurotrophic Factor
[3].Interleukin-6

©The authors
Publisher: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

Specific Performance Resulting from 16-Weeks of HIFT. PloS one 2018; 13(6): e0198324.
18. Bateni Z, Behrouz V, Rahimi HR, Hedayati M, Afsharian S, Sohrab G. Effects of nano-curcumin supplementation on oxidative stress, systemic inflammation, adiponectin, and NF-κB in patients with metabolic syndrome: A randomized, double-blind clinical trial. Journal of Herbal Medicine. 2022;31:100531.
19. Noruzi S, Meshkati Z, Badami R, Nasiri R. The effect of high intensity interval training (HIIT) and dietary supplement Curcumin on cognitive function and the level of stress markers in the brain of male Balb/C mice exposed to lead nitrate. Motor Behav. 2023;15:69-100.
20. Gorzi A, Rahmani A, Ekradi S. The Effect of Intake Duration of Curcumin Supplementation along with HIIT on Antioxidant Balance of Skeletal Muscle, Heart, and Liver in Male Rats. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology, 2023; 10(1): 112-126.
21. Naghizadeh H, Heydari F. The effect of 12 weeks of HIIT and curcumin consumption on oxidative indices in obese men with type-2 diabetes mellitus. Journal of Sport and Exercise Physiology, 2022; 15(4): 67-81.
22. Oguzturk H, Ciftci O, Aydin M, Timurkaan N, Beytur A, Yilmaz F. Ameliorative effects of curcumin against acute cadmium toxicity on male reproductive system in rats. Andrologia. 2012;44(4):243-9.
23. Sarkar S, Debnath M, Das M, Bandyopadhyay A, Dey SK, Datta G. Effect of high intensity interval training on antioxidant status, inflammatory response and muscle damage indices in endurance team male players. Apunts Sports Medicine. 2021;56(210):100352.
24. Vieira-Souza LM, Aidar FJ, Nunes PR, de Araújo Costa R, dos Santos JL, Getirana-Mota M, de Oliveira DC, Brito CJ. Effects of high-intensity interval training on antioxidant capacities. RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento. 2024;18(115):784-92.
25. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein and body composition. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(2):304-13.
26. Talebi-Garakani E, Safarzade A. Resistance training decreases serum inflammatory markers in diabetic rats. Endocrine. 2013;43(3):564-70
27. Phillips MD, Patrizi RM, Cheek DJ, Wooten JS, Barbee JJ, Mitchell JB. Resistance training reduces subclinical inflammation in obese, postmenopausal women. Med Sci Sports Exerc. 2012; 44(11):2099-110
28. Swift DL, Johannsen NM, Earnest CP, Blair SN, Church TS. Effect of exercise training modality on C-reactive protein in type 2 diabetes. Med Sci Sports Exerc. 2012;44(6):1028-34.
29. You T, Arsenis NC, Disanzo BL, Lamonte MJ. Effects of exercise training on chronic inflammation in obesity: current evidence and potential mechanisms. Sports Med. 2013;43(4):243–56.
30. 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. Nat Rev Immunol. 2011;11(9):607–15.
4. Kıran TR, Otlu O, Karabulut AB. Oxidative stress and antioxidants in health and disease. Journal of Laboratory Medicine. 2023;47(1):1-1.
5. Kim BM, Ryu SY, Han MA, Choi SW. Loss of significant association between high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) and metabolic syndrome after adjustment for waist circumference found in 2022 Korea National Health and Nutrition Examination Survey data. Journal of Physiological Anthropology. 2025;44(1):16.
6. Santiago DD, Lopes JS, Neto AM, Andrade CM. Analysis of biomarkers in response to high intensity functional training (HIFT) and high intensity interval training (HIIT): A systematic review study. Archives of Current Research International. 2021;21(3):59-72.
7. Hamidie RD, Patriasih R, Sulastri A. Potential of nanocurcumin on cytokine storm through decreased il-6 and tnf-a expression. Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences. 2021 6;17.
8. Osali A. Aerobic exercise and nano-curcumin supplementation improve inflammation in elderly females with metabolic syndrome. Diabetology & Metabolic Syndrome. 2020;12(1):26.
9. Jamshidi RF, Nikoofar M, Nayebifar S. Effectiveness of eight weeks aerobic training and nano curcumin supplementation on serum amyloid a protein content and body composition in overweight and obese women. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2020;12(2):1-8.
10. Fakhri S, Shakeryan S, Alizadeh A, Shahryari A. Effect of 6 weeks of high intensity interval training with nano curcumin supplement on antioxidant defense and lipid peroxidation in overweight girls-clinical trial. Iranian journal of diabetes and obesity. 2020;11(3):173-180.
11. Noorbakhsh S, Roshan VD. Influence of 8 weeks of Tabata high-intensity interval training and nanocurcumin supplementation on inflammation and cardiorespiratory health among overweight elderly women. Preventive Nutrition and Food Science. 2023;28(3):224-234.
12. Dos Santos H, Vargas MA, Gaio J, Cofie PL, Reis WP, Peters W, Berk L. Cardiorespiratory fitness decreases high-sensitivity C-reactive protein and improves parameters of metabolic syndrome. Cureus. 2024;16(6).
13. Makiel K, Targosz A, Kosowski P, Suder A. Effects of Aerobic-Resistance Training and Nutritional Intervention on Adiponectin, Interleukin-6, and hs-CRP Concentrations in Men with Abdominal Obesity—A Randomized Controlled Trial. International Journal of Molecular Sciences. 2025;26(19):9500.
14. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, Fallucca S, Alessi E, Letizia C, Jimenez A, Fallucca F. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2010;20(8):608-17.
15. Bompa TO, Buzzichelli C. Periodization-: theory and methodology of training. Human kinetics; 2019.
16. Glassman G. A Theoretical Template for Crossfit's Programming. CrossFit J 2003; 6: 1-5.
17. Feito Y, Hoffstetter W, Serafini P, Mangine G. Changes in Body Composition, Bone Metabolism, Strength, and Skill-

Copyright ©The authors **Publisher**: AzarbaijanShahidMadani University **ISSN** (online): 2676-6507

مطالعات کاربردی
تندرستی در فیزیولوژی ورزش
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
تأسیس: ۱۳۶۷
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir
مقاله پژوهشی
OPEN ACCESS

In Press