Jundishapur
Scientific Medical Journal

Research Paper

The Effect of a Period of Functional Exercise with and Without Chlorella Vulgaris Supplement on some Inflammatory, Lipid Peroxidation and Antioxidant Indices in Overweight and Obese Men

Mehdi Shirzadfar[1], *Asghar Tofighi[1], Javad Tolouei Azar[1], Bahram Jamali Gharakhanlou[2]

1. Department of Sports Physiology and Corrective Movements, Faculty of Sports Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.
2. Department of Basic Sciences, Faculty of Paramedicine, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Shirzadfar M, Tofighi A, Tolouei Azar J, Jamali Gharakhanlou B. [The Effect of a Period of Functional Exercise with and Without Chlorella Vulgaris Supplement on some Inflammatory, Lipid Peroxidation and Antioxidant Indices in Overweight and Obese Men (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2024; 23(1):75-88. 10.32592/JSMJ.23.1.75

https://doi.org/10.32592/JSMJ.23.1.75

ABSTRACT

Background and Objectives Obesity is related to an increase in free radicals and oxidative stress or a decrease in the antioxidant capacity of the body. The purpose of this study is investigate the effect of a period of functional exercises with and without chlorella vulgaris supplement on some inflammatory, lipid peroxidation and antioxidant indicators in overweight and obese men.

Subjects and Methods This was a quasi-experimental study with a pre-test-post-test design in which 40 overweight and obese men were selected randomly and divided into 4 groups (n=10 each): placebo, supplement, placebo+exercise, and supplement+exercise. Blood sampling was done in four stages to evaluate TNF-α, hs-CRP, MDA, GPx and SOD variables. Functional exercises were performed three sessions per week continued for 12 weeks, each session lasting 60 minutes. Subjects took three 300 mg Chlorella vulgaris capsules daily. Statistical analyses were performed at a significance level of p≤0.05 using SPSS version 22.

Results After adjusting the pre-test scores, the levels of serum TNF-α, hs-CRP, MDA, GPx and SOD in the post-test in the placebo, supplement, exercise and exercise+supplement groups had a statistically significant difference (p≤0.05). Comparing the groups showed that the level of serum TNF-α, CRP and MDA in the exercise group was significantly lower than that in the placebo group and that the serum level of GPx and SOD in exercise group was higher compared with the placebo group (p≤0.05).

Conclusion According to the findings of the present study, it seems that chlorella supplement along with functional exercise can reduce the inflammatory and oxidative effects in obese people and increase the antioxidant effects.

Keywords Functional exercise, Chlorella, inflammatory index, Oxidative stress, Antioxidant, Obesity and overweight

Received: 06 Feb 2024
Accepted: 02 Mar 2024
Available Online: 20 May 2024

Corresponding Author:
Asghar Tofighi
Address: Department of Sports Physiology and Corrective Movements, Faculty of Sports Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.
Tel: +989144467079
E-Mail: a.tofighi@urmia.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Obesity is associated with an increase in free radicals and oxidative stress or a reduction in the body's antioxidant capacity. Increased oxidative stress is a key factor in obesity-related metabolic syndrome and arises from an imbalance between the generation of free radicals and the body's antioxidant defense capacity [7]. The rise in free radical formation due to sports and the oxidizing properties of these molecules seem to contradict the general understanding of the positive effects of physical activity. In other words, physical activity leads to the production of free radicals in the body [11]. Therefore, after exercise, there will be an imbalance between the production of oxygen free radicals and the body's antioxidant defense capacity, known as oxidative stress [12]. Oxidative stress caused by obesity and overweight has a direct relationship with obesity-related metabolic syndromes such as atherosclerosis, hyperglycemia, hyperlipidemia, hypertension, cancer, and cardiovascular diseases [13]. However, the complications of obesity and overweight are reduced after engaging in physical activities and using nutritional interventions. The intensity of exercise and the type of nutrition both play a role in producing free radicals. Functional exercises and chlorella supplementation are two methods to improve the complications caused by obesity by using medicine and exercise, respectively. Functional exercises include physical exercises, such as single-structure aerobic exercises (e.g., running, cycling, and rowing), body weight movements (e.g., squats and swimming), and derivatives of weight lifting (e.g., shoulder presses and deadlifts) [16].

Functional exercises emphasize functional and multi-joint movements that can be modified according to any level of physical fitness. More involvement of muscles is achieved through aerobic exercise and strength training, which may affect glucose absorption in people with type 2 diabetes mellitus [16]. Park (2010) proposed using plant sources and nutritional approaches as one of the desirable treatment options for weight loss [1]. One of the herbal supplements with antioxidant properties used for therapeutic purposes today is Chlorella. This algae has various types, with Chlorella vulgaris being the primary and most beneficial. Chlorella algae is a type of unicellular green marine algae that is a good source of protein, fat-soluble vitamins, fiber, fatty acids, and minerals. It is a source of health promotion in various types of disorders such as stomach ulcers, constipation, anemia, fat disorders, atherosclerosis, blood glucose, high blood pressure, and cardiovascular diseases. Using herbal medicine for increasing antioxidant levels or reducing free radicals has garnered significant attention. Utilizing nutritional factors and antioxidant supplements may be an effective method to counteract the oxidative stress induced by intense physical activities. Consequently, there has been a growing focus on the efficacy of herbal and natural supplements in addressing the harm caused by free radical production. Therefore, this research aims to investigate the effect of a period of functional exercise with and without chlorella vulgaris supplement on some inflammatory, lipid peroxidation, and antioxidant indicators in overweight and obese men.

Methods

This study was a pre-test-post-test semi-experimental design with ID IR.URMIA.REC.1402.022 from the Research Ethics Committee of Urmia University. The participants in this study were overweight and obese men aged 20 to 35 with a body mass index of 25-34.9 kg/m2. After a general call and confirmation of the participants' obesity or overweight status, 40 eligible individuals were selected to participate. They were provided with explanations of the study process and obtained informed consent. The work details were then explained to them, and they were requested to attend three sessions a week to coordinate and measure anthropometry, diet, and maximum aerobic capacity indicators at the specified location. During the initial session, the subjects' body composition factors were measured using a body composition analyzer (InBody 3.0). In another session, the daily diet registration form was used to measure the energy intake and control the subjects' nutrition. After instructing individuals to document their daily meals, they were instructed to log all food intake for three days using specific forms. Subsequently, the participants were randomly split into four groups of ten people each as follows: placebo, chlorella vulgaris supplement, placebo + functional exercises, and chlorella vulgaris supplement + functional exercises. The groups receiving functional exercises performed three sessions per week and 60 minutes of stationary circular resistance and aerobic exercises for 12 weeks [17]. The groups receiving the supplement also consumed three capsules each day, each containing 300 mg of Chlorella vulgaris algae, half an hour before each meal. In order to determine the maximum aerobic power and stimulate the antioxidant system, all subjects performed the modified Bruce test before and after 12 weeks of functional training. Blood sampling was conducted in four stages: at baseline, immediately after the Bruce test, 48 hours after the final 12-week training session, and once more immediately after the Bruce test. Evaluation of TNF-α, hs-CRP, MDA, GPx, and SOD variables was done using relevant kits. The data obtained from a two-way analysis of variance with repeated measurements (the effect of time in the group) was utilized. If significance was observed, Tukey's post hoc test compared group differences, and a one-way ANOVA test was used to assess differences across measurement times. All operations and statistical analyses were performed at a significance level of five percent ($p \leq 0.05$) using SPSS version 22 statistical software.

Results

Covariance analysis results for TNF-α, hs-CRP, GPx, MDA, and SOD levels indicated a significant group effect

at the 95% probability level. In other words, there is a significant difference in serum levels of these indicators in the post-test among the placebo, supplement, exercise, and exercise + supplement groups after adjusting for pre-test scores ($p < 0.05$).

Also, the results of Bonferroni's post hoc test showed that the level of serum TNF-α in the exercise group and the exercise + supplement group and MDA in the supplement group and the exercise + supplement group were significantly lower than the placebo group ($p<0.05$) [Chart 1 and 4]. Also, the levels of serum hs-CRP and GPx in the supplement group, exercise group, and exercise + supplement group are significantly lower and higher than the placebo group, respectively ($p< 0.05$)[Charts 2 and 3]. The level of serum SOD in the supplement group, exercise group, and exercise + supplement group is significantly higher than in the placebo group. In the exercise + supplement group, it is significantly higher than the exercise group ($p< 0.05$). [Chart 5].

Conclusion

The findings suggest that combining functional exercises with chlorella supplements strengthens antioxidant indicators, and reduces inflammatory indicators and lipid peroxidation. This combination has the most significant effect. Therefore, functional exercises and chlorella supplementation can be used to enhance inflammatory and anti-oxidative defense in overweight and obese individuals under specialist supervision.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The proposal of this research with ID IR.URMIA.REC.1402.022 has been approved by the Research Ethics Committee of Urmia University.

Funding

This research has no financial sponsor.

Authors contributions

All authors contributed to the preparation, analysis of data as well as writing of the article.

Conflicts of interest

The authors of the article have no conflict of interest.

Acknowledgements

The present study is taken from the Phd thesis of the Department of Sports Physiology, and the authors express their gratitude to all the subjects who participated in the research.

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

مقاله پژوهشی

تاثیر یک دوره تمرینات فانکشنال با و بدون مکمل کلرلا ولگاریس بر برخی شاخص‌های التهابی، پراکسیداسیون لیپیدی و آنتی‌اکسیدانی در مردان دارای اضافه وزن و چاق

مهدی شیرزادفر[۱]، *اصغر توفیقی[۱]، جواد طلوعی‌آذر[۱]، بهرام جمالی قراخانلو[۲]

۱ .گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲ .گروه علوم پایه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Shirzadfar M, Tofighi A, Tolouei Azar J, Jamali Gharakhanlou B. [The Effect of a Period of Functional Exercise with and Without Chlorella Vulgaris Supplement on some Inflammatory, Lipid Peroxidation and Antioxidant Indices in Overweight and Obese Men (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2024; 23(1):75-88. 10.32592/JSMJ.23.1.75

https://doi.org/10.32592/JSMJ.23.1.75

CC BY NC

چکیده

زمینه‌وهدف چاقی با افزایش رادیکال‌های آزاد و استرس اکسایشی یا کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن ارتباط دارد. مطالعه حاضر با هدف تاثیر یک دوره تمرینات فانکشنال با و بدون مکمل کلرلا ولگاریس بر برخی شاخص‌های التهابی، پراکسیداسیون لیپیدی و آنتی‌اکسیدانی در مردان بیش‌وزن و چاق می‌باشد.

روش‌بررسی مطالعه حاضر یک طرح نیمه تجربی است که ۴۰ مرد بیش وزن و چاق به صورت کاملاً تصادفی انتخاب و در ۴ گروه ۱۰ نفری شامل دارونما، مکمل، دارونما+تمرین و مکمل+تمرین تقسیم‌بندی شدند. نمونه‌گیری خونی در چهار مرحله جهت ارزیابی متغیرهای TNF-α، hs-CRP، MDA، GPx و SOD انجام گرفت. تمرینات فانکشنال به مدت ۱۲ هفته و هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه صورت گرفت. آزمودنی‌ها روزانه سه کپسول ۳۰۰ میلی‌گرمی کلرلا ولگاریس مصرف کردند. تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری پنج درصد (p≤۰/۰۵) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۲ انجام شد.

یافته‌ها نتایج نشان داد پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون، میزان سطح سرمی TNF-α، hs-CRP، MDA، GPx و SOD در پس‌آزمون در گروه دارونما، مکمل، تمرین و تمرین+مکمل دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد.در مقایسه دو تایی گروه‌ها مشاهده شد که میزان سطح سرمی TNF-α، CRP و MDA در گروه تمرین بطور معنی‌داری کمتر از گروه دارونما و سطح سرمی GPx و SOD در گروه‌های تمرینی بیشتر از گروه دارونما می‌باشد (P<۰/۰۵).

نتیجه گیری با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر به نظر می‌رسد مکمل کلرلا به همراه تمرینات فانکشنال می‌تواند اثرات التهابی و اکسایشی در افراد چاق را کاهش و در مقابل اثرات ضد اکسایشی را افزایش دهد.

کلیدواژه‌ها تمرینات فانکشنال، کلرلا، شاخص التهابی، استرس اکسیداتیو، آنتی اکسیدان، چاقی و اضافه وزن

تاریخ دریافت: ۱۷ بهمن ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۲ اسفند ۱۴۰۲
تاریخ انتشار: ۳۱ اردیبهشت ۱۴۰۳

نویسنده مسئول:
اصغر توفیقی
نشانی: ارومیه، جاده نازلو، دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی
تلفن: ۰۹۱۴۴۴۶۷۰۷۹
رایانامه: a.tofighi@urmia.ac.ir

مقدمه

چاقی و اضافه وزن یکی از مهمترین مشکلات سلامتی در جوامع امروز است [۱] و میزان شیوع آن روز به روز در حال افزایش است. بر اساس گزارشات سازمان بهداشت جهانی امروزه تقریباً ۶۵۰ میلیون بزرگسال از چاقی رنج می‌برند [۲]. شیوع اضافه وزن و چاقی در ایران نزدیک به ۵۰ ٪ در افراد ۶۵-۱۵ ساله گزارش شده است [۳]. افراد دارای اضافه وزن یا چاق بیشتر در معرض خطر بیماری‌های غیرواگیر از جمله دیابت نوع دوم و بیماری‌های قلبی عروقی هستند [۴]. همچنین، تجمع چربی و شاخص توده بدن همبستگی بالایی با شاخص‌های استرس اکسیداتیو سیستمیک ارتباط دارند [۵]. چاقی از طریق اکسیداسیون میتوکندری و پراکسیزومی اسیدهای چرب، مصرف بیش از حد اکسیژن در زنجیره تنفسی میتوکندری، تغییر متابولیسم اکسیژن ناشی از رژیم‌های غنی از چربی، کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز)، تولید سوپراکسید از اکسیدازهای NADPH، اکسیداتیو فسفوریلاسیون، اکسیداسیون خودکار گلیسرآلدئیدها، فعال‌سازی پروتئین کیناز C و مسیرهای پلیول / هگزوزامین باعث ایجاد استرس اکسیداتیو می‌شود [۶]. تحقیقات متعدد نشان داده است که چاقی با افزایش رادیکال‌های آزاد و استرس اکسایشی یا کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن ارتباط دارد و باعث افزایش استرس اکسایشی و پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود. افزایش استرس اکسایشی عامل مهمی در سندرم متابولیک مرتبط با چاقی است [۶]. رادیکال‌های آزاد اتم‌ها یا مولکول‌هایی هستند که به دلیل وجود الکترون‌های جفت نشده در مدار ظرفیت خود بسیار واکنش‌پذیر و آسیب‌پذیر هستند. افزایش رادیکال‌های آزاد منجر به استرس اکسایشی می‌شود. استرس اکسایشی نتیجه عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و ظرفیت دفاعی آنتی اکسیدانی بدن است [۷]. در شرایط طبیعی، تعادل بین گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن و دفاع آنتی اکسیدانی در افراد سالم وجود دارد. اگر این تعادل از بین برود، استرس اکسیداتیو ایجاد می‌شود که به مولکول‌های بیولوژیکی مانند اسیدهای هسته‌ای ، غشای فسفولیپید و پروتئین‌های داخل و خارج سلولی و در نهایت باعث بیماری‌های مختلف مانند بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، سرطان‌ها، آلزایمر، پارکینسون، آب مروارید و پیری می‌شود [۶]. مکانیسم‌های دفاعی شناخته شده بدن برای مقابله با رادیکال‌های آزاد آنزیم‌های آنتی اکسیدانی هستند که نقش مهمی در تعادل واکنش‌های اکسیداسیون بدن دارند. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از جمله: سوپراکسید دیسموتاز((Super Oxide Dismutase (SOD)، گلوتاتیون پراکسیداز ((Glutathione Peroxidase (GPX) و کاتالاز((Catalase (CAT) ، مهمترین آنتی اکسیدان‌های بدن برای سم‌زدایی رادیکال‌های آزاد و به عنوان اولین خط دفاعی بدن در برابر ROS هستند [۸]. سطح پایین ROS می‌تواند به عنوان پیام‌رسان ویژه برای مسیرهای انتقال سیگنال سلولی عمل کند که برای عملکرد طبیعی سلول‌ها و عروق ضروری است [۹]. یکی از راه حل‌های پیشنهاد شده توسط محققان برای مقابله با رادیکال‌های آزاد، ورزش و فعالیت بدنی است. اهمیت فعالیت بدنی به حدی است که به عنوان یک عامل مهم در بهبود کیفیت زندگی همه افراد در نظر گرفته می‌شود [۱۰]. افزایش شکل‌گیری رادیکال‌های آزاد در اثر فعالیت‌های ورزشی و خاصیت اکسیدکنندگی این مولکول‌ها، موضوعی است که به نظر می‌رسد با دانسته‌های عمومی افراد در مورد اثرات مثبت فعالیت‌های بدنی در تعارض باشد، به عبارتی فعالیت‌های بدنی باعث تولید رادیکال‌های آزاد در بدن می‌شوند [۱۱]. بنابراین عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و ظرفیت دفاع آنتی اکسیدانی بدن که استرس اکسیداتیو نام دارد به دنبال ورزش ایجاد می‌شود [۱۲].

طی فرایند «لیپید پراکسیداسیون» رادیکال‌های آزاد به اجزای سلولی به خصوص اسیدهای چرب غیراشباع در غشای سلولی حمله می‌کنند و باعث تولید رادیکال‌های آزاد بیشتری می‌شوند به این ترتیب که اسیدهای چرب شکسته و گازهای هیدروکربنی «اتان و پنتان» و آلدئیدها تشکیل می‌شوند و باعث آسیب عضلانی و التهاب می‌گردند. از طرفی آنتی‌اکسیدان‌ها هم نقش مهمی در مهار گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن و جلوگیری از تشکیل آن‌ها ایفا می‌کنند. دخالت گونه‌های فعال اکسیژن، نیتروژن و کلر در پاتولوژی بسیاری از بیماری‌ها کاملا ثابت‌شده است. امروزه، بیش از ۷۰ نوع بیماری ذاتاً با استرس اکسیداتیو یا فشار اکسایشی و واکنش‌های بیوشیمیایی متعاقب آن ارتباط دارد. هر گونه اختلال در عملکرد سیستم آنتی‌اکسیدانی منجر به تنش اکسیداتیو می‌شود که بسته به میزان و محل انجام آن باعث بروز و یا سرعت بخشیدن به ناهنجاری‌ها و بیماری‌های مختلفی از جمله بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های ریوی، بیماری‌های شدید کلیوی، دیابت، صرع، اختلالات کبدی، پارکینسون و سرطان می‌شود. منشاء این موارد پاتوفیزیولوژیک اختلال عملکرد میتوکندریایی و در نتیجه به هم خوردن توازن بین آزاد شدن گونه‌های فعال اکسیژن، نیتروژن و کلر و سنتز آنتی‌اکسیدان‌های دفاعی است که منجر به بروز استرس اکسیداتیو می‌شود. از عواقب جدی استرس اکسیداتیو در سطح سلولی و مولکولی تخریب DNA، ایجاد جهش و مرگ سلول از طریق آپوپتوز و نکروز است. اهمیت زیاد آنتی‌اکسیدان‌ها در علوم مختلف بیولوژی، پزشکی، تغذیه و کشاورزی نیاز به وجود یک روش ساده، آسان و معتبر برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام را ایجاد کرده است [۱۳].

براون و همکاران (۲۰۰۹) در این راستا تحقیقی در رابطه با فشار

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

اکسایشی در افراد چاق و اضافه وزن انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که فشارهای اکسایشی ناشی از چاقی و اضافه وزن در سندرم متابولیکی مرتبط با چاقی مانند: آترواسکلروز، افزایش قند خون، چربی خون و فشارخون، سرطان، بیماری‌های قلبی- عروقی رابطه مستقیم دارد [۱۳]. با این حال، عوارض ناشی از چاقی و اضافه وزن، متعاقب شرکت در فعالیت‌های ورزشی و به‌کارگیری مداخله‌های تغذیه‌ای کاهش می‌یابد که شدت تمرین و نوع تغذیه، در فرآیند تولید رادیکال آزاد نقش دارد. دو مورد از روش‌های دارویی و تمرینی برای بهبود عوارض ناشی از چاقی تمرینات فانکشنال و مکمل کلرلا می‌باشد.

تمرینات فانکشنال به معنای استفاده از تمرینات قدرتی (و سایر تکنیک‌ها) برای افزایش سازگاری‌های چند سیستمی (به عنوان مثال، قدرت، تعادل، هماهنگی، چابکی و ...)، با استفاده از تمرینات چند مفصلی، چند بخشی، چند صفحه‌ای، یکپارچه، ناپایدار و مارپیچی شناخته شده است. برخی از تحقیقات قبلی اثرات مفید این نوع تمرینات را بر متغیرهای تن سنجی و ترکیب بدن زنان دارای اضافه وزن نشان داده است [۱۴]. علاوه بر این، تمرینات فانکشنال، خود را به عنوان یکی از اصلی‌ترین روندهای تناسب اندام در سراسر جهان نشان می‌دهد و از تمرینات با پیچیدگی بالا استفاده می‌کند که به نظر می‌رسد مصرف انرژی را افزایش می‌دهد [۱۵].

تمرینات فانکشنال از انواع تمرینات ورزشی، مانند تمرینات هوازی تک ساختاری (مثل دویدن، دوچرخه‌سواری، قایقرانی)، حرکات وزن بدن (مثل اسکات، شنا) و مشتقات وزنه برداری (مثل پرس شانه، ددلیفت) می‌باشد [۱۶]. تمرینات فانکشنال بر حرکات عملکردی و چند مفصلی تأکید دارند که با توجه به هر سطح آمادگی جسمانی قابل تغییر هستند. استفاده بیشتر از عضلات از طریق تمرین هوازی و تمرین قدرتی حاصل می‌شود ، و ممکن است بر جذب گلوکز در افراد مبتلا به دیابت میلیتوس نوع دوم تأثیر بگذارد [۱۶].

یکی از مکمل‌های گیاهی که دارای خواص ضد اکسایشی است و امروزه از آن برای مقاصد درمانی استفاده می‌شود، جلبک کلرلا ولگاریس است. جلبک کلرلا نوعی جلبک سبز تک‌سلولی دریایی است که منبع خوبی از پروتئین، ویتامین‌های محلول در چربی، فیبر، اسیدهای چرب و املاح و مواد معدنی بوده و امروزه به‌عنوان یکی از غذاهای ضروری و سودمند در کل جهان شناخته می‌شود. کلرلا از قدیمی‌ترین گیاهان می‌باشد ولی ارزش تغذیه‌ای آن در دهه پنجاه میلادی شناسایی شده و به‌عنوان منبع ارتقاء دهنده سلامت در انواع مختلفی از اختلالات همچون زخم معده، یبوست، آنمی، اختلالات چربی خون، آترواسکلروز ، قند خون و فشارخون بالا و بیماری‌های قلبی و عروقی می‌باشد [۱۷]. پارک و همکاران (۲۰۱۰) استفاده از منابع گیاهی و رویکردهای تغذیه‌ای را به‌عنوان یکی از گزینه‌های درمانی مطلوب در کاهش وزن مطرح کرد [۱]. استفاده از طب گیاهی به‌عنوان یک روش درمانی، در افزایش شرایط ضداکسایشی و یا پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد، توجه فراوانی را به خود معطوف ساخته است. با این‌حال، یکی از راه‌کارهای مناسب برای محافظت در برابر اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید می‌تواند به‌کارگیری عوامل تغذیه‌ای و استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی باشد [۶]. به طوری که، در سال‌های اخیر توجه فزآینده مبنی براثر بخشی مصرف مکمل‌های گیاهی و طبیعی در مقابله با آسیب‌های ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد صورت گرفته است. بنابراین با توجه به مطالب بیان شده هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر یک دوره تمرینات فانکشنال با و بدون مکمل کلرلا ولگاریس بر برخی شاخص‌های التهابی، پراکسیداسیون لیپیدی و آنتی اکسیدانی در مردان دارای اضافه وزن و چاق می‌باشد.

روش بررسی

این مطالعه از نوع طرح نیمه‌تجربی پیش‌آزمون- پس‌آزمون با شناسه IR.URMIA.REC.1402.022 از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه ارومیه بود. جمعیت هدف این مطالعه، مردان دارای اضافه وزن و چاق بودند که با استفاده از فراخوان عمومی داده شده و بر اساس معیارهای ورود و خروج، وارد مطالعه شدند. حجم نمونه براساس مطالعات قبلی در این زمینه و سپس براساس برآورد نرم‌افزار G-power انجام پذیرفت و برای هر گروه ۱۰ نفر تعیین شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل: تمایل به همکاری و امضای فرم رضایت‌نامه آگاهانه پس از اطلاع کامل از اهداف و روش اجرای مطالعه، آقایان با دامنه‌ی سنی ۲۰ تا ۳۵ سال، دارا بودن شاخص توده‌ی بدنی در محدوده‌ی kg/m2 ۳۴/۹-۲۵ ، نداشتن فعالیت ورزشی منظم طی یک سال گذشته، توانایی انجام تمرینات فانکشنال، عدم استعمال دخانیات و نوشیدنی‌های الکلی و معیارهای خروج از مطالعه، دارا بودن سابقه‌ی انواع بیماری‌ها از جمله فشار خون بالا، بیماری‌های قلبی ـ عروقی، دیابت، کلیوی، کبدی و انواع سرطان‌ها، زخم‌های دستگاه گوارشی، هیپوتیروئیدی درمان نشده، مشکلات آرتروز و مفصل، داشتن حساسیت به مصرف انواع داروها و مکمل‌های تغذیه‌ای، داشتن رژیم غذایی خاص و مصرف هر گونه مکمل‌های گیاهی و غذایی در ۶ ماه اخیر بود. نمونه‌گیری به صورت داوطلبانه و در دسترس انجام شد. پس از تایید چاقی یا بیش وزنی شرکت‌کنندگان حاضر در فراخوان، افراد واجد شرایط برای ادامه مطالعه انتخاب شدند. به منظور آشنایی آزمودنی‌ها با فرآیند کار، توضیحات لازم برای هریک از آزمودنی‌ها داده شد و رضایت‌نامه آگاهانه اخذ گردید. به شرکت کنندگان طرح اطمینان داده شد در صورت وجود هرگونه مشکل و یا امتناع از ادامه مطالعه به هردلیلی، می‌توانند به راحتی از طرح خارج شوند.

سپس آزمودنی‌های تحت مطالعه به صورت کاملاً تصادفی در ۴ گروه به شرح ذیل تقسیم‌بندی شدند. گروه اول: دریافت کننده دارونما، گروه دوم: دریافت کننده مکمل کلرلا ولگاریس، گروه سوم: دریافت کننده دارونما + تمرینات فانکشنال، گروه چهارم: دریافت کننده مکمل کلرلا ولگاریس + تمرینات فانکشنال بود.

نحوه دریافت مکمل کلرلا ولگاریس و دارونما

آزمودنی‌های گروه ۲ و ۴ روزانه سه عدد کپسول که هر کدام حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم جلبک کلرلا ولگاریس بود؛ نیم ساعت قبل از هر وعده‌ی غذایی مصرف کردند و آزمودنی‌های گروه ۱ و ۳ نیز به همان میزان دارونما (حاوی نشاسته ذرت) دریافت نمودند.

پروتکل تمرینات فانکشنال

برنامه تمرینی شامل ۱۲ هفته تمرینات فانکشنال بود که هر جلسه ۶۰ دقیقه به طول انجامید و در ۳ جلسه غیرمتوالی در هفته اجرا شد که شامل انجام تمریناتی برای افزایش ظرفیت‌های فیزیکی مختلف در یک رویکرد یکپارچه، هم افزایی و متعادل بود [۱۸]. داوطلبان برنامه تمرین عملکردی را ۳ بار در هفته به صورت غیر متوالی شامل تمرینات هوازی و مقاومت دایره‌ای ایستگاهی انجام دادند. این جلسه تمرینی ۶۰ دقیقه به طول انجامید و ساختار آن به شرح زیر بود: ۵ دقیقه گرم کردن، به دنبال آن ۲۵ دقیقه تمرین هوازی به اضافه ۲۵ دقیقه تمرینات مقاومتی عملکردی و در نهایت با ۵ دقیقه سرد کردن خاتمه یافت. تمرینات هوازی بر روی تردمیل انجام شد و شدت آن معادل ادراک خستگی در مقیاس بورگ در نظر گرفته‌شد (بورگ ۱۹۹۸).

تمرین مقاومتی نیز در یک طرح دایره‌ای با ۳ پاس در ۸ ایستگاه انجام گردید. هر پاس شامل اجرا به مدت ۴۰ ثانیه با فاصله ۲۰ ثانیه استراحت بود. در مجموع، ۴ دایره مختلف وجود داشت. همچنین برای اضافه بار تمرینات هم، از وزنه‌های آزاد (میله، صفحه، وزنه)، باند کشی (باند الاستیکی) و وزن بدن استفاده شد (جدول ۱) [۱۸]. جهت تعیین توان هوازی بیشینه و نیز تحریک سیستم آنتی‌اکسیدانی همه آزمودنی‌ها تست اصلاح شده بروس را در قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین فانکشنال انجام دادند.

روش اجرای مطالعه

ابتدا وضعیت سلامت کلیه افراد از طریق پرسشنامه سابقه پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی ارزیابی گردید.

روش‌های جمع‌آوری اطلاعات

پس از کسب رضایت آگاهانه از آزمودنی‌ها، جزئیات کار برای آنها تشریح شد و از آنها خواسته شد طی یک هفته و در سه جلسه جهت هماهنگی و اندازه‌گیری شاخص‌های تن‌سنجی، رژیم غذایی و سنجش توان هوازی بیشینه در محلی که تعیین شد حضور یافتند. در جلسه اول، عوامل ترکیب بدنی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه تحلیل کننده ترکیب بدن (InBody 3.0) اندازه‌گیری شد. در جلسه‌ای دیگر، جهت اندازه‌گیری دریافت انرژی و کنترل تغذیه آزمودنی‌ها از فرم ثبت رژیم غذایی روزانه استفاده شد. پس از راهنمایی کامل افراد برای ثبت رژیم غذایی روزانه، از آنها خواسته شد تا کلیه مواد غذایی مصرفی خود را به مدت سه روز در فرم‌های مخصوص ثبت نمایند.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی

جمع‌آوری نمونه خون و جداسازی سرم

نمونه‌گیری خونی هم در چهار مرحله به ترتیب در حالت پایه، بلافاصله پس از تست بروس و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینات ۱۲ هفته‌ای و دوباره بلافاصله پس از تست بروس انجام گرفت. در هر بار خون‌گیری ۵ سی‌سی خون از ورید پیش‌آرنجی اخذ گردید. سپس جهت جداسازی

جدول ۱. پروتکل ۱۲ هفته تمرینات فانکشنال در گروه‌های تمرین و تمرین+مکمل

هفته	تمرینات	مدت
اول، پنجم و نهم	بشین پاشو با آرنج خم، شنای سوئدی، کرانچ با چرخش، سوئینگ وزنه، زیربغل از جلو (لت) همراه با اسکوات، صبح بخیر، دور کردن ران خوابیده به پهلو، فرشته، هواپیما	۴۰ ثانیه تمرین–۲۰ثانیه استراحت
دوم، ششم و دهم	حرکت کول هالتر با اسکات سومو، بالا سینه دمبل درازکش با شیب، چرخش بالاتنه با کش، نشر جلو همراه با لانگز پهلو، زیربغل پارویی معلق، خم کردن زانو و بازو با هم، پهلو طرفین، تعادل با یک زانو خم همراه با چشمان بسته	۴۰ ثانیه تمرین–۲۰ثانیه استراحت
سوم، هفتم و یازدهم	اسکات تراستر(رانشگر)، زانو بلند همراه با خم کردن بازو، کرانچ با توپ، نشر از جانب همراه با لانگز، پارویی پشت، ددلیفت پا صاف، پرس سینه، تعادل با یک زانو خم همراه با چشمان بسته	۴۰ ثانیه تمرین–۲۰ثانیه استراحت
چهارم، هشتم و دوازدهم	پرس سینه ایستاده، اسکات مدل سومو، پارویی پشت، کرانچ، پرس سرشانه از جلو، اکستنشن باسن، دور کردن و نزدیک کردن سرشانه(افقی)، چرخش تنه	۴۰ ثانیه تمرین–۲۰ثانیه استراحت

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

سرم، نمونه‌های خونی با دور ۳۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شدند. سرم‌های بدست آمده به میکروتیوب‌ها منتقل شده و در فریزر در دمای ۸۰ – درجه‌ی سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایشات نگهداری شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های التهابی

سنجش مقادیر TNF-α سرمی به روش الایزا با استفاده از کیت‌های شرکت Biosciences با حساسیت ۴ پیکوگرم بر میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. همچنین، مقادیر hs-CRP سرمی هم با استفاده از کیت شرکت امگا دیاگنوستیک اندازه‌گیری شد. این متغیر زیست شیمی به روش ایمونوتوربیدومتری و بوسیله دستگاه خودکار آنالایزر کوباس با شدت کدورت طول موج ۳۴۰ نانومتر به دست آمد.

اندازه‌گیری شاخص‌های اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی

جهت اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدهید (MDA) از کیت آزمایشگاهی NalondiTM محصول شرکت نوند سلامت استفاده گردید که بر اساس پروتکل مربوط به این کیت اندازه‌گیری سرمی MDA بر پایه واکنش با تیوباربیتوریک اسید (TBA) و با استفاده از روش رنگ‌سنجی تعیین گردید.

سنجش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) با استفاده از کیت تجاری NagpixTM محصول شرکت نوند سلامت انجام گردید. آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز باعث کاهش هیدروپراکسید کومن در هنگام اکسیداسیون GSH به GSSG می‌شود و در ادامه GSSG با مصرف NADPH توسط آنزیم گلوتاتیون‌ردوکتاز به GSH کاهش می‌یابد. در این واکنش، NADPH مصرف شده به‌عنوان یک مارکر تعیین مقدار GPx در نظر گرفته می‌شود و در طول موج ۳۴۰ نانومتر میزان فعالیت GPx را تعیین می‌کند. این سنجش برای اندازه‌گیری تمام پراکسیدازهای وابسته به گلوتاتیون در پلاسما، لیزات اریتروسیت، هموگلوبین و لیزات سلولی با حساسیت ۰/۵ml/mU کاربرد دارد.

سنجش فعالیت سوپراکسیددیسموتاز (SOD) نیز با استفاده از کیت تجاری NasdoxTM محصول شرکت نوند سلامت و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر Alcyon 300 ساخت آمریکا اندازه‌گیری شد.

آنالیز آماری داده‌ها

جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌های اولیه از آزمون ShapiroWilk استفاده شد. در ادامه برای بررسی فرضیات تحقیق، آزمون تحلیل واریانس دو راهه با اندازه‌گیری‌های مکرر (اثر زمان در گروه) مورد استفاده گرفت؛ در صورت معناداری از آزمون تعقیبی tukey برای تعیین تفاوت بین گروهی و برای بررسی تفاوت در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری از آزمون آنوای با اندازه گیری یک راهه استفاده شد. تمامی عملیات‌ها و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری پنج درصد (p≤۰/۰۵) با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS نسخه‌ی ۲۲ انجام شد.

یافته ها

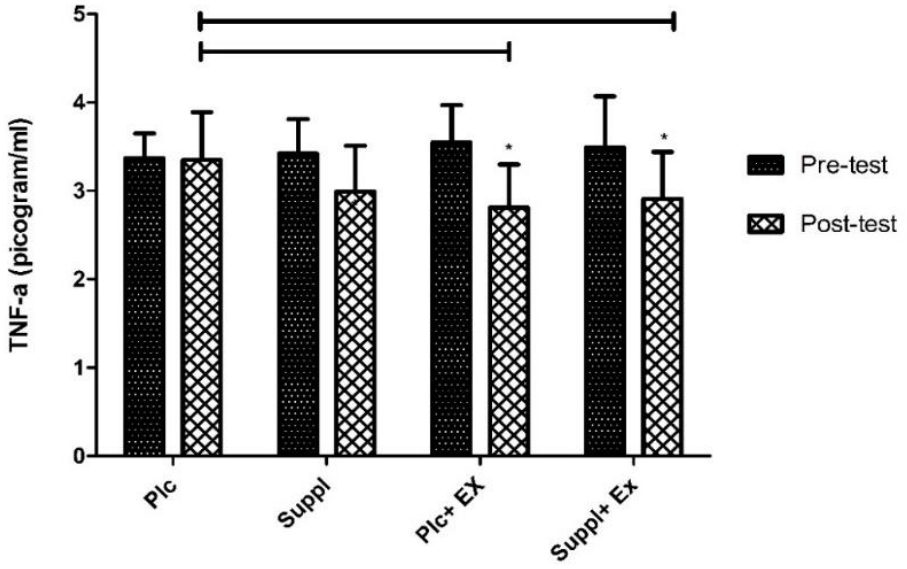
ویژگی‌های فردی گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون شاپیرو–ویلک هم نشان داد که تمامی متغیرها دارای توزیع نرمال هستند. نتایج حاصل از آزمون t زوجی نشان داد، میانگین سطوح سرمی MDA، hs-CRP و TNF-α در گروه‌های تمرین، مکمل و مکمل+تمرین در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری داشت (p < ۰/۰۵). همچنین در میانگین سطوح سرمی GPx و SOD در هر سه گروه مورد مداخله در پس آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنی‌دار مشاهده گردید (p < ۰/۰۵). نتایج تحلیل کوواریانس برای سطوح TNF-α، hs-CRP، GPx، MDA و SOD نشان داد اثر گروه در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. یعنی پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون، میزان سطح سرمی این شاخص‌ها در پس‌آزمون در گروه دارونما، مکمل، تمرین و تمرین+مکمل دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد (p < ۰/۰۵).

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

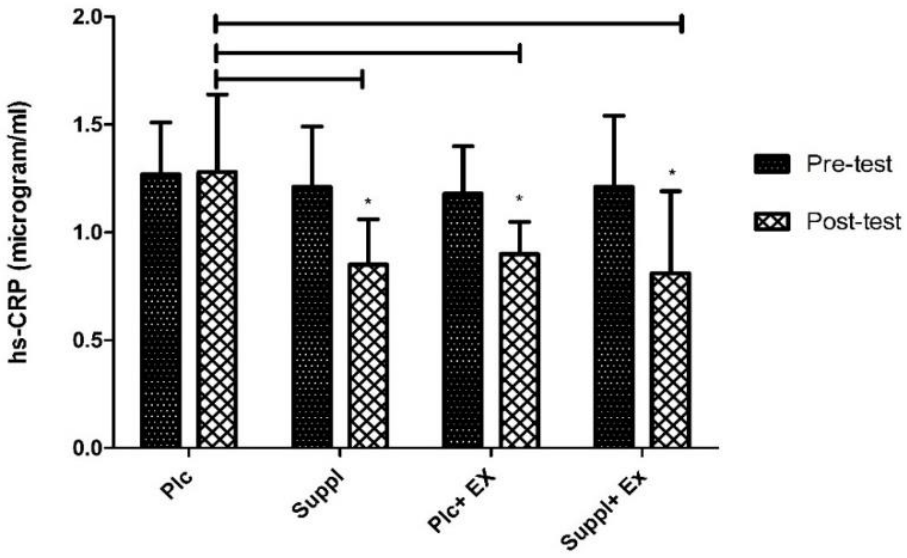
شاخص‌های مورد مطالعه	گروه‌های مورد مطالعه				P- value
	دارونما (۱۰ نفر)	مکمل (۱۰ نفر)	دارونما+تمرین (۱۰ نفر)	مکمل+تمرین (۱۰ نفر)	
سن (سال)	۳۰/۲±۴/۸	۲۹/۷±۴/۱	۳۱/۸±۳/۱	۳۰/۵±۳/۹	۰/۴۶
وزن (کیلوگرم)	۹۸/۱۵±۷/۶	۹۷/۵۵±۸/۷	۹۹/۲±۷/۳۵	۱۰۰/۱۵±۷/۷۵	۰/۳۹
قد (سانتی‌متر)	۱۷۵/۸±۳/۳۵	۱۷۳/۲±۴/۱	۱۷۷/۷۵±۲/۵۲	۱۷۴/۱۵±۳/۵۱	۰/۲۷
شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم/ متر مربع)	۳۳/۶۵±۱/۸۵	۳۲/۷۴±۳/۴۵	۳۳/۸۵±۱/۷۵	۳۲/۸۵±۲/۶۵	۰/۵۱
درصد چربی بدن	۳۳/۲۵±۵/۴۵	۳۴/۶۵±۴/۸۵	۳۲/۷۵±۶/۳۵	۳۵/۳۵±۳/۱۵	۰/۳۱
فشار خون سیستولیک (میلی‌متر جیوه)	۱۳۱±۹	۱۲۹±۱۰	۱۲۷±۱۱	۱۳۰±۸	۰/۴۹
فشار خون دیاستولیک (میلی‌متر جیوه)	۸۳±۷	۸۸±۵	۸۵±۹	۸۸±۸	۰/۵۶

مقادیر به صورت انحراف معیار ± میانگین گزارش شده‌اند.

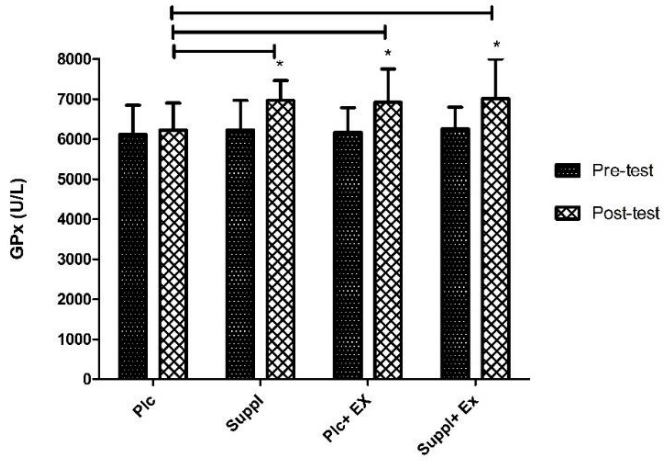
همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که میزان سطح سرمی TNF-α در گروه تمرین و گروه تمرین+مکمل و MDA در گروه مکمل و گروه تمرین+مکمل بطور معنی‌دری کمتر از گروه دارونما است (p < ۰/۰۵). (نمودار ۱ و ۴). همچنین میزان سطح سرمی hs-CRP و GPx در گروه مکمل، گروه تمرین و گروه تمرین+مکمل به ترتیب بطور معنی‌دری کمتر و بیشتر از گروه دارونما است (p < ۰/۰۵). (نمودار ۲ و ۳). میزان سطح سرمی SOD هم در گروه مکمل، گروه تمرین و گروه تمرین+مکمل بطور معنی‌دری بیشتر از گروه دارونما است. همچنین در گروه تمرین+مکمل بطور معنی‌دری بیشتر از گروه تمرین است (p < ۰/۰۵). (نمودار ۵).



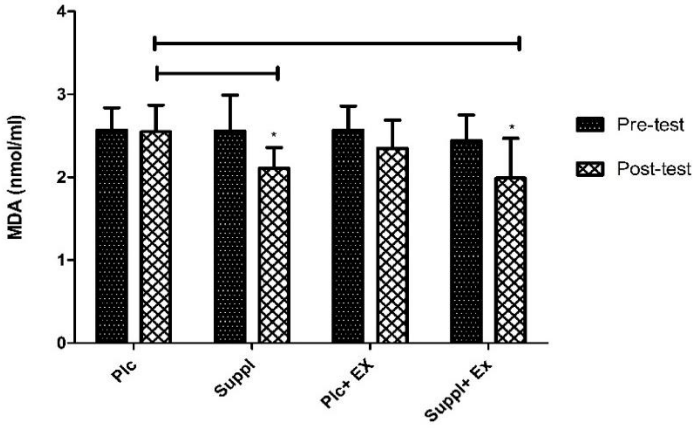
نمودار ۱. مقایسه‌ی دوتایی TNF-α در گروه‌های مورد مطالعه
*معناداری نسبت به پس‌آزمون گروه شاهد



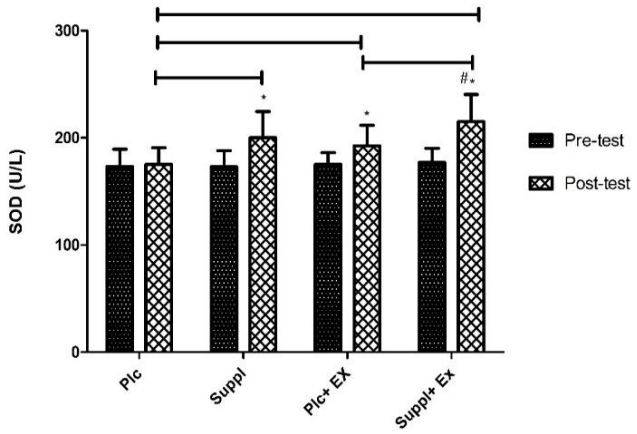
نمودار ۲. مقایسه‌ی دوتایی hs-CRP در گروه‌های مورد مطالعه
*معناداری نسبت به پس‌آزمون گروه شاهد



نمودار ۳. مقایسه‌ی دوتایی GPx در گروه‌های مورد مطالعه
*معناداری نسبت به پس‌آزمون گروه شاهد



نمودار ۴. مقایسه‌ی دوتایی MDA در گروه‌های مورد مطالعه
*معناداری نسبت به پس‌آزمون گروه شاهد



نمودار ۵. مقایسه‌ی دوتایی SOD در گروه‌های مورد مطالعه
*معناداری نسبت به پس‌آزمون گروه شاهد # معناداری نسبت به گروه تمرین

بحث

مطالعه حاضر نشان داد تمرینات فانکشنال به همراه مکمل کلرلا تاثیر معناداری بر سطوح فاکتورهای التهابی TNF-αو hs-CRP دارد به طوری که در گروه مکمل، گروه تمرین و گروه تمرین+مکمل کمتر از گروه دارونما بود. این یافته با مطالعات شفیعی و همکاران، هوری و همکاران، کلات و همکاران همسو می‌باشد [۲۰، ۱۹، ۱۷]. این یافته همچنین با مطالعات اشرفی و همکاران ناهمسو می‌باشد [۲۱]. علی اشرفی و همکاران کاهش غیرمعنادار TNF-α را بعد از هشت هفته مصرف کلرلا در افراد مبتلا به کبد چرب نشان دادند. احتمالا نوع آزمودنی‌های متفاوت، شدت تمرین و دوز مصرفی مکمل و طول دوره مداخله از دلایل همسویی مطالعه حاضر با مطالعه اشرفی باشد. تحقیقات نشان می‌دهد مکمل کلرلا با هدف کاهش فعالیت فسفولیپاز ۲، گلوتاتیون S ترانسفراز و نیز کاهش همزمان فعالیت سیکلواکسیژناز و ترومبوکسان A2 می‌تواند از افزایش شاخص‌های التهابی جلوگیری نماید که احتمالا مکانیسم‌های ذکر شده باعث کاهش فاکتورهای التهابی در مطالعه حاضر شده است [۲۲].

از طرفی مکمل کلرلا با مهار بیان NF-Kappa B و متعاقب آن با ممانعت از فعالیت TACE (TNF-alpha converting enzyme) سطح TNF-α را کاهش می‌دهد [۲۲] که احتمالا همین مکانیسم نیز در مطالعه حاضر رخ داده است. همچنین از مکانیسم‌های احتمالی دیگر می‌توان به بیان پروتئین تیروزین فسفاتاز اشاره کرد. این پروتئین بیشتر در مسیرهای سیگنالینگ سیتوکین‌ها و گیرنده‌های فاکتور رشد بیان می‌گردد. بهبود سنتز این آنزیم به عنوان یکی از عوامل دخیل در التهاب عروق، افزایش رشد تومور می‌باشد [۲۳]. همچنین استفاده از مهارکننده‌های پروتئین کینازها از اهداف درمانی مهم در کاهش التهاب می‌باشد [۲۳]. بنابراین تحقیقات نشان داده است مصرف کلرلا باعث کاهش پروتئین تیروزین فسفاتاز در سلول‌ها شده و باعث ممانعت از فعالیت برخی پروتئین کینازهای مهم در پاتولوژی التهاب مزمن و در نتیجه کاهش التهاب می‌شود [۲۳]. از طرفی کاهش فاکتورهای التهابی TNF-α وCRP بعد از تمرینات فانکشنال به طور دقیق مشخص نیست. ولی احتمالا این کاهش ناشی از سازگاری حاصل از فعالیت ورزشی منظم است که به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم از طریق کنترل تولید گلیکوپروتئین‌ها در کبد باعث کاهش سطح تولید سایتوکین‌های التهابی می‌شود. همچنین کاهش وزن، درصد چربی بدن و کاهش توده بدنی نیز از عوامل کاهش دهنده فاکتورهای التهابی است [۲۴]. از مکانیسم‌های مهم کاهش شاخص‌های التهابی کاهش وزن می‌باشد. کاهش وزن باعث کاهش شاخص‌های التهابی برگرفته از بافت چربی خواهد بود به طوری که فعالیت‌های ورزشی که بر پایه کاهش وزن می‌باشد، باعث کاهش فاکتورهای التهابی می‌گردد.

تمرینات فانکشنال از این طیف تمرینات می‌باشد که در مطالعه حاضر نیز مکانیسم کاهش وزن بدن رخ داده است و تایید کننده این موضوع می‌باشد. بنابراین کاهش وزن ناشی از کاهش چربی بدن در اثر تمرینات ورزشی به عنوان عامل اصلی کاهش التهاب سیستمیک در نظر گرفته می‌شود [۲۵]. بنابراین با توجه به کمبود مطالعات در زمینه اثر گذاری تمرینات فانکشنال به همراه مکمل دهی کلرلا، تحقیقات بیشتر در این زمینه مورد نیاز بوده و برای رسیدن به نتیجه‌گیری کامل مهم می‌باشد.

از یافته‌های دیگر مطالعه حاضر می‌توان به تاثیر معناداری تمرینات فانکشنال به همراه مکمل‌دهی کلرلا بر شاخص‌های آنتی اکسیدانی GPX و SOD داشت به طوری که در گروه مکمل، گروه تمرین و گروه تمرین+مکمل بیشتر از گروه دارونما بود. همچنین از طرفی مطالعه حاضر نشان داد تمرینات فانکشنال به همراه مکمل‌دهی کلرلا تفاوت معناداری در سطوح سرمی مالون دی آلدئید داشت به طوری که در گروه مکمل، گروه تمرین و گروه تمرین+مکمل کمتر از گروه دارونما بود. این یافته با مطالعات ملازاده و همکاران، عزیز بیگی و همکاران، اسلان و همکاران همسو و با مطالعه امیر آبادی و همکاران ناهمسو می‌باشد [۲۹-۲۶]. امیرآبادی و همکاران نشان داد این تفاوت در گروه‌های مختلف مورد تحقیق خود تفاوت معناداری ندارد. این اختلاف یافته می‌تواند ناشی از تفاوت در آزمودنی‌ها، شدت و مدت تمرینات ورزشی نسبت داده شود که بر فعالیت شاخص‌های استرس اکسیداتیو اثر گذار می‌باشد. در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد که فعالیت ورزشی فانکشنال به همراه مکمل کلرلا توانسته است سازگاری کافی را برای فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی فراهم نماید به طوری که فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در گروه‌های مکمل، مکمل +تمرین و گروه تمرین افزایش معناداری داشت که باعث کاهش فعالیت شاخص استرس اکسیداتیو (مالون دی آلدئید) شده است.

احتمالاً دلیل کاهش شاخص پراکسیداسیون لیپیدی به اثر فعالیت ورزشی و مکمل کلرلا بر کاهش فعالیت رادیکال‌های آزاد بوده است. چون گونه‌های واکنش پذیر علاوه بر تولید آسیب باعث نقش سیگنالینگ سلولی و تحریک آنزیماتیک را نیز بر انجام می‌دهند [۳۰]. انجام فعالیت ورزشی منظم ظرفیت ضد اکسایشی را افزایش داده و بافت‌های متلف بدن را در برابر فشار اکسایشی محافظت می‌نماید [۳۱]. براساس نظریه مطالعات مختلف ارتباط چاقی با افزایش استرس اکسیداتیو بیشتر توسط مطالعات دیگر مطرح شده است و عواملی که باعث افزایش استرس اکسیداتیو می‌شود هنوز ناشناخته مانده است [۳۲]. از این رو برای تفسیر ارتباط بین چاقی با افزایش استرس اکسیداتیو چندین دلیل وجود دارد. چاقی باعث افزایش فعالیت مکانیکی و متابولیکی عضله قلبی و مصرف اکسیژن را در

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

آن افزایش می‌دهد که پیامد منفی آن تولید انواع گونه‌های فعال اکسیژن را در آن افزایش می‌دهد که پیامد منفی آن آزاد شدن پراکسید هیدروژن و رادیکال سوپراکسید توسط زنجیره تنفسی در میتوکندری است [۳۳]. همچنین دلیل دیگر افزایش استرس اکسیداتیو در چاقی به کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز ارتباط دارد [۳۴]. احتمالا شدت و مدت فعالیت ورزشی فانکشنال در به همراه مکمل کلرلا توانسته است دفاع ضد اکسایشی را افزایش دهد.

یکی از عوامل احتمالی برای افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی می‌تواند بهبود میزان آدنوزین در نتیجه مصرف آدنوزین تری فسفات باشد که به واسطه اثر تنظیم کنندگی ممکن باشد و باعث ایجاد سازگاری گردد [۳۵]. عامل احتمالی دیگر اثر فعالیت ورزشی بر کاهش غلظت درون سلولی رادیکال‌های آزاد و کاهش قابلیت اتصال KB-NF به DNA نسخه برداری از ژن‌های درگیر در استرس اکسیداتیو و التهاب باشد [۳۵]. مطابق با یافته‌های ما اثر ترکیبی مصرف مکمل همراه با تمرینات فانکشنال سبب شده تا افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداسیون لیپیدی بهتر از هر دو مداخله تمرین و مکمل به صورت جدا باشد. بنابراین، به نظر می‌رسد ترکیبی از مصرف مکمل کلرلا و تمرین بدنی نسبت به تمرین و مصرف مکمل به تنهایی در بهبود وضعیت استرس اکسایشی ناشی از چاقی تاثیر مثبتی داشته باشد. اما مکانیسم اصلی احتمالی تاثیر گذار مکمل کلرلا بر کاهش پراکسیداسیون لیپیدی را می‌توان به ترکیبات پلی‌فنولی و کاروتنوییدهای موجود در این میکروجلبک می‌باشد. پلی فنول‌های موجود در این جلبک باعث اثر مهاری بر لیپاز پانکراس شده و از جذب چربی در روده جلوگیری می‌نماید و همچنین با کاهش بیان ژن PPARγ receptors Peroxisome باعث پاکسازی Ros می‌شود و فرآیند پراکسیداسیون را به پایان می‌رساند [۳۶]. در کل با توجه با کمبود مطالعات در این زمینه به نظر می‌رسد انجام تحقیقات بیشتر در خصوص تمرینات ورزشی مختلف به همراه مکمل کلرلا ضروری است. همچنین با توجه به محدودیت‌های مطالعه حاضر اعم از عدم بررسی فاکتورهای سلولی درگیر در استرس اکسیداتیو (NF-KB و PPARγ) پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده به بررسی این فاکتورها در این مسیر پرداخته شود.

نتیجه گیری

با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد که تمرینات فانکشنال به همراه مکمل کلرلا توانسته است شاخص‌های ضد اکسایشی را تقویت نموده و در مقابل شاخص‌های التهابی و پرواکسیداسیون لیپیدی را کاهش دهد به طوری این اثرات در ترکیب توام مکمل کلرلا و تمرینات فانکشنال بهترین اثر گذاری را دارد. بنابراین از مداخله تمرینات فانکشنال و مکمل کلرلا می‌توان برای افزایش دفاع التهابی و ضد اکسایشی در افراد دارای اضافه وزن و چاق استفاده نمود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

پروپوزال این پژوهش با شناسه IR.URMIA.REC.1402.022 از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه ارومیه مورد تصویب قرار گرفته است.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در آماده‌سازی، تجزیه و تحلیل داده‌ها و همچنین نگارش مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

هیچ گونه تضاد منافعی از نظر نویسندگان در پژوهش حاضر وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از رساله دکتری گروه فیزیولوژی ورزشی می‌باشد که نویسندگان از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش نهایت تشکر و قدردانی را به عمل می‌آورند.

References

[1] Park HY, Kim J, Park MY, Chung N, Hwang H, Nam SS, Lim K. Exposure and exercise training in hypoxic conditions as a new obesity therapeutic modality: a mini review. Journal of Obesity & Metabolic Syndrome. 2018 Jun;27(2):93. [10.7570/jomes.2018.27.2.93] [PMID]

[2] Sørensen TI, Martinez AR, Jørgensen TSH. Epidemiology of Obesity. Springer; 2022. [10.1007/164_2022_581] [PMID]

[3] Janghorbani M, Amini M, Willett WC, Gouya MM, Delavari A, Alikhani S, Mahdavi A. First nationwide survey of prevalence of overweight, underweight, and abdominal obesity in Iranian adults. Obesity. 2007 Nov;15(11):2797-808. [10.1038/oby.2007.332] [PMID]

[4] Chooi YC, Ding C, Magkos F. The epidemiology of obesity. Metabolism. 2019 Mar 1;92:6-10. [10.1016/j.metabol.2018.09.005] [PMID]

[5] Hubert H, Guinhouya CB, Allard L, Durocher A. Comparison of the diagnostic quality of body mass index, waist circumference and waist-to-height ratio in screening skinfold-determined obesity among children. Journal of Science and Medicine in Sport. 2009 Jul 1;12(4):449-51. [10.1016/j.jsams.2008.05.002] [PMID]

[6] Gaman MA, Epingeac ME, Gaman AM. The evaluation of oxidative stress and high-density lipoprotein cholesterol levels in diffuse large B-cell lymphoma. Rev Chim. 2019 Mar 1;70(3):977-80.

[7] Ashrafi J, Dabidi Roshan V, Mahjoub S. Cardioprotective effects of aerobic regular exercise against doxorubicin-induced oxidative stress in rat. Afr J Pharm Pharmacol. 2012 Aug 22;6(31):2380-8.

[8] Ighodaro OM, Akinloye OA. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. Alexandria journal of medicine. 2018;54(4):287-93.

[9] Nathan CC-babosaisgtrosNRI, 13; 349-361. 2013.

[10] Ahmadiasl N, Soufi FG, Alipour M, Bonyadi M, Sheikhzadeh F, Vatankhah A, Salehi I, Mesgari M. Effects of age increment and 36-week exercise training on antioxidant enzymes and apoptosis in rat heart tissue. Journal of sports science & medicine. 2007 Jun;6(2):243. [PMID]

[11] Acott C. Oxygen toxicity: a brief history of oxygen in diving. spums Journal. 1999;29:150-5.

[12] Zhang SH, Wang SY, Yao SL. Antioxidative effect of propofol during cardiopulmonary bypass in adults. Acta Pharmacologica Sinica. 2004 Mar 1;25(3):334-40. [PMID]

[13] Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, Nakayama O, Makishima M, Matsuda M, Shimomura I. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. The Journal of clinical investigation. 2017 May 5;114(12):1752-61. [10.1172/JCI21625] [PMID]

[14] Neves LM, Fortaleza AC, Rossi FE, Diniz TA, Codogno JS, Gobbo LA, Gobbi S, Freitas Jr IF. Functional training reduces body fat and improves functional fitness and cholesterol levels in postmenopausal women: a randomized clinical trial. The Journal of sports medicine and physical fitness. 2015 Dec 18;57(4):448-56. [10.23736/S0022-4707.17.06062-5] [PMID]

[15] La Scala Teixeira CV, Evangelista AL, Pereira PE, Da Silva-Grigoletto ME, Bocalini DS, Behm DG. Complexity: a novel load progression strategy in strength training. Frontiers in Physiology. 2019 Jul 3;10:839. [10.3389/fphys.2019.00839] [PMID]

[16] Feito Y, Heinrich KM, Butcher SJ, Poston WS. High-intensity functional training (HIFT): definition and research implications for improved fitness. Sports. 2018 Aug 7;6(3):76.. [10.3390/sports6030076] [PMID]

[17] Govahi A, Tahmasebi W, Azizi M. Evaluation of the simultaneous effect of Chlorella vulgaris supplementation and high intensity interval training on resting levels of oxidative stress markers and aerobic fitness in overweight healthy men. EBNESINA. 2019 Oct 10;21(3):12-22.

[18] La Scala Teixeira CV, Caranti DA, Oyama LM, Padovani RD, Cuesta MG, Moraes AD, Cerrone LA, Affonso LH, Gil SD, dos Santos RV, Gomes RJ. Effects of functional training and 2 interdisciplinary interventions on maximal oxygen uptake and weight loss of women with obesity: a randomized clinical trial. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2020;45(7):777-83. [10.1139/apnm-2019-0766] [PMID]

[19] Horii N, Hasegawa N, Fujie S, Uchida M, Miyamoto-Mikami E, Hashimoto T, Tabata I, Iemitsu M. High-intensity intermittent exercise training with chlorella intake accelerates exercise performance and muscle glycolytic and oxidative capacity in rats. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2017 Apr 1;312(4):R520-8.. [10.1152/ajpregu.00383.2016] [PMID]

[20] Colato A, Abreu F, Medeiros N, Lemos L, Dorneles G, Ramis T, Vianna P, Chies JA, Peres A. Effects of concurrent training on inflammatory markers and expression of CD4, CD8, and HLA-DR in overweight and obese adults. Journal of exercise science & fitness. 2014 Dec 1;12(2):55-61.

[21] Aliashrafi S, Ebrahimi Mameghani M, Kakaie F, Javadzadeh Y, Asghari Jafarabadi M. The effect of microalgae Chlorella vulgaris supplementation on inflammatory factors in non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): a double-blind randomized clinical trial. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2014 May 10;24(112):113-21.

[22] Park JY, Cho HY, Kim JK, Noh KH, Yang JR, Ahn JM, Lee MO, Song YS. Chlorella dichloromethane extract ameliorates NO production and iNOS expression through the down-regulation of NFκB activity mediated by suppressed oxidative stress in RAW 264.7 macrophages. Clinica chimica acta. 2005 Jan 1;351(1-2):185-96. [10.1016/j.cccn.2004.09.013] [PMID]

[23] Cheng FC, Lin A, Feng JJ, Mizoguchi T, Takekoshi H, Kubota H, Kato Y, Naoki Y. Effects of chlorella on activities of protein tyrosine phosphatases, matrix metalloproteinases, caspases, cytokine release, B and T cell proliferations, and phorbol ester receptor binding. Journal of medicinal food. 2004 Jun 1;7(2):146-52. [10.1089/1096620041224076] [PMID]

[24] Ahmadizad S, El-Sayed MS. The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood rheology. Journal of sports sciences. 2005 Mar 1;23(3):243-9. [10.1080/02640410410001730151] [PMID]

[25] Leite S, Reis A, Colnezi G, Souza F, Ferracini H, Lucareli P, Lodovichi S. Influence of vascular occlusion in concentration of growth hormone and lactate in athletes during strengthening

quadriceps exercise. Occup Med Health Aff. 2015;3(195):2.

[26] Tofighi A, Babaei S, Mollazadeh P. The effect of 6 weeks of aerobic training with chlorella consumption on lipid peroxidation indices and total antioxidant capacity of inactive obese men following exhaustive activity. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2021 Jan 20;19(6):591-604.

[27] Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Peeri M, Agha-Alinejad H, Stannard S. The effect of progressive resistance training on oxidative stress and antioxidant enzyme activity in erythrocytes in untrained men. International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2013 Jun 1;23(3):230-8. [10.1123/ijsnem.23.3.230] [PMID]

[28] Arslan M, Ipekci SH, Kebapcilar L, Dogan Dede N, Kurban S, Erbay E, Gonen MS. Effect of aerobic exercise training on MDA and TNF-α levels in patients with type 2 diabetes mellitus. International Scholarly Research Notices. 2014;2014. [10.1155/2014/820387] [PMID]

[29] Amirabadi F, Asadi MR, Tabrizi A. The effect of endurance training and use of cinnamon supplement on antioxidant index and lipid peroxidation as additional care in middle-aged female diabetic type II patients. Journal of Diabetes Nursing. 2016 Jul 10;4(3):48-59.

[30] Khanzadeh N, Poozesh R, Nour Azar A. Investigating the Effect of Eight Weeks of Aerobic Exercise and Chlorella Algae Supplementation on Plasma Levels of Paraoxonase-1 and Lipid Hydroperoxide in Diabetic Male Rats. Complementary Medicine Journal. 2018 Jun 10;8(1):2206-17.

[31] Nosrati A, Askari B. The effect of two month high-intensity interval training and vitamin D supplementation on the blood levels of homocysteine and total antioxidant capacity in overweight women with vitamin D deficiency. A clinical trial study. Feyz Medical Sciences Journal. 2023 Mar 10;27(1):67-75.

[32] Zandieh Z, Tayebi SM, Eslami R, Mehdipour A. Investigating the Effect of High-intensity Interval Training on Serum Levels of Antioxidants and Oxidative Stress in Overweight and Obese Girls. Avicenna Journal of Clinical Medicine. 2023 Dec 15; 30(3):166-72.

[33] Sawyer BJ, Tucker WJ, Bhammar DM, Ryder JR, Sweazea KL, Gaesser GA. Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on endothelial function and cardiometabolic risk markers in obese adults. Journal of Applied Physiology. 2016 Jul 1;121(1):279-88. [10.1152/japplphysiol.00024.2016] [PMID]

[34] Wen X, Zhang B, Wu B, Xiao H, Li Z, Li R, Xu X, Li T. Signaling pathways in obesity: mechanisms and therapeutic interventions. Signal transduction and targeted therapy. 2022 Aug 28;7(1):298. [10.1038/s41392-022-01149-x] [PMID]

[35] Zare H, Amiri Ardekani E, Tavakoli A, Bradley R, Tavakoli F, Pasalar M. Reporting of adverse effects of pomegranate in clinical studies: a systematic review. Journal of Complementary and Integrative Medicine. 2023 May 1(0). [10.1515/jcim-2022-0247] [PMID]

[36] Margaritelis NV, Paschalis V, Theodorou AA, Kyparos A, Nikolaidis MG. Redox basis of exercise physiology. Redox biology. 2020 Aug 1;35:101499. [10.1016/j.redox.2020.101499] [PMID]