Researches in Sport Sciences and Medical Plants | Autumn 2021. Vol 2. Issue 5

Research Paper

Effect of Spirulina Supplementation and Aerobic Training on Oxidative Stress in Overweight Elderly Men

Mostafa Babaei[1], Ahmad Abdi[1*], Asieh Abbassi Daloii[1], Javad Mehrabani[2]

1- Department of Exercise Physiology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran
2- Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Received:15/5/2021
Revised:11/7/2021
Accepted:1/8/2021

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/VARZESH.2022.1953480.1032

Keywords:
Exercise; Spirulina; Oxidative Stress and Overweight

Abstract

Background: Aging and overweight are associated with an increase in oxidative stress indices. The aim of this study was to evaluate the effect of Spirulina supplementation (SP) with aerobic exercise (AT) on oxidative stress in overweight elderly men.

Methods: In this clinical trial study, 40 overweight adult men (age 57.41±4.82 years, Body mass index: BMI 27.88±2.21 kg/m2) were selected from Bandar-e-Anzali and randomly allocated into four groups; including Overweight (OW), Overweight-Aerobic Training (OWAT), Overweight-Spirulina (OWSP) and Overweight-Aerobic Training -Spirulina (OWATSP). The OWSP and OWATSP groups were provided with two 500 mg SP tablets daily in the morning and evening. Training groups participated in an aerobic exercise program for eight weeks, five sessions per week (with an intensity of 65 to 85% of peak heart rate, 40 minutes). Data were analyzed using ANCOVA at a significance level of $P<0.05$.

Results: It was shown that AT and SP increased SOD (P=0.001 and P=0.011), GPX (P=0.0001 and P=0.0001) and CAT (P=0.005 and P=0.018). Simultaneous intervention of AT and SP also had a positive and strengthening effect on increasing SOD (P=0.00001), GPX (P=0.00001) and CAT (P=0.0001). MDA also had a significant decrease in OWAT (P = 0.001), OWSP (P = 0.001) and OWATSP (P = 0.0001) groups.

Conclusion: AT and SP could improve the oxidative stress in overweight adult men, by altering the levels of SOD, GPX, CAT and MDA. Nevertheless, the effect of the combination of exercise and supplementation was greater.

Citation: Babaei M., Abdi A., A. Abbassi Daloii1, Javad Mehrabani, Effect of Spirulina Supplementation and Aerobic Training on Oxidative Stress in Overweight Elderly Men. Res Sport Sci Med Plants. 2021; 2 (5):8-17

Corresponding author: Ahmad Abdi
Address: Department of Exercise Physiology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, I.R. Iran.
Tell: 01143217126
Email: a.abdi58@gmail.com

مقاله پژوهشی

اثر مکمل اسپیرولینا و تمرین هوازی بر فشار اکسایشی در مردان مسن دارای اضافه وزن

مصطفی بابایی [۱]، احمد عبدی [۱*]، آسیه عباسی دلویی [۱]، جواد مهربانی [۲]

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
۲- گروه فیزیولوژی ورزش ، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲۵
تاریخ داوری: ۱۴۰۰/۴/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۱۰

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI:
10.30495/VARZESH.2022.1953480.1032

واژه‌های کلیدی:
فعالیت ورزشی، اسپرولینا، فشار اکسایشی و اضافه وزن

چکیده

مقدمه و هدف: افزایش سن و اضافه وزن با افزایش در شاخص‌های فشار اکسایشی همراه است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر مکمل اسپیرولینا (SP) همراه با تمرین هوازی (AT) بر فشار اکسایشی در مردان مسن دارای اضافه وزن بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کارآزمایی بالینی، ۳۲ نفر مرد مسن دارای اضافه وزن شهر بندر انزلی انتخاب (سن ۴/۸۲ ± ۵۷/۴۱ سال، شاخص توده‌بدنی ۲/۲۱ ± ۲۷/۸۸ کیلوگرم بر متر مربع) و به‌طور تصادفی به چهار گروه اضافه‌وزن (OW)، اضافه‌وزن-تمرین (OWAT)، اضافه‌وزن-اسپیرولینا (OWSP) و اضافه‌وزن-تمرین-اسپیرولینا (OWATSP) تقسیم شدند. به گروه‌های OWSP و OWATSP روزانه ۲ عدد قرص ۵۰۰ میلی‌گرمی SP در صبح و عصر داده شد. گروه‌های تمرین به‌مدت هشت هفته، هر هفته پنج جلسه در برنامه تمرینی هوازی (با شدت ۶۵ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب، ۴۰ دقیقه) شرکت کردند. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس در سطح معنی‌داری $p< ۰/۰۵$ تحلیل شد.

نتایج: نشان داده شده که AT و SP باعث افزایش معنی‌دار در SOD (P=۰/۰۰۱ و P=۰/۰۱۱)، GPX (P=۰/۰۰۰۱ و P=۰/۰۰۰۱) و CAT (P=۰/۰۲۳ و P=۰/۰۰۸) شد. همچنین مداخله همزمان AT و SP، اثر مثبت و تقویتی بر افزایش SOD (P=۰/۰۰۰۱)، GPX (P=۰/۰۰۰۱) و CAT (P=۰/۰۰۰۱) داشت. MDA نیز در گروه‌های OWAT (P=۰/۰۰۱)، OWSP (P=۰/۰۰۱) و OWATSP (P=۰/۰۰۰۱) کاهش معنی‌داری داشت.

نتیجه‌گیری: AT و SP با تاثیر بر سطوح سرمی SOD، GPX، CAT و MDA باعث بهبود فشار اکسایشی در مردان دارای اضافه وزن می‌شود. با وجود این، اثر ترکیب تمرین و مکمل بیشتر بود.

* **نویسنده مسوول:** احمد عبدی
نشانی: گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
تلفن: ۰۱۱۴۳۲۱۷۱۲۶
پست الکترونیکی: a.abdi58@gmail.com

مقدمه

رسیدن به سالمندی در سلامت کامل، یکی از اولویت‌های هر جامعه می‌باشد. به نظر می‌رسد فشار اکسایشی نقش مهمی در روند پیری و یا بروز برخی بیماری‌ها داشته باشد (۱). علاوه بر پیری، افزایش وزن و چاقی نیز با افزایش فشار اکسایشی همراه است. مکانیزم‌های متعددی ممکن است افزایش فشار اکسایشی را در افراد دارای اضافه وزن و یا چاق توضیح دهد که شامل: کاهش دفاع آنتی‌اکسیدانی، افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن[1] (ROS) میتوکندریایی به دلیل مصرف بیش از حد مواد غذایی، افزایش چربی‌های پلاسمایی، افزایش سطح لپتین که ممکن است تولید ROS را تحریک کرده و تولید بیش از حد ROS از بافت چربی به دلیل افزایش سایتوکاین‌ها (۲). افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، عمدتا از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در پاسخ به ROS بوجود می‌آید (۳). در این راستا مداخلاتی که می‌تواند باعث محافظت در برابر فشار اکسایشی شده و از عوارض مربوط به چاقی در افراد بزرگسال جلوگیری کند، باید مورد توجه قرار گیرند. فعالیت‌بدنی و مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی به عنوان اولین مداخله‌های هستند که بالقوه باعث کاهش فشار اکسایشی می‌شوند. مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی به طور گسترده‌ای برای افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش آسیب‌های اکسیداتیو در طول پیری استفاده می‌شود (۴). اسپرولینا[2](SP) به عنوان یک ماده غذایی کاربردی و به دلیل داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی بسیار مورد توجه می‌باشد. ممکل SP اثرات مفیدی در پیشگیری یا بهبود افزایش چربی خون (۵)، بیماری قلبی–عروقی (۶)، سرطان (۷)، چاقی و التهاب از مسیرهای مختلفی از جمله محافظت از سلول‌های بتای پانکراس، القای مسیر سیگنالینگ AMPK[3] افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز، مهار بیان واسطه‌های التهابی و فعال‌سازی سیستم مهار رادیکال‌های آزاد دارد (۸). اثرات آنتی‌اکسیدانی و مهار رادیکال آزاد SP به خاطر پروتئین فعال موجود در SP به نام فیتوسیانین[4] می‌باشد (۹). در پژوهشی نشان داده شد که مصرف SP در سالمندان باعث کاهش چربی، بهبود وضعیت ایمنی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۱۰). با این وجود در افراد چاق و دارای اضافه وزن، نشانگرهای سیستمیک التهاب و استرس اکسیداتیو بالاتر بوده و می‌تواند بر دیگر بیماری‌ها در افراد پیر تاثیر بیشتری داشته باشد (۵). همچنین، نتایج مطالعاتی که به بررسی اثر SP بر فشار اکسایشی پرداخته‌اند، بحث انگیز می‌باشد. در یکی از متاآنالیز اخیر نشان داده شد که مصرف SP تاثیر معنی‌داری بر MDA[5] ندارد (۱۱). همچنین در پژوهشی دیگر بیان شده که تجویز SP علیرغم تاثیر بر TCA[6] و SOD[7] بر فعالیت GPX[8] تاثیر معنی‌داری ندارد (۱۲). علاوه بر SP ، گزارش شده که فعالیت‌بدنی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در بافت‌های مختلف افزایش داده و احتمالا می‌تواند به کاهش استرس اکسایشی منجر شود. به نظر می‌رسد تمرین بدنی احتمالا تنها روش شناخته شده‌ای است که مستقل از کاهش وزن می‌تواند باعث کاهش فشار اکسایشی شود. موتا و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که تمرین ترکیبی هوازی–مقاومتی در در زنان چاق بزرگسال منجر کاهش معنی‌دار استرس اکسایشی و افزایش TCA می‌شود (۱۳). همچنین در افراد مسن، شانزده هفته تمرین هوازی (AT) به طور قابل توجهی باعث کاهش نشانگرهای فشار اکسایشی و فشار خون شد، که از نقش محافظتی فعالیت ورزشی برای جلوگیری از استرس اکسایشی حمایت می‌کند (۱۴). اگر چه AT و همچنین مکمل آنتی‌اکسیدان می‌تواند آسیب اکسایشی را محدود کنند، با این وجود اثر همزمان AT و SP بر فشار اکسایشی در افراد مسن دارای اضافه وزن کمتر مورد بررسی قرار گرفت. در یکی از تحقیقات اخیر نشان داده شده که مصرف آنتی آکسیدان‌ها با کاهش فشار اکسایشی در مردان سالمند همراه بوده ولی AT تاثیر معنی‌داری بر فشار اکسایشی نداشت (۱۵). پیری با کاهش تدریجی عملکرد سلولی و تناسب اندام همراه با افزایش خطر بیماری‌های مرتبط با سن همراه است. بنابراین، به منظور افزایش سطح سلامت، پیشنهاد می‌شود از استراتژی‌های مختلفی که دارای اثرات کاهنده فشار اکسایشی در افراد پیر است، استفاده شود. لذا در این پژوهش سعی شده تا اثر همزمان مکمل SP و AT بر استرس اکسایشی در مردان مسن دارای اضافه وزن مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه کارآزمایی بالینی دو سوکور، ابتدا ۱۳۶ مرد مسن دارای اضافه وزن شهر انزلی در دامنه سنی ۶۵–۵۵ سال، با بررسی پرونده‌های افراد توسط پزشک به صورت هدفمند انتخاب شدند. برای این منظور ابتدا اطلاعیه‌هایی در سطح شهر نصب شد و از افراد داوطلب، دعوت به همکاری گردید. در مجموع ۴۰ مرد که غیرسیگاری و غیر الکلی بودند و سابقه بیماری مزمن نداشتند، داوطلب شرکت در مطالعه شدند. نمونه‌گیری از میان افراد دارای اضافه وزن به صورت داوطلبانه، هدفمند و در دسترس انجام شد.

1 Reactive oxygen species
2 Spirulina
3 AMP-activated protein kinase
4 Phytocyanin
5 Malondialdehyde
6 Total anti-oxidant capacity
7 Superoxide dismutase
8 Glutathione peroxidase

کلیه آزمودنی‌های واجد شرایط شرکت در آزمون، یک هفته قبل از شروع تحقیق فرم رضایت‌نامه کتبی و پرسشنامه مربوطه را تحویل داده و آمادگی خود را جهت شروع برنامه تمرینی اعلام نمودند. معیار ورود به مطالعه شامل: دامنه سنی در محدوده ۵۰-۶۵ سال، BMI بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع، سبک زندگی غیر فعال (فعالیت ورزشی کمتر از ۱ ساعت در هفته)، عدم استفاده از دارو در ۶ ماه قبل و رضایت به شرکت در مطالعه بود. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل عدم مصرف مکمل و انجام تمرین، تشخیص بیماری‌های زمینه‌ای دیگر در حین اجرای پروتکل از قبیل مشکلات قلبی-ریوی و اختلالات اسکلتی و عصبی هنگام فعالیت ورزشی که مانع از اجرای فعالیت می‌شد، احساس خطر اجرای تمرین یا مصرف مکمل و نداشتن تماس تلفنی از طرف پژوهشگر برای پیگیری بود. از آزمودنی‌ها خواسته شد که در طول دوره تحقیق رژیم غذایی خود را تغییر ندهند. افراد به طور تصادفی به چهار گروه اضافه‌وزن (OW)، اضافه‌وزن-تمرین (OWAT)، اضافه‌وزن-اسپیرولینا (OWSP) و اضافه‌وزن-تمرین-اسپیرولینا (OWATSP) تقسیم شدند. در طی اجرای پروتکل از گروه کنترل خواسته شد که فعالیت‌های روزمره خود را انجام دهند و از فعالیت‌بدنی پرهیز کنند. قبل از شروع تمرین، یک جلسه برای سازگاری افراد با تمرین و روش صحیح انجام تمرینات اختصاص یافت.

نحوه مصرف مکمل اسپیرولینا (SP)

قرص SP از شرکت مهبان دارو خریداری شده و روزانه ۲ عدد قرص ۵۰۰ میلی گرمی در صبح و عصر توسط آزمودنی‌های گروه اسپیرولینا و تمرین- اسپیرولینا مصرف می شود. گروه‌های دارونما نیز همزمان قرص های نشاسته را مصرف می‌کردند (۱۶).

پروتکل تمرین هوازی

گروه‌های تمرین به‌مدت هشت هفته و هر هفته پنج جلسه در برنامه تمرینی شرکت کردند (جدول ۱). جلسات تمرینی در حدود ۱ ساعت بود که ۱۰ دقیقه تمرین گرم کردن و کششی، ۴۰ دقیقه تمرین هوازی و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. در گرم کردن از حرکات کششی، دویدن آرام و نرمش به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد. مرحله اصلی تمرین شامل پیاده روی تردمیل، دوچرخه ثابت و بالارفتن از پله با شدت ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب بود که به تدریج به ۷۰ تا ۸۵ درصد افزایش یافت. جلسات ورزش توسط مربیان کارشناسان ورزشی به دقت کنترل می شد. به شرکت‌کنندگان توصیه شد که فعالیت‌بدنی معمول خارج از جلسات تمرینی را ادامه داده و در طول هشت هفته اجرای برنامه تمرینی از شرکت در هر گونه برنامه ورزشی دیگر خود داری کنند. در ضمن برای کنترل شدت تمرین از ضربان سنج پلار (مدل H1، ساخت فنلاند-مونتاژ چین) استفاده گردید. حداکثر ضربان قلب هر آزمودنی با استفاده فرمول زیر محاسبه شد.

سن — ۲۲۰ = ضربان قلب بیشینه

ضربان قلب بیشینه × شدت = ضربان قلب بیشینه

جدول ۱- پروتکل تمرینی هوازی برای مردان دارای اضافه وزن

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
مدت (دقیقه)	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
شدت (MaxHR)	۶۵	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵	۸۰	۸۰	۸۵

روش آماری

پس از تأیید توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک و همگنی واریانس‌ها توسط از آزمون لون، برای تجزیه‌وتحلیل آماری از آزمون تحلیل کواریانس و آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۲۶ انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها α=۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها به همراه نتایج آماری برخی متغیرها در جدول ۲ آورده شده است.

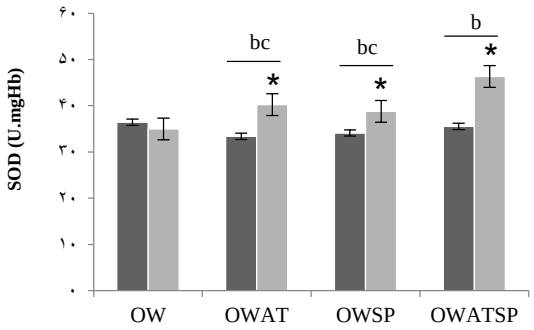
جدول ۲- مقادیر مربوط به میانگین تغییرات پیش‌آزمون – پس‌آزمون برخی متغیرهای پژوهش

گروه متغیر		OW	OWAT	OWSP	OWATSP
سن(سال)	پیش‌آزمون	۵۶/۷۵ ± ۴/۸۳	۵۵/۷۵ ± ۵/۶	۵۸/۷۵ ± ۴/۲۶۸	۵۸/۳۸ ± ۴/۸۳
قد (متر)	پس‌آزمون	۱/۶۹ ± ۰/۰۷	۱/۷ ± ۰/۰۶	۱/۶۹ ± ۰/۰۵	۱/۷ ± ۰/۰۷

وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۷۷/۷۵ ± ۶/۶۷	۷۹/۱۲ ± ۴/۸۵	۸۱/۷۵ ± ۳/۶۹	۸۲/۸۸ ± ۴/۶۴
	پس‌آزمون	۷۶/۹۴ ± ۷/۱۹	۷۶/۳۱ ± ۴/۷۹	۷۸/۸۱ ± ۳/۷	۷۹/۶۹ ± ۴/۴۷
	p درون‌گروهی	۰/۴۴۱	* ۰/۰۰۰۱	* ۰/۰۰۴	* ۰/۰۰۰۱
شاخص توده بدنی	پیش‌آزمون	۲۷/۰۰ ± ۰/۹۹	۲۷/۳۶ ± ۲/۱۴	۲۸/۵۹ ± ۱/۸۶	۲۸/۵۸ ± ۳/۲۲
	پس‌آزمون	۲۶/۷۱ ± ۱/۴	۲۶/۳۸ ± ۱/۹۹	۲۷/۵۸ ± ۲/۰۹	۲۷/۴۹ ± ۳/۱۵
	p درون‌گروهی	۰/۴۲۷	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۳	* ۰/۰۰۰۱

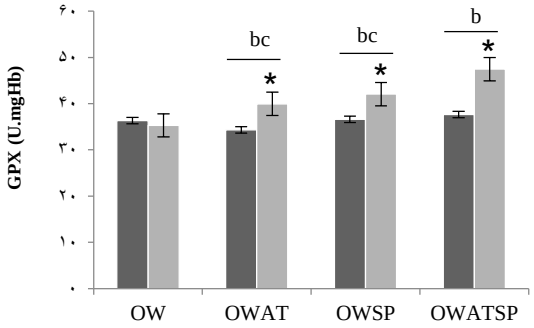
*تفاوت با پیش‌آزمون

نتایج مقایسه درون‌گروهی افزایش معنی‌داری را در میانگین سطوح SOD در گروه‌های OWAT (P=۰/۰۰۳)، OWSP (P=۰/۰۰۵) و OWATSP (P=۰/۰۰۰۱) بعد از هشت هفته مداخله نشان داد (نمودار ۱). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون کوواریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان تغییرات SOD بین گروه‌های مختلف وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱، F=۱۷/۷۱۳). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد که افزایش معنی‌داری در گروه‌های OWAT (P=۰/۰۰۰۱)، OWSP (P=۰/۰۱۱) و OWATSP (P=۰/۰۰۰۱) نسبت به گروه OW؛ و گروه OWATSP نسبت به گروه‌های OWAT (P=۰/۰۴۳) و OWSP (P=۰/۰۰۷) مشاهده شد (نمودار ۱).



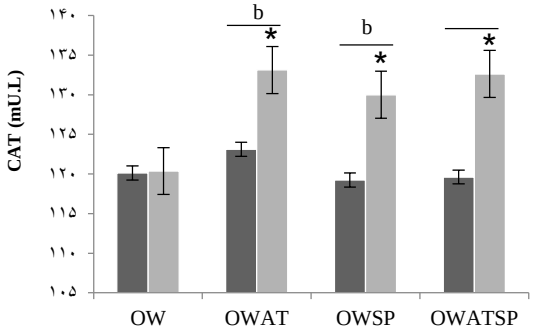
نمودار ۱. تغییرات سطوح SOD سرمی در گروه‌های مختلف با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس (در سطح p<۰/۰۵).
*** تفاوت با پیش آزمون، b تفاوت با گروه OW، c تفاوت با گروه OWATSP.**
اضافه‌وزن (OW)، اضافه‌وزن-تمرین (OWAT)، اضافه‌وزن-اسپیرولینا (OWSP) و اضافه‌وزن-تمرین-اسپیرولینا (OWATSP).

علاوه بر این نتایج مقایسه درون‌گروهی افزایش معنی‌داری را در میانگین سطوح GPX در گروه‌های OWAT (P=۰/۰۰۰۱)، OWSP (P=۰/۰۰۰۱) و OWATSP (P=۰/۰۰۰۱) بعد از هشت هفته مداخله نشان داد (نمودار ۲). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون کوواریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان تغییرات GPX بین گروه‌های مختلف وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱، F=۳۰/۸۳۴). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد که افزایش معنی‌داری در گروه‌های OWAT (P=۰/۰۰۰۱)، OWSP (P=۰/۰۰۰۱) و OWATSP (P=۰/۰۰۰۱) نسبت به گروه OW؛ و گروه OWATSP نسبت به گروه‌های OWAT (P=۰/۰۰۵) و OWSP (P=۰/۰۰۴) مشاهده شد (نمودار ۲).



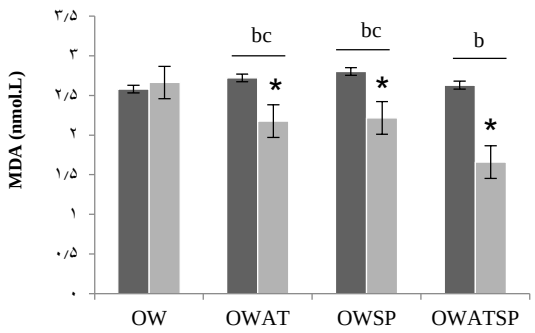
نمودار ۲- تغییرات سطوح GPX سرمی در گروه‌های مختلف با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس (در سطح p<۰/۰۵).
*** تفاوت با پیش آزمون، b تفاوت با گروه OW، c تفاوت با گروه OWATSP.**
اضافه‌وزن (OW)، اضافه‌وزن-تمرین (OWAT)، اضافه‌وزن-اسپیرولینا (OWSP) و اضافه‌وزن-تمرین-اسپیرولینا (OWATSP).

از دیگر نتایج پژوهش حاضر افزایش معنی‌داری را در میانگین سطوح CAT در گروه‌های OWAT (P=۰/۰۰۲)، OWSP (P=۰/۰۰۳) و OWATSP (P=۰/۰۰۱) بعد از هشت هفته مداخله نشان داد (نمودار ۳). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون کوواریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان تغییرات CAT بین گروه‌های مختلف وجود دارد (P=۰/۰۰۱، F=۷/۳۴۶). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد افزایش معنی‌داری در گروه‌های OWAT (P=۰/۰۲۳)، OWSP (P=۰/۰۰۸) و OWATSP (P=۰/۰۰۱) نسبت به گروه OW وجود دارد (نمودار ۳).



نمودار ۳- تغییرات سطوح CAT سرمی در گروه‌های مختلف با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس (در سطح p<۰/۰۵).
*** تفاوت با پیش آزمون، b تفاوت با گروه OW.**
اضافه‌وزن (OW)، اضافه‌وزن-تمرین (OWAT)، اضافه‌وزن-اسپیرولینا (OWSP) و اضافه‌وزن-تمرین-اسپیرولینا (OWATSP).

در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که میانگین سطوح MDA در گروه‌های OWAT (P=۰/۰۰۱)، OWSP (P=۰/۰۰۷) و OWATSP (P=۰/۰۰۰۱) بعد از هشت هفته مداخله کاهش معنی‌داری داشت (نمودار ۴). تجزیه و تحلیل داده-ها با استفاده از آزمون کوواریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان تغییرات MDA بین گروه‌های مختلف وجود دارد (P=۰/۰۰۰۱، F=۱۹/۰۷۵). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد کاهش معنی‌داری در گروه‌های OWAT (P=۰/۰۰۱)، OWSP (P=۰/۰۰۱) و OWATSP (P=۰/۰۰۰۱) نسبت به گروه OW؛ و گروه OWATSP نسبت به گروه‌های OWAT (P=۰/۰۳۵) و OWSP (P=۰/۰۴۵) وجود دارد (نمودار ۴).



نمودار ٤- تغییرات سطوح MDA سرمی در گروه‌های مختلف با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس (در سطح p<۰/۰۵).
*** تفاوت با پیش آزمون، b تفاوت با گروه OW، c تفاوت با گروه OWATSP.**
اضافه‌وزن (OW)، اضافه‌وزن-تمرین (OWAT)، اضافه‌وزن-اسپیرولینا (OWSP) و اضافه‌وزن-تمرین-اسپیرولینا (OWATSP).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که AT در مردان مسن دارای اضافه وزن باعث افزایش معنی‌دار SOD، CPX و CAT شد. همچنین سطوح سرمی MDA به دنبال تمرین هوازی کاهش معنی‌داری داشت. پیشنهاد شده که فعالیت ورزشی منظم ممکن است با تنظیم سیستم آنتی‌اکسیدانی مختلف از جمله آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، یک عامل ضد پیری باشد (۱۷). در این راستا زرین دست و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که هشت هفته AT با شدت متوسط در آب و خشکی می‌تواند آسیب‌های ناشی از استرس اکسیداتیو را در زنان سالمند کم تحرک کاهش داده و ظرفیت سیستم آنتی‌اکسیدانی را بهبود ببخشد (۱۸). حجازی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی روی زنان سالمند نشان دادند که هشت هفته AT باعث کاهش معنی‌دار در وزن، BMI و درصد چربی بدنی شده و ظرفیت ضد اکسایشی بدن را بهبود می‌بخشد (۱۹). بیان شده که واکنش بدن به ROS متفاوت بوده و غلظت بالای ROS مضر است. با این حال، استرس ناشی از فعالیت ورزشی متوسط ممکن است فرآیندهای ضد التهابی را با تعدیل برخی عوامل رونویسی تنظیم کرده و منجر به بهبود مقاومت در برابر استرس اکسیداتیو شود (۲۰). همچنین کوزاکیویچ[1] و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی روی مردان مسن نشان دادند که فعالیت‌بدنی باعث کاهش نشانگرهای فشار اکسایشی شده و همچنین فعالیت GPX را افزایش داد (۲۱). اگر چه مکانیزم بهبود فعالیت SOD ، GPX و CAT به دنبال یک دوره AT مبهم می‌باشد، چندین مکانیزم احتمالی ممکن است این تغییرات را توجیه کند. مطالعات نشان می‌دهد افزایش استرس اکسیداتیو و تخلیه آنتی‌اکسیدان درون‌زای گلوتاتیون به دنبال تمرینات هوازی بیان PGC1-α[2] را افزایش داده و PGC1-α احتمالا باعث رونویسی فاکتور پروتئین ترکیبی CREB[3] می‌شود. این پروتئین می‌تواند باعث افزایش GPX و MnSOD شود. مکانیزم مولکولی بدین صورت است که PGC1-α با ERR-α[4] ترکیب شده و در میتوکندری باعث فعال‌شدن SIRT3[5] می‌شود. SIRT3 تنظیم‌کننده تولید ROS از طریق اتصال و داستیله کردن کمپلکس I و II میتوکندریایی است (۲۲). علاوه بر این نشان داده شده که SIRT3 قادر به داستیله کردن آنزیم میتوکندریایی MnSOD بوده و باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۲۲). علاوه بر این تنظیم افزایشی PGC1-α می‌تواند دفاع آنتی‌اکسیدانی را از طریق افزایش بیان MnSOD و افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز تقویت کند. همچنین به نظر می‌رسد PGC1-α بیان UCP2[6] و UCP3 را افزایش داده و در نتیجه همزمان تولید میتوکندریایی ROS را کاهش می‌دهد (۲۳). مکانیزم دیگر Nrf-2[7] می‌باشد که فعالیت ورزشی باعث افزایش فسفوریلاسیون آن می‌شود (۲۴). بنابراین فعال شدن Nrf-2 در نتیجه فعالیت ورزشی مکانیزم محافظتی اکسیدانی را با اتصال به پاسخ های عناصر آنتی اکسیدانی (ARE) فراهم می کند که در پروموتور چندین آنزیم آنتی اکسیدانی از جمله MnSOD وجود دارد. علاوه بر این تمرینات ورزشی باعث افزایش SIRT1 شده که باعث افزایش فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی

1 Kozakiewicz
2 Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha
3 cAMP response element-binding protein
4 Estrogen-related receptor alpha
5 Sirtuin 3
6 Uncoupling Protein 2
7 Nuclear Respiratory Factor-2

(توسطMnSOD و CAT)، و بهبود چرخه ترمیم DNA سلولی می‌شود (۲۵).

از دیگر نتایج پژوهش حاضر افزایش معنی‌دار SOD، CAT و همچنین CPX به دنبال مصرف SP بود. همچنین سطوح سرمی MDA به دنبال مصرف SP کاهش معنی‌داری داشت. مطالعات نشان می‌دهد که مصرف SP با بهبود سایتوکاین‌های پیش‌التهابی و همچنین بهبود نشانگرهای استرس اکسیداتیو از قبیل MDA، CAT، NO، GSH و GPX همراه است (۲۶). در این راستا، شریعت و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که مصرف SP در افراد چاق با افزایش معنی‌دار در SOD و بهبود شاخص‌های تن‌سنجی همراه است (۲۷). همچنین سولینسکا[1] و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند مصرف SP در بیماران چاق مبتلا به پرفشار خونی با بهبود شاخص‌های تن سنجی و وضعیت آنتی‌اکسیدانی همراه است (۲۸). همچنین گومز[2] و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که ترکیب SP با زردچوبه با کاهش وزن و توده چربی و همچنین بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی همراه است (۲۹). به نظر می‌رسد خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی SP به دلیل ترکیبات فنلی و فیتوساینین-C موجود در SP باشد (۳۰). در مطالعات سلولی نشان داده شده که فیتوساینین-C فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مانند CAT، SOD و GPX را تنظیم کرده و باعث مهار سیکلواکسیژناز-۲[3] می‌شود (۳۱).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ترکیب AT و مصرف مکمل SP در مردان مسن دارای اضافه وزن تاثیر بیشتری نسبت به اثر هر کدام به تنهایی بر شاخص‌های استرس اکسایشی داشت. تمرین ورزشی و مصرف غذاهای حاوی آنتی اکسیدان ممکن است دفاع آنتی‌اکسیدانی فیزیولوژیکی را افزایش داده و در نتیجه استرس اکسیداتیو را به حداقل برساند. در این راستا، هوشمند مقدم و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی روی مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ نشان دادند که هشت هفته AT به همراه مصرف مکمل SP می‌تواند باعث بهبود تعادل پراکسیدانی و آنتی اکسیدانی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ شده و از فشار اکسایشی ناشی از تمرین و همچنین بیماری دیابت جلوگیری کند (۳۲). همچنین در مطالعات حیوانی نشان داده شده که SP قادر است اثرات مفید فعالیت ورزشی با شدت متوسط را بر فشار اکسایشی و نیمرخ لیپیدی افزایش دهد (۳۳). به نظر می‌رسد ترکیبات آنتی‌اکسیدانی SP در تعامل به تمرین دارای اثر هم‌افزایی بوده است. بررسی متون در این زمینه نشان می‌دهد زمانی که فعالیت ورزشی با دریافت آنتی‌اکسیدان همراه باشد، می‌تواند منجر به چنین نتایجی شود. در تایید یافته‌های پژوهش حاضر، فکوری و همکاران (۲۰۱۴) کاهش میزان MDA و افزایش SOD و CAT را به دنبال مصرف خرفه و AT در زنان دیابتی گزارش کردند (۳۴). توفیقی (۱۳۸۹) نشان داد که فعالیت هوازی با شدت متوسط به همراه ویتامین E+C با کاهش توده چربی و مهار التهاب فشار اکسایشی را در زنان چاق غیر فعال کاهش می‌دهد (۳۵).

از محدودیت‌های پژوهش حاضر مدت زمان مطالعه (هشت هفته) بود که نمی‌تواند درک دقیقی از اثرات AT و SP را در مدت طولانی نشان دهد. همچنین از آن‌جای که دوزهای مختف SP می‌تواند تاثیر متفاوتی بر عملکرد سلولی داشته باشد توصیه می شود دوزهای دیگر نیز مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر AT همراه با SP باعث بهبود شاخص فشار اکسایشی در مردان مسن دارای اضافه وزن شد. همچنین در گروه ترکیب AT و SP نسبت به دیگر گروه‌های مورد مطالعه تغییرات فشار اکسایشی بهتر بود. به نظر ترکیبی از AT و SP برای برای کنترل فشار اکسایشی نسبت به AT و مصرف SP به تنهایی بهتر می‌باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

هدف از پژوهش به شرکت کنندگان توضیح داده شده و افراد به صورت داوطلبانه و بدون پرداخت هزینه در این پژوهش شرکت کردند. همچنین بر نحوه همکاری، منافع و خطرات احتمالی شرکت در مطالعه تاکید شد و به داوطلبان توضیح داده شد که در صورت عدم تمایل در هر مرحله از پژوهش می‌توانند از ادامه همکاری منصرف شوند. در ضمن اطلاعات بدست آمده به صورت محرمانه نگه داشته شده و پژوهشگران فقط نتایج کلی و گروهی را بدون ذکر نام و مشخصات منتشر کردند. این پژوهش در قالب رساله دکتری رشته فیزیولوژی ورزشی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی و با تایید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت با کد IR.IAU.M.REC.1399.050 و در مرکز کارآزمایی بالینی به شماره IRCT20140415017288N7 ثبت شده است.

حامی مالی

هزینه های پژوهش توسط محققین پرداخت شده است.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: احمد عبدی، جواد مهربانی و مصطفی بابایی. روش شناسی و تجزیه و تحلیل داده ها: احمد عبدی، جواد

1 Szulinska
2 Gómez
3 Cyclooxygenase-2

مهربانی و آسیه عباسی دلویی ؛ سرپرستی و نگارش پایانی: احمد عبدی و جواد مهربانی.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هر گونه تعارض منافع بوده است.

Reference

1. Sierra F. Is (your cellular response to) stress killing you? The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2006;61(6):557-61.
2. Vincent HK, Taylor AG. Biomarkers and potential mechanisms of obesity-induced oxidant stress in humans. International journal of obesity. 2006;30(3):400-18.
3. Ji LL, Leeuwenburgh C, Leichtweis S, Gore M, Fiebig R, Hollander J, et al. Oxidative stress and aging: role of exercise and its influences on antioxidant systems. Annals of the New York Academy of Sciences. 1998;854(1):102-17.
4. Clarkson PM, Thompson HS. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? The American journal of clinical nutrition. 2000;72(2):637S-46S.
5. Deng R, Chow TJ. Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina. Cardiovascular therapeutics. 2010;28(4):e33-e45.
6. Khan M, Shobha JC, Mohan IK, Naidu MUR, Sundaram C, Singh S, et al. Protective effect of Spirulina against doxorubicin-induced cardiotoxicity. Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives. 2005;19(12):1030-7.
7. Ismail MF, Ali DA, Fernando A, Abdraboh ME, Gaur RL, Ibrahim WM, et al. Chemoprevention of rat liver toxicity and carcinogenesis by Spirulina. International journal of biological sciences. 2009;5(4):377.
8. Coskun Z, Kerem M, Gurbuz N, Omeroglu S, Pasaoglu H, Demirtas C, et al. The study of biochemical and histopathological effects of spirulina in rats with TNBS-induced colitis. Bratislavske lekarske listy. 2011;112(5):235-43.
9. Bhat VB, Madyastha K. Scavenging of peroxynitrite by phycocyanin and phycocyanobilin from Spirulina platensis: protection against oxidative damage to DNA. Biochemical and biophysical research communications. 2001;285(2):262-6.
10. Thaakur S, Jyothi B. Effect of Spirulina maxima on the haloperidol induced tardive dyskinesia and oxidative stress in rats. Journal of neural transmission. 2007;114(9):1217-25.
11. Mohiti S, Zarezadeh M, Naeini F, Tutunchi H, Ostadrahimi A, Ghoreishi Z, et al. Spirulina supplementation and oxidative stress and pro-inflammatory biomarkers: A systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology. 2021;48(8):1059-69.
12. Naeini F, Zarezadeh M, Mohiti S, Tutunchi H, Ebrahimi Mamaghani M, Ostadrahimi A. Spirulina supplementation as an adjuvant therapy in enhancement of antioxidant capacity: A systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials. Wiley Online Library; 2021. p. e14618.
13. Mota MP, Dos Santos ZA, Soares JFP, de Fátima Pereira A, João PV, Gaivão ION, et al. Intervention with a combined physical exercise training to reduce oxidative stress of women over 40 years of age. Experimental gerontology. 2019;123:1-9.
14. Jessup JV, Horne C, Yarandi H, Quindry J. The effects of endurance exercise and vitamin E on oxidative stress in the elderly. Biological research for nursing. 2003;5(1):47-55.
15. Simar D, Malatesta D, Mas E, Delage M, Caillaud C. Effect of an 8-weeks aerobic training program in elderly on oxidative stress and HSP72 expression in leukocytes during antioxidant supplementation. The journal of nutrition, health & aging. 2012;16(2):155-61.
16. Eskandari M, Pournemati P, Hooshmand Moghadam B, Norouzi J. The Interactive Effect of Aerobic Exercise and Supplementation of Blue-Algae (Spirulina) on Anthropometric Indexes and Cardiovascular Risk Factors in Diabetic Men. Sadra Medical Journal. 2019;8(1):51-62.
17. Radak Z, Torma F, Berkes I, Goto S, Mimura T, Posa A, et al. Exercise effects on physiological function during aging. Free Radical Biology and Medicine. 2019;132:33-41.
18. Zarrindast S, Ramezanpour M, Moghaddam M. Effects of eight weeks of moderate intensity aerobic training and training in water on DNA damage, lipid peroxidation and total antioxidant capacity in sixty years sedentary women. Science & Sports. 2021;36(3):e81-e5.
19. Hejazi K, Ghahremani Moghaddam M, Darzabi T. Effects of an 8-Week Aerobic Exercise Program on Some Indicators of Oxidative Stress in Elderly Women. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2019;13(4):506-17.
20. Radak Z, Chung HY, Goto S. Exercise and hormesis: oxidative stress-related adaptation for successful aging. Biogerontology. 2005;6(1):71-5.
21. Kozakiewicz M, Rowiński R, Kornatowski M, Dąbrowski A, Kędziora-Kornatowska K, Strachecka A. Relation of moderate physical activity to blood markers of oxidative stress and antioxidant defense in the elderly. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2019;2019.

22. Heyat F. Cellular and Molecular Mechanisms of the Production of Free Radicals during Exercise and Their Function on Skeletal Muscles. Journal of Fasa University of Medical Sciences. 2017;7(1):1-11.
23. Steinbacher P, Eckl P. Impact of oxidative stress on exercising skeletal muscle. Biomolecules. 2015;5(2):356-77.
24. Toborek M, Seelbach MJ, Rashid CS, András IE, Chen L, Park M, et al. Voluntary exercise protects against methamphetamine-induced oxidative stress in brain microvasculature and disruption of the blood–brain barrier. Molecular neurodegeneration. 2013;8(1):22.
25. Corbi G, Conti V, Russomanno G, Rengo G, Vitulli P, Ciccarelli AL, et al. Is physical activity able to modify oxidative damage in cardiovascular aging? Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2012;2012.
26. Abdel-Daim M, El-Bialy BE, Rahman HGA, Radi AM, Hefny HA, Hassan AM. Antagonistic effects of Spirulina platensis against sub-acute deltamethrin toxicity in mice: biochemical and histopathological studies. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2016;77:79-85.
27. Shariat A, Farhangi MA, Zeinalian R. Spirulina platensis supplementation, macrophage inhibitory cytokine-1 (MIC-1), oxidative stress markers and anthropometric features in obese individuals: A randomized controlled trial. Journal of Herbal Medicine. 2019;17:100264.
28. Szulinska M, Gibas-Dorna M, Miller-Kasprzak E, Sulibursk a J, Miczke A, Walczak-Gałezewska M, et al. Spirulina maxima improves insulin sensitivity, lipid profile, and total antioxidant status in obese patients with well-treated hypertension: a randomized double-blind placebo-controlled study. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2017;21(10):2473-81.
29. Gómez-Téllez A, Sierra-Puente D, Muñoz-Gómez R, Ibarra-Pitts A, Guevara-Cruz M, Hernández-Ortega M, et al. Effects of a Low-Dose Spirulina/Turmeric Supplement on Cardiometabolic and Antioxidant Serum Markers of Patients With Abdominal Obesity. Frontiers in Nutrition. 2020;7:65.
30. Konícková R, Vanková K, Vaníková J, Vánová K, Muchová L, Subhanová I, et al. Anti-cancer effects of blue-green alga Spirulina platensis, a natural source of bilirubin-like tetrapyrrolic compounds. Annals of Hepatology. 2014;13(2):273-83.
31. Chen J-C, Liu KS, Yang T-J, Hwang J-H, Chan Y-C, Lee I-T. Spirulina and C-phycocyanin reduce cytotoxicity and inflammation-related genes expression of microglial cells. Nutritional neuroscience. 2012;15(6):252-6.
32. Hooshmand B, Attarzade Hosseini SR, Kordi MR, Davaloo T. The effect of 8-week aerobic exercise with spirulina supplementation consumption on plasma levels of MDA, SOD and TAC in men with type 2 diabetes. Sport Physiology & Management Investigations. 2019;10(4):139-48.
33. Mazzola D, Fornari F, Vigano G, Oro T, Costa JAV, Bertolin TE. Spirulina platensis Enhances the beneficial effect of exercise on oxidative stress and the lipid profile in rats. Brazilian Archives of Biology and Technology. 2015;58:961-9.
34. Fakoory JM, Farzanegi P, Barari A. The effect of 8-week aerobic exercise with purslane supplementation consumption on peroxidant and antioxidants indicators in women with type 2 diabetes. 2014.
35. Tofighi A, Zolfaghari MR, Najafi Eliasabad S, Assemi A. Effect of acute aerobic training accompanied by vitamin C+E supplementation on plasma inflammatory and oxidative stress biomarkers in sadentry obese women. Studies in Medical Sciences. 2010;21(3):228-36.