

تأثیر تمرین مقاومتی و مصرف اسپیرولینا بر شاخص‌های ضد اکسایشی مردان دارای اضافه وزن و چاق

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹

خلاصه

مقدمه

اضافه وزن و چاقی، با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد، تضعیف سیستم ایمنی و سندرم متابولیک در ارتباط است. هدف از این پژوهش، بررسی اثر تمرین مقاومتی و مصرف اسپیرولینا بر شاخص‌های ضد اکسایشی مردان دارای اضافه وزن و چاق بود.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، کاربردی و یک سوکور بود، ۴۴ مرد ($BMI > 25 \text{ Kg/m}^2$)، به طور هدفمند انتخاب و تصادفی به چهار گروه تمرین + اسپیرولینا، تمرین + دارونما، اسپیرولینا و دارونما تقسیم شدند. تمرینات مقاومتی فزاینده، به مدت ۸ هفته اجرا شد. گروه‌های اسپیرولینا و دارونما به ترتیب روزانه ۲ عدد قرص (۵۰۰ mg) اسپیرولینا و دارونما مصرف کردند. خونگیری قبل و بعد از ۸ هفته، انجام گرفت. در تحلیل داده‌ها، از آزمون t (student) و آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد.

نتایج

در مقایسه درون گروهی، مقدار CAT، SOD، GSH-Px در دو گروه تمرین + اسپیرولینا و تمرین + دارونما، افزایش معناداری داشت ($P < 0.05$). برای متغیر SOD، گروه تمرین + اسپیرولینا در مقایسه با سه گروه دیگر و گروه تمرین + دارونما در مقایسه با گروه دارونما، افزایش معناداری داشتند ($P < 0.05$). برای متغیر GSH-Px، گروه تمرین + اسپیرولینا در مقایسه با گروه اسپیرولینا و دارونما و گروه تمرین + دارونما در مقایسه با گروه دارونما، افزایش معناداری داشتند ($P < 0.05$). تغییرات CAT، بین گروه‌ها معنادار نبود ($P > 0.05$).

نتیجه گیری

مصرف اسپیرولینا همراه با تمرین مقاومتی، می‌تواند باعث تقویت وضعیت آنتی اکسیدانی در افراد دارای اضافه وزن و چاق شود و از استرس‌های اکسایشی ناشی از ورزش و چاقی جلوگیری کند.

کلمات کلیدی

اسپیرولینا، تمرین مقاومتی، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلو تاتیون پراکسیداز، ضد اکسایش

پی نوشت: این مطالعه فاقد تضاد منافع می‌باشد.

محمد رضا ایزدمهر^۱
مهدی مقرنسی^{۲*}
مرضیه ثاقب جو^۲
اصغر زربان^۳

^۱ دانشجوی دکتری، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

^۲ استاد، گروه علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

^۳ استاد، گروه بیوشیمی بالینی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند،

بیرجند، ایران.

Email: mogharnasi@birjand.ac.ir

مقدمه

اضافه وزن و چاقی، حاصل اثر متقابل و پیچیده بین محیط، عوامل ژنتیکی و رفتار انسان است. در اغلب افراد چاق، شیوه زندگی نادرست (کم‌تحركی و افزایش دریافت کالری)، علت اصلی چاقی می‌باشد. به عبارتی، عدم تعادل بین دریافت انرژی و مصرف آن، منجر به بروز چاقی می‌شود (۱). مطالعات بسیاری اثرات زیان‌بار مرتبط با چاقی را گزارش نموده‌اند که شامل عوامل خطرزای سندرم متابولیک مانند چاقی احشایی، فشار خون، دیابت، سرطان، مشکلات قلبی-عروقی و بیماری کبد چرب غیرالکلی (NAFLD) می‌باشند (۲). هرچند مکانیسم واقعی ارتباط چاقی با افزایش بروز بیماری‌های مذکور به طور کامل مشخص نیست، ولی ایجاد استرس اکسایشی ناشی از چاقی و به دنبال آن افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و اختلال در سیستم دفاع ضداکسایشی بدن، به عنوان یکی از عوامل مهم و موثر در اکسیداسیون و تخریب سلولی و بروز بیماری‌های مرتبط با چاقی مطرح است (۳، ۴).

استرس اکسایشی که در حین سوخت و ساز اتفاق می‌افتد، به تولید بیش از حد رادیکال‌های آزاد، آسیب بسیاری از ماکرومولکول‌ها و ضعف سیستم دفاعی بدن منجر می‌شود (۵). در افراد چاق به دلیل افزایش چربی تجمع‌ی در منابع بافت چربی و خون، لیپیدها مورد هدف رادیکال‌های آزاد قرار می‌گیرند (۶). البته دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن که جزو دستگاه ایمنی است؛ با برخورداری از سه روش دفاع آنتی-اکسیدانی آنزیمی از قبیل سوپراکسید دیسموتاز^۱ (SOD)، کاتالاز^۳ (CAT)، گلوکوتایون پراکسیداز^۴ (GSH-Px)، روش غیر آنزیمی مثل بیلی‌روبین، ویتامین E، C و فلاونوئیدها و در نهایت روش تغذیه‌ای، می‌تواند اکسیدان‌های تولید شده در بدن را خنثی کند و تولید و شکل‌گیری رادیکال‌های آزاد را به حداقل برساند و بدین شکل از اثرهای مخرب آنها جلوگیری کند (۷، ۸). شواهد دال بر آن است که استرس

اکسایشی ناشی از چاقی، با افزایش سطوح شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی و همچنین کاهش ضد اکسایش‌ها مانند سطوح آنزیم SOD، CAT، و GSH-Px در ارتباط است (۹، ۱۰). در نتیجه، مبتلایان به اضافه وزن و چاقی از یک سو با افزایش استرس اکسایشی مواجه‌اند و از سوی دیگر کمبود عوامل آنتی‌اکسیدانی، در جریان خون آنها دیده می‌شود. مهم‌ترین عامل در کنترل و درمان چاقی، بهتر شدن متابولیسم است. عامل اصلی تنظیم متابولیسم، توده‌ی بدون چربی و به‌ویژه توده‌ی عضلانی است (۱۱).

تمرین ورزشی منظم، برای سلامتی فواید زیادی دارد، اما فعالیت ورزشی غیرمعمول و شدید می‌تواند باعث تولید رادیکال‌های آزاد، بروز صدمات سلولی و متعاقب آن، آسیب‌های ناشی از استرس اکسایشی شود (۱۲). ورزش‌های مقاومتی، به‌ویژه انقباضات برون‌گرا، باعث آسیب بافت عضلانی و متعاقب آن شروع فرآیندهای التهابی و سرانجام باعث تولید رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (۱۳). از آنجایی که یکی از منابع اصلی تولید رادیکال‌های آزاد و شاخص استرس اکسایشی، توده‌ی چربی بدن است؛ لذا این احتمال وجود دارد که در طی فعالیت‌های ورزشی، میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد در افراد چاق نسبت به افرادی با وضعیت طبیعی، بیشتر باشد (۱۴). با توجه به اینکه فعالیت ورزشی شدید می‌تواند مصرف اکسیژن را تا ۱۰۰ برابر افزایش دهد، تولید رادیکال‌های آزاد پس از ورزش افزایش می‌یابد (۱۵). نتایج پژوهشی نشان داد که به دنبال فعالیت بدنی، استرس اکسایشی در مردان و زنان چاق در مقایسه با افراد با وزن طبیعی، بیشتر افزایش می‌یابد و همچنین، چربی پلاسمايي افراد چاق در مقایسه با افراد با وزن طبیعی با سرعت و مقدار بیشتری اکسید می‌شود (۱۶). مشخص شده است که اجرای تمرین مقاومتی در افراد چاق و دارای اضافه وزن، با ایجاد سازگاری‌هایی

3. Catalase

4. Glutathione Peroxidase

1. Non-alcoholic fatty liver disease

2. Superoxide Dismutase

کننده در برابر رادیکال‌های آزاد و مهارکننده‌ی مولکول‌های پیام‌رسان التهابی است، به دلیل داشتن محتوای پروتئین بالا، به عنوان مکمل غذایی استفاده می‌شود و عامل رنگ سبز-آبی و منحصر به فرد این جلبک هم به حساب می‌آید (۲۴). تاکنون، چند مطالعه درباره‌ی تاثیر مکمل سازی اسپیرولینا و دفاع ضد اکسایشی انجام شده است. کلافتی و همکاران، در پژوهشی در دوندگان تقریباً ورزشی و ورزیده گزارش کرده‌اند که خوردن اسپیرولینا پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از فعالیت ورزشی را کاهش و زمان رسیدن به خستگی را افزایش می‌دهد (۲۵). لیو و همکاران، در مطالعه‌ی خود بیان کرده‌اند که مصرف ۶ هفته‌ای عصاره‌ی جلبک اسپیرولینا در دوزهای متفاوت ۵۰ (حدود ۰/۵ میلی‌لیتر)، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش‌ها، موجب مهار فشار اکسایشی ناشی از ورزش و امانده ساز حاد و افزایش آنزیم‌های SOD و GSH-Px می‌شود (۲۶). بریتو و همکاران نیز، گزارش کرده‌اند که مصرف مکمل ۸ هفته‌ای اسپیرولینا در دوزهای ۵۰، ۱۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش‌ها همراه با تمرینات قدرتی، عملکرد عضلانی را بهبود می‌بخشد و از آسیب عضلانی، استرس اکسایشی و التهاب محافظت می‌کند (۲۷). همچنین لی و همکاران، کاهش استرس اکسایشی و تخریب عضلانی را با مصرف اسپیرولینا گزارش کرده‌اند (۲۸). فرانکا و همکاران، نشان داده‌اند در ورزشکاران دوچرخه سوار که از نظر تغذیه در وضعیتی مطلوب بوده‌اند، خوردن اسپیرولینا بر استرس اکسایشی تاثیری نداشته است (۲۹).

بر اساس مطالب ذکر شده، برخی گزارش‌ها، از اثرهای نامطلوب تمرین مقاومتی بر آسیب سلولی و فشار اکسایشی و برخی دیگر به آثار مثبت آن، حکایت دارند. حال، با توجه به این که انجام فعالیت‌های ورزشی مقاومتی، به خصوص در افراد چاق، ممکن است باعث ایجاد و تشدید شرایط استرس اکسایشی شود و در این باره ابهاماتی وجود دارد و کفایت

البته سودمند در دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی (افزایش ظرفیت و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی)، دستگاه ایمنی (کاهش شاخص‌های التهابی) و ترکیب بدنی (کاهش وزن نامطلوب، شاخص توده‌ی بدنی، درصد چربی بدن و افزایش توده‌ی عضلانی) همراه است. همچنین، گزارش شده است که میزان تغییرات فشار اکسایشی ناشی از برنامه‌های تمرین مقاومتی، تحت تاثیر اشکال مختلف تمرینات مقاومتی قرار دارد (۱۷). منصور و همکاران (۱۸)، بیان کردند که هشت هفته تمرین مقاومتی، با کاهش توده‌ی چربی، افزایش متوسط توده‌ی عضلانی، ایجاد فشار اکسایشی بالا و تقویت وضعیت آنتی-اکسیدانی بدن همراه است؛ در حالیکه عزیز بیگی و همکاران (۲۰۱۳)، نشان دادند که ۸ هفته تمرین مقاومتی فزاینده بر فعالیت SOD، GSH-Px و فشار اکسایشی در گلبول‌های قرمز مردان سالم اثر معناداری ندارد (۱۹). شواهد فراوان نشان می‌دهد که در شرایط فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی گوناگونی از جمله ورزش شدید، بی‌حرکی و چاقی، آنزیم‌های آنتی-اکسیدانی درون‌زای بدن، نمی‌توانند به طور کامل از آسیب‌های اکسایشی و عضلانی جلوگیری کنند (۲۰). با این حال یکی از راه‌های مناسب برای محافظت در برابر اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از چاقی و فعالیت‌های ورزشی شدید، می‌تواند به کارگیری عوامل تغذیه‌ای و استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی باشد (۱۳، ۲۱).

از معیارهای مهم در انتخاب مکمل‌ها، موثر بودن و بی‌خطر بودن آنهاست که اسپیرولینا با داشتن مواد مغذی زیاد یکی از معدود مکمل‌هایی است که همه‌ی موارد فوق را دارد. مکمل اسپیرولینا از خانواده‌ی ریزجلبک‌ها است که تأییدیه‌ی سازمان بهداشت آمریکا، سازمان بهداشت جهانی و موسسه‌ی غذا و محصولات کشاورزی سازمان ملل متحد را دارد (۲۲، ۲۳). اسپیرولینا، سرشار از انواع ویتامین‌ها، ترکیبات فنولیک،^۱ توکوفرول‌ها،^۲ بتاکاروتن^۴ و پلی‌پپتید آبی رنگی به نام فیکوسیانین است. فیکوسیانین علاوه بر اینکه یک تعدیل

4. β -Carotene
5. phycocyanin

1. microalga
2. Phenolic compounds
3. Tocopherols

۱۲ ایستگاه جداگانه، که کلیه عضلات بزرگ بدن را درگیر می‌کرد، با رعایت اصل اضافه بار اجرا شد. آزمودنی‌ها برنامه تمرین را بر اساس درصد یک تکرار بیشینه^۵ (IRM)، که در هفته‌های فرد (اول، سوم، پنجم و هفتم)، اندازه‌گیری شد، اجرا کردند (جدول شماره ۱ و ۲) (۳۰). آزمودنی‌ها در اول و آخر هر جلسه‌ی تمرینی، به مدت ۱۰ دقیقه با حرکات کششی و نرمشی، به گرم و سرد کردن پرداختند. درصد IRM، براساس فرمول برزیسکی [یک تکرار بیشینه = وزنه (کیلوگرم) ÷ ((تکرار × ۰/۰۲۷۸) - (۱/۰۲۷۸))] محاسبه شد (۳۱). از تمام آزمودنی‌ها درخواست شد که در طول مطالعه رژیم غذایی معمول خود را حفظ کنند. از دو گروه S و P، خواسته شد تا هیچ‌گونه فعالیت ورزشی تا پایان مطالعه انجام ندهند و روند طبیعی زندگی قبلی خود را ادامه دهند. البته، در حین اجرای مطالعه، رژیم غذایی آزمودنی‌ها به وسیله پرسشنامه بسامد خوراکی اختصاصی برای جامعه ایرانی که روایی و پایایی آن تأیید شده است، پایش شد تا اثر عوامل مزاحم ثبت و حذف گردد (۳۲). این پرسشنامه به مدت هشت هفته، هفته‌ای یک بار، در آخرین جلسه تمرین هفته، توسط آزمودنی‌ها برگشت داده و اطلاعات تغذیه‌ای دریافتی آزمودنی‌ها، توسط محقق ثبت می‌شد.

در دو مرحله (۴۸ ساعت قبل و بعد از پروتکل) مقدار ۱۰ سی سی خون، از سیاهرگ بازویی چپ، در وضعیت نشسته، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه، توسط متخصصین در آزمایشگاه گرفته شد. جهت جلوگیری از لخته شدن خون، نمونه‌ها در لوله‌های CBC محتوی ماده ضد انعقاد^۶ (EDTA) ریخته شد و بلافاصله در هر دو مرحله‌ی پیش آزمون و پس آزمون، بلافاصله با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه، به مدت ۱۰ دقیقه، سانتریفیوژ شد و جداسازی پلاسما صورت گرفت و در میکروتیوب‌های جداگانه ۱/۵ سی سی و به تفکیک گروه‌ها، در دمای ۸۰- سانتی‌گراد فریز و نگهداری شد. سنجش

تحقیقاتی حاصل نشده است و نظر به اهمیت اثر مثبت تمرینات مقاومتی، در افزایش توانمندی افراد، به خصوص مردان دارای اضافه وزن و چاق و همچنین، با توجه به علم در دسترس ما و نظر به مطالعه‌ی محدود صورت پذیرفته در زمینه مکمل‌سازی اسپیرولینا، پژوهش حاضر در تلاش است به این سوال اصلی پژوهش پاسخ دهد که تمرین مقاومتی دایره‌ای به تنهایی و همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا بر فعالیت آنزیم‌های CAT، SOD، GSH-Px مردان دارای اضافه وزن و چاق چه تأثیری دارد.

روش کار

در یک کارآزمایی کاربردی، نیمه تجربی و یک سوکور، ۴۴ مرد چاق و یا دارای اضافه وزن ۱ BMI بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع و دامنه سنی ۳۰ تا ۵۰ سال، به صورت هدفمند انتخاب و پس از شرح کامل موضوع، اهداف، روش‌ها، آسیب‌های احتمالی ناشی از فعالیت‌های ورزشی و اخذ فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه سلامت، به صورت تصادفی در چهار گروه تمرین + اسپیرولینا^۱ (T + S)، تمرین + دارونما^۲ (T + P)، اسپیرولینا^۳ (S) و دارونما^۴ (P) تقسیم شدند. هیچ یک از شرکت کنندگان، در مدت ۶ ماه گذشته از مکمل یا داروی خاصی استفاده نکرده و از سلامت کامل برخوردار بودند. قبل از شروع کار، گروه‌های تمرینی T+S و T+P، به منظور آشنایی با دستگاه‌ها و حرکات تمرینی مورد استفاده در مطالعه، در یک سالن پرورش اندام حاضر شدند. افراد در گروه S و P، به ترتیب به مدت ۸ هفته، روزانه ۲ عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیرولینا و دارونما با ۱۵۰ میلی‌لیتر آب، در دو نوبت صبح (ساعت ۹) و عصر (ساعت ۱۵) مصرف نمودند. مکمل اسپیرولینا از شرکت داروسازی ریحان نقش جهان (دانش بنیان) اصفهان و کپسول دارونما از شرکت نادر اصفهان تهیه گردید. تمرینات مقاومتی به صورت دایره‌ای نیز در مدت زمان ۸ هفته، هر هفته سه جلسه، در ۱۲ حرکت و

5. One-repetition maximum

6. Ethylenediaminetetraacetic acid

1. training and spirulina

2. training and placebo

3. spirulina

4. placebo

میلی واحد بر میلی لیتر (mU/ml) متعلق به شرکت نوند سلامت ارومیه اندازه گیری شد.

برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها و نیز تجانس واریانس‌ها به ترتیب از آزمون شاپیرو ویلک و لون استفاده شد. همچنین، برای بررسی تفاوت بین میانگین گروه‌های تحقیق (تفاضل پیش و پس آزمون) از روش آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی و همچنین برای تغییرات درون گروهی از آزمون t وابسته در سطح معنی داری $p < 0.05$ استفاده شد. تمامی مراحل با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شد.

بیوشیمیایی متغیرها به روش رنگ سنجی (کالریمتریک) و توسط دستگاه پلیت ریدر با استفاده از کیت‌های سنجش سوپراکسید دیسموتاز (Superoxide Dismutase Assay) (Kit - SOD) با نام تجاری Nasdox™ (Cat N: NS-15033) و حساسیت ۰/۲ واحد بر میلی لیتر (U/ml)، کاتالاز و حساسیت ۰/۲ واحد بر میلی لیتر (U/ml)، کاتالاز (Catalase Activity Assay Kit - CAT) با نام تجاری Nactaz™ (Cat N: NS-15033)، با حساسیت ۲ نانومول بر دقیقه بر میلی لیتر (nmol/min/ml) و گلو تاتیون پراکسیداز (Peroxidase Assay Kit - GPx Glutathione) با نام تجاری Nagpix™ (Cat N: NS-15083) و حساسیت ۰/۵

جدول ۱. برنامه هفتگی تمرین مقاومتی دایره‌ای

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
جلسه اول	سبک	سبک	متوسط	خیلی سبک	متوسط	سبک	خیلی سبک	سنگین
جلسه دوم	متوسط	خیلی سبک	سنگین	سنگین	متوسط	متوسط	متوسط	خیلی سبک
جلسه سوم	سبک	سنگین	سبک	سبک	سبک	سنگین	سبک	متوسط

جدول ۲. برنامه تمرینی

حرکات	شدت	خیلی سبک	سبک	متوسط	سنگین
پرس پا	۲۰/۴۰×۱*	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳
پرس سینه	۲۰/۴۰×۱	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳
پرس سینه شیب‌دار	۲۰/۴۰×۱	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳
پارویی نشسته	۲۰/۴۰×۱	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳
لیفت مرده	۲۰/۴۰×۱	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳
شکم با زانوی خمیده	۲۰×۱	۲۰×۱	۲۰×۲	۱۵×۳	۱۸×۳
کشش از بالا			۱۵/۶۰×۲		
بلند شدن روی پنجه پا	۲۰/۴۰×۱	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳
پشت ران	۲۰/۴۰×۱	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳
پرس شانه	۲۰/۴۰×۱	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳
کشش هالتر تا چانه	۲۰/۴۰×۱	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳
جلو بازو با هالتر	۲۰/۴۰×۱	۲۰/۴۰×۱	۱۵/۶۰×۲	۱۰/۷۵×۳	۴/۹۰×۳

طول دوره استراحت بین ست‌ها و ایستگاه‌ها: خیلی سبک = ۱ دقیقه؛ سبک و متوسط: ۱-۲ دقیقه؛ سنگین: ۳-۴ دقیقه؛ خیلی سنگین: ۵-۷ دقیقه.

* ۱ ست × ۲۰ تکرار، ۴۰٪ یک تکرار بیشینه

نتایج

گروه (T + S) با گروه S و P؛ گروه (T + P) با گروه P، تفاوت معناداری داشتند ($p \leq 0/05$). در متغیر CAT، گروه‌ها با یکدیگر، تفاوت معناداری نداشتند ($p > 0/05$) (جدول ۴) (شکل ۱).

در مقایسه درون گروهی، تغییرات CAT، SOD و GSH-Px در دو گروه (T + S) و (T + P)، معنادار بود ($p \leq 0/05$) (جدول ۳). در مقایسه بین گروهی، برای متغیر SOD، گروه (T + S) با سه گروه دیگر و گروه (T + P) فقط با گروه P، تفاوت معناداری داشتند ($p \leq 0/05$). برای متغیر GSH-Px،

جدول ۳. نتایج آزمون t همبسته و تحلیل واریانس یک طرفه برای شاخص‌های CAT، SOD و GPx

شاخص	گروه‌ها	پیش از مداخله (انحراف معیار \pm میانگین)	پس از مداخله (انحراف معیار \pm میانگین)	t	P درون گروهی	آماره F	P بین گروهی
CAT (nmol/min/ml)	T + S	۱۱/۶۳ \pm ۳/۵۹	۱۶/۹۷ \pm ۳/۸۷	-۳/۵۲	\square ۰/۰۰۶	۱/۸۸	۰/۱۵
	T + P	۱۲/۳۲ \pm ۳/۸۹	۱۷/۵۴ \pm ۵/۶۹	-۲/۴۸	\square ۰/۰۳۲		
	S	۱۲/۴۲ \pm ۴/۰۱	۱۴/۴۳ \pm ۴/۴۴	-۱/۰۷	۰/۳۰۹		
	P	۱۳/۸۱ \pm ۲/۵۶	۱۴/۴۱ \pm ۳/۶۹	-۰/۴۷	۰/۶۴۶		
SOD (U/mL)	T + S	۴۰۱/۲۴ \pm ۷۲/۵۲	۵۸۷/۰۲ \pm ۵۸/۰۷	-۶/۲۹	\square ۰/۰۰۰	۱۱/۴۹	۰/۰۰
	T + P	۴۱۵/۲۸ \pm ۶۵/۷۷	۵۰۰/۵۸ \pm ۸۰/۰۲	-۳/۲۲	\square ۰/۰۰۹		
	S	۴۱۸/۶۹ \pm ۶۵/۱۵	۴۴۷/۸۶ \pm ۶۴/۴۷	-۱/۳۶	۰/۲۰۳		
	P	۴۲۱/۵۱ \pm ۶۵/۴۴	۴۰۳/۴۲ \pm ۷۹/۳۴	۰/۷۱	۰/۴۹۲		
GSH-Px (nmol/min/ml)	T + S	۱۱۹۱/۱۸ \pm ۳۶۶/۳۲	۲۱۶۶/۰۰ \pm ۴۲۹/۳۳	-۵/۸۴	\square ۰/۰۰۰	۱۰/۰۳	۰/۰۰
	T + P	۱۲۲۹/۰۹ \pm ۳۷۱/۳۰	۱۷۸۰/۸۲ \pm ۵۳۳/۵۸	-۳/۴۱	\square ۰/۰۰۷		
	S	۱۲۵۷/۰۹ \pm ۳۷۹/۴۸	۱۲۲۵/۸۲ \pm ۳۶۸/۸۹	۰/۱۶	۰/۸۷۵		
	P	۱۲۸۹/۴۶ \pm ۴۰۱/۶۲	۱۰۸۳/۳۶ \pm ۴۴۹/۹۹	۱/۲۹	۰/۲۲۷		

* نشانه اختلاف معنادار در سطح $p < 0/05$

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی توکی مربوط به تفاوت‌های بین گروهی برای متغیرهای SOD و GSH-Px

گروه‌ها	P	SOD(U/mL) (تفاوت میانگین‌ها)	P	GSH-Px (nmol/min/ml) (تفاوت میانگین‌ها)	P
T + S	\square ۰/۰۴۳	۱۰۰/۴۸	\square ۰/۰۰۱	۴۲۳/۰۹	۰/۳۱۴
S	\square ۰/۰۰۱	۱۵۶/۶۲	\square ۰/۰۰۰	۱۰۰۶/۰۹	\square ۰/۰۰۱
P	\square ۰/۰۰۰	۲۰۳/۸۷	\square ۰/۰۰۰	۱۱۸۰/۹۱	\square ۰/۰۰۰
T + P	۰/۴۲۷	۵۶/۱۴	\square ۰/۰۱۷	۵۸۳/۰۰	۰/۰۹۲
S	\square ۰/۰۳۵	۱۰۳/۳۹	\square ۰/۰۰۰	۷۵۷/۸۲	\square ۰/۰۱۷
P	۰/۵۷۴	۴۷/۲۶	\square ۰/۰۰۰	۱۷۴/۸۲	۰/۸۸۸

* نشانه اختلاف معنادار در سطح $p < 0/05$

بحث

بی‌حرکی، اضافه وزن و چاقی از اجزای اصلی سندروم متابولیک و تضعیف سیستم ایمنی و ضد اکسایشی بدن به-شمار می‌روند. این پژوهش با هدف تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا و تمرین مقاومتی دایره‌ای بر فعالیت آنزیم‌های ضد اکسایشی CAT، SOD و GSH-Px خون مردان کم-تحرک دارای اضافه وزن و چاق اجرا شد. در مورد تأثیر توأم تمرین مقاومتی و مصرف مکمل اسپیرولینا بر فعالیت آنزیم‌های ضد اکسایشی، اطلاعات بسیار محدودی در دسترس است. اما در پژوهش‌های مشابه موجود، تأثیر تمرین مقاومتی و مصرف مکمل اسپیرولینا، از طریق افزایش مقادیر پلاسمایی آیریزین (۳۳) و کاهش رزیستین و وزن بدن (۳۴)، لیپوکالین دو (۳۵) و همچنین بهبود برخی شاخص‌های نیمرخ متابولیکی (۳۶)، می‌تواند در کنترل وزن و چاقی موثر باشد و باعث پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با چاقی شود (۳۶-۳۳). در این پژوهش، تمرین مقاومتی دایره‌ای به تنهایی و به صورت ترکیبی با مکمل اسپیرولینا، اثرهای سودمند معناداری را بر فعالیت آنزیم‌های CAT، SOD و GSH-Px، بعد از ۸ هفته پروتکل تمرینی داشت. حال به بررسی نتایج حاصل از پژوهش پیش رو با نتایج دیگر پژوهش‌های مربوطه و موجود در این زمینه می‌پردازیم.

از نتایج پژوهش حاضر، می‌توان به عدم تغییر معنادار فعالیت آنزیم CAT در مقایسه‌ی بین گروه‌های حاضر در پژوهش اشاره کرد. اما در مقایسه‌ی درون گروهی، سطوح پلاسمایی آنزیم CAT، در هر دو گروه T+S و T+P، افزایش معناداری داشت که با یافته‌های کوزه‌چیان و همکاران (۳۷)، مغایرت دارد. آنان در مطالعه‌ی خود اظهار کرده‌اند که مصرف مکمل اسپیرولینا بر نشانگرهای استرس اکسایشی در کوهنوردان تأثیری ندارد. بهبودی در فعالیت آنزیم CAT در اثر تمرین مقاومتی، با نتایج یافته‌های چناری و همکاران (۳۸)، صادق قمی و همکاران (۳۹) و میرجوادی و همکاران (۴۰) همسو است. چناری و همکاران، در گزارش خود بیان کرده‌اند که تمرین مقاومتی در افزایش معنادار میزان CAT بافت قلب

رت‌های دیابتی، تأثیر بیشتری نسبت به تمرین هوازی دارد. همچنین، صادق قمی و همکارانش در نتیجه‌ای مشابه با چناری و همکاران، گزارش دادند که هشت هفته تمرین مقاومتی به طور معناداری بیشتر از تمرین در آب و نیز تمرین استقامتی، باعث افزایش فعالیت آنزیم CAT سرم می‌شود. میرجوادی و همکاران نیز، افزایش معنادار CAT را پس از یک دوره تمرینات مقاومتی در موش‌های دیابتی نوع ۱ گزارش کردند. لازم به ذکر است که افزایش سطح فعالیت آنزیم CAT بر اثر تمرین مقاومتی در پژوهش حاضر، با نتایج یافته‌های پاریس و همکاران (۴۱) و گارسیا لویز و همکاران (۴۲) ناهمسو است. در مطالعه‌ی پاریس و همکاران، چهارده هفته تمرین مقاومتی، سطح استراحتی آنزیم CAT افراد مسن (زن و مرد) با میانگین سن ۶۸ سال را افزایش نداد. از دلایل احتمالی این ناهمسوئی می‌توان سن آزمودنی‌ها و طول دوره-تمرینی را نام برد، زیرا روند پیری باعث افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در افراد سالمند می‌شود (۴۳). گارسیا لویز و همکاران نیز بیان کردند که ۲۱ هفته (دوجلسه‌ای) تمرینات قدرتی یا استقامتی فزاینده، تأثیر معنی‌دار مفیدی بر مکانیسم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی آنزیمی (کوتاه مدت) مردان سالم میانسال و تمرین نکرده ندارد و تمرینات قدرتی با تأثیر بیشتر از تمرینات استقامتی فزاینده، فقط باعث افزایش معنادار بیان ژن (درازمدت) آنزیم‌های مورد مطالعه می‌شود. دلیل این مغایرت می‌تواند تعداد کم جلسات تمرینی در هفته (دو جلسه) و یا نوع پروتکل تمرینی در پژوهش گارسیا لویز و همکارانش باشد. تولید گونه‌های اکسیژن واکنشی در پاسخ به تمرین مقاومتی بیشتر از مسیر گزانتین اکسیداز و در شرایط ایسکمی / رپرفیوژن، اتفاق می‌افتد، در حالی که تولید آنها در پاسخ به فعالیت‌های ورزشی استقامتی و هوازی بیشتر از مسیرهای نشت الکترون از زنجیره انتقال الکترون میتوکندری و کاتکولامین‌ها می‌باشد (۲۲).

از دیگر نتایج مهم پژوهش ما، می‌توان به افزایش معنادار فعالیت آنزیم SOD در دو گروه تمرینی T+S و T+P، به‌ویژه

در گروه T+S اشاره کرد که این خود دلیلی بر تأثیر تعاملی تمرین با مکمل اسپیرولینا بر شاخص یاد شده است. با اندازه-گیری فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌توان واکنش حاد و فوری این آنزیم‌ها را مورد ارزیابی قرار داد. اما برای بررسی سازگاری‌های دراز مدت این آنزیم‌ها نیاز به ارزیابی بیان ژن و الگوی آنهاست (۴۴, ۴۵). آگاهی و همکاران (۴۶)، گزارش کرده اند که تمرین مقاومتی به تنهایی و همچنین همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا در موش‌های مصرف کننده‌ی استانوزولول^۱ باعث افزایش SOD در مناطقی از هیپوکامپ می‌شود که با نتیجه‌ی پژوهش حاضر همسو است. در گزارش آنان آمده است که مصرف اسپیرولینا به تنهایی نیز، باعث افزایش SOD می‌شود که با نتایج مطالعه‌ی حاضر مغایرت دارد. نوع آزمودنی‌ها، پروتکل تمرینی و نوع بافت اندازه‌گیری شده می‌تواند از دلایل مغایرت نتیجه پژوهش حاضر با پژوهش مذکور باشد. نتیجه‌ی مطالعه‌ی حاضر در مورد تاثیر تمرین مقاومتی بر سطح فعالیت آنزیم SOD، با یافته پژوهش عزیز بیگی و همکاران (۱۹) که گزارش کردند ۸ هفته تمرین مقاومتی بر فعالیت آنزیم SOD گلبول‌های قرمز مردان چاق تاثیر معناداری دارد و نیز با یافته‌های کاشانی و همکاران (۴۷)، که اثرات پیشگیرانه اسپیرولینا پلاتنسیس بر فعالیت آنزیم SOD در ورزشکاران تکواندو را در یک کارآزمایی متقاطع تصادفی بررسی کرده بود، همسو است. نتایج به دست آمده از مطالعه‌ی حاضر درباره‌ی تاثیر تمرین مقاومتی بر فعالیت آنزیم SOD، با نتایج یافته‌های پاریس و همکاران (۴۱) مبنی بر این که، چهارده هفته تمرین مقاومتی، سطوح استراحتی آنزیم SOD افراد مسن را افزایش نمی‌دهد. میزان محدودده‌ی تاثیر پذیری آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپر اکسید دیسموتاز کاملاً تحت تاثیر نوع بافتی که آنزیم در آن وجود دارد می‌باشد (۴۸). در تحقیق حاضر، فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در پلاسما اندازه‌گیری شده است و به بافت ویژه‌ای مرتبط نیست. مشخص است که افزایش فعالیت آنزیم مذکور در جهت خنثی سازی رادیکال

سوپر اکسید است که نشان می‌دهد سازگاری‌های پس ترجمه‌ای در این آنزیم طی تمرین مقاومتی روی داده است. به هر حال، ایزوآنزیم‌های مختلف سوپر اکسید دیسموتاز، روش‌های مختلف اندازه‌گیری آنزیم‌ها، انواع مختلف نمونه‌ها و سن آنها و یا تارهای عضلانی مورد استفاده بر پراکندگی نتایج موثر است (۴۹). افزون بر این مصرف اسپیرولینا به دلیل داشتن ترکیبات فیکوبیلی پروتئین (جاذب رادیکال‌های آزاد) به عنوان یک آنتی‌اکسیدانی قوی، توانست در ترکیب با تمرین مقاومتی تاثیر بسیار خوبی بر فعالیت آنزیم SOD در مقایسه با سایر گروه‌ها، بگذارد. نتایج پژوهش حاضر در مورد تاثیر تمرین همراه با مصرف اسپیرولینا با نتایج تحقیق لیو و همکاران (۲۶) و بریتو و همکاران (۲۷) نیز، همسو است.

از نتایج دیگر این پژوهش، می‌توان به افزایش معنادار فعالیت آنزیم GSH-Px در گروه‌های تمرینی به ویژه در گروه T+S، اشاره کرد. البته بیشترین درصد تغییرات مربوط به T+S، در مقایسه با گروه T+P بود. این تغییرات بر اثر تعاملی تمرین با مکمل اسپیرولینا بر شاخص‌های یاد شده دلالت دارند. در مطالعه‌ی آگاهی و همکاران (۴۶)، پس از شش هفته تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا در موش‌ها، افزایش معنادار GSH-Px، در دو گروه تمرین مقاومتی به تنهایی و تمرین همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا گزارش شده است که با نتایج مطالعه‌ی ما همسو است. در مطالعه‌ی ما، تغییرات GSH-Px در گروه اسپیرولینا معنادار نبود، ولی پژوهش آگاهی و همکاران، افزایش معنادار GSH-Px را در گروه مصرف کننده‌ی اسپیرولینا گزارش کرده است که این نتیجه با نتایج مطالعه‌ی پیش رو مغایرت دارد. دلیل مغایرت را می‌توان به نمونه‌های پژوهش و محل اندازه‌گیری آنزیم نسبت داد. این تقویت در فعالیت آنزیم GSH-Px، با تمرین مقاومتی دایره‌ای با یافته‌های کاشانی (۴۷)، کلوندی (۵۰)، مرنندی (۵۱)، گودرزی (۵۲)، میرجوادی (۴۰) و همکارانشان همسو است و با نتایج پژوهش عزیز بیگی و همکاران (۱۹) که

تمرینات مقاومتی با مصرف مکمل اسپیرولینا، انجام پژوهش- های گسترده‌ای نیازمند است. در نهایت امید است نتایج حاصل از این پژوهش توانسته باشد اطلاعات هرچند اندک اما سودمندی را در اختیار پژوهشگران آینده بگذارد.

نتیجه گیری

در مقایسه بین گروهی این پژوهش میزان فعالیت آنزیم GSH-Px و SOD افزایش داشت. اما CAT تغییری نشان نداد. بیشترین درصد تغییرات در شاخص های ذکر شده در گروه T+S مشاهده شد. بنابراین با توجه به معنادار بودن این تغییرات، افراد کم تحرک دارای اضافه وزن و چاق، می توانند برای تقویت دستگاه آنتی اکسیدانی بدن از تمرینات مقاومتی دایره‌ای همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا استفاده کنند. در کل نتایج این پژوهش نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای توأم با مصرف مکمل اسپیرولینا، می تواند سبب بهبود فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در افراد دارای اضافه وزن و چاق شود و از فشارهای اکسایشی ناشی از ورزش و همچنین چاقی جلوگیری کند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه برگرفته از رساله دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه بیرجند می باشد و از تمامی عزیزانی که در طول انجام این پژوهش مرا یاری کرده اند، کمال تشکر و قدردانی را ابراز می نمایم.

گزارش کردند ۸ هفته تمرین مقاومتی بر فعالیت آنزیم GSH-Px گلبول های قرمز مردان چاق تاثیر معناداری ندارد، مغایرت داشت. یکی از دلایل احتمالی این مغایرت را می توان در نوع بافتی که آنزیم در آن فعالیت می کند، جستجو کرد. در یک نگاه از این نتایج می توان استنباط کرد که تمرین مقاومتی اثرهای سودمندی بر فعالیت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن (افزایش مقادیر سرمی آنزیم های CAT، SOD و GSH-Px) دارد. البته بیشترین سودمندی زمانی حاصل شد که به همراه تمرین مقاومتی دایره‌ای، مکمل اسپیرولینا نیز مصرف شد. نتایج گروه T+S، این موضوع را تأیید می کند.

به طور کلی تناقض در نتایج مطالعات انجام شده را می توان به وضعیت سلامتی آزمودنی ها، میزان تاثیرپذیری و پاسخ- های متفاوت آزمودنی ها نسبت به تمرینات مقاومتی، جنسیت، سابقه تمرینی، نوع تمرینات، مکمل سازی، وضعیت تغذیه، نوع نمونه ارزیابی شده، نوع تارهای عضلانی، نژاد آزمودنی ها، نمونه های حیوانی در مقابل انسانی، روش های سنجش شاخص های بیوشیمیایی، زمان نمونه گیری و زمان سنجش متغیرها نسبت داد. این پژوهش مانند پژوهش های دیگر خالی از محدودیت نیست. تعداد نمونه های کم از محدودیت های بارز پژوهش حاضر به شمار می رود. همچنین، برای روشن تر شدن سازوکارهای مولکولی آنزیم های آنتی اکسیدانی و تغییرات آنها در بدن، به دنبال

References

1. Kant AK, Graubard BI. Secular trends in patterns of self-reported food consumption of adult Americans: NHANES 1971-1975 to NHANES 1999-2002. *The American journal of clinical nutrition*. 2006;84(5):1215-23.
2. Sinha A, Kling S. A review of adolescent obesity: prevalence, etiology, and treatment. *Obesity surgery*. 2009;19(1):113-20.
3. Kim M-J, Park M, Jeong MK, Yeo J, Cho W-I, Chang P-S, et al. Radical scavenging activity and anti-obesity effects in 3T3-L1 preadipocyte differentiation of Ssuk (*Artemisia princeps* Pamp.) extract. *Food Science and Biotechnology*. 2010;19(2):535-40.
4. Olusi S. Obesity is an independent risk factor for plasma lipid peroxidation and depletion of erythrocyte cytoprotective enzymes in humans. *International journal of obesity*. 2002;26(9):1159-64.
5. Powers SK, Nelson WB, Hudson MB. Exercise-induced oxidative stress in humans: cause and consequences. *Free Radical Biology and Medicine*. 2011;51(5):942-50.

6. Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *The Journal of clinical investigation*. 2017;114(12):1752-61.
7. Ceci R, Valls MRB, Duranti G, Dimauro I, Quaranta F, Pittaluga M, et al. Oxidative stress responses to a graded maximal exercise test in older adults following explosive-type resistance training. *Redox biology*. 2014;2:65-72.
8. Delavar R, Mogharnasi M, Khoobkhahi N. The effects of combined training on oxidative stress and antioxidant defense indicators. *Int J Basic Sci Med*. 2017;2(1):29-32.
9. Sankhla M, Sharma TK, Mathur K, Rathor JS, Butolia V, Gadhok AK, et al. Relationship of oxidative stress with obesity and its role in obesity induced metabolic syndrome. *Clinical laboratory*. 2012;58(5-6):385-92.
10. Savini I, Catani MV, Evangelista D, Gasperi V, Avigliano L. Obesity-associated oxidative stress: strategies finalized to improve redox state. *International journal of molecular sciences*. 2013;14(5):10497-538.
11. Lauw MN, van Doormaal FF, Middeldorp S, Buller HR, editors. *Cancer and venous thrombosis: current comprehensions and future perspectives*. Seminars in thrombosis and hemostasis; 2013: Thieme Medical Publishers.
12. Ismaeel A, Holmes M, Papoutsi E, Panton L, Koutakis P. Resistance training, antioxidant status, and antioxidant supplementation. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2019;29(5):539-47.
13. Atashak S, SHarafi h, Azarbayjani M, Goli A, Batorak K, Karimi V Effect of omega-3 fatty acid supplementation on lipid peroxidation and total antioxidant capacity of plasma following a resistance exercise session in young athletes *Sci J Kurdistan Univ Med Sci*. 2013;17:51-9.
14. Atashak S, Peeri M, Azarbayjani MA, Stannard SR, Haghghi MM. Obesity-related cardiovascular risk factors after long-term resistance training and ginger supplementation. *Journal of sports science & medicine*. 2011;10(4):685.
15. Sachdev S, Davies KJ. Production, detection, and adaptive responses to free radicals in exercise. *Free Radical Biology and Medicine*. 2008;44(2):215-23.
16. Vincent HK, Morgan JW, Vincent KR. Obesity exacerbates oxidative stress levels after acute exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2004;36(5):772-9.
17. Zembron-Lacny A, Slowinska-Lisowska M, Szygula Z, Witkowski K, Stefaniak T, Dziubek W. Assessment of the antioxidant effectiveness of alpha-lipoic acid in healthy men exposed to muscle-damaging exercise. *J Physiol Pharmacol*. 2009;60(2):139-43.
18. Mansor DA, Abdul Kadir Z, Raja Azidin RF, editors. *A Comparison of Periodization Models on Muscular Strength*. Proceedings of the International Colloquium on Sports Science, Exercise, Engineering and Technology 2014 (ICoSSEET 2014); 2014: Springer.
19. 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;23(3):230-8.
20. Samadi A, Gaeini A, Ravasi A, Hedayati M, Rahimi M. The effect of resistance exercise on oxidative stress in cardiac and skeletal muscle tissues of streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Basic and Clinical Pathophysiology*. 2013;2(1):28-33.
21. Soleymani S, Tofighi A, Babaei Bonab S. Effects of an exhaustive exercise before and after aerobic training along with dietary spirulina supplementation on oxidative stress in inactive obese men. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2018;5(2):36-44.
22. Urso ML, Clarkson PM. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology*. 2003;189(1-2):41-54.
23. Jassby A. *Spirulina: a model for microalgae as human*. Algae and human affairs/edited by Carole A Lembi, J Robert Waaland; sponsored by the Phycological Society of America, Inc. 1988.
24. Mohseni R, Zamani Sedehi A, Arab Sadeghabadi Z, Safaei M, Heiat M. Dietary supplement based on microalgae, as a new therapeutic approach in the future. *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal*. 2021;11(42):31-54.

25. Kalafati M, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Paschalis V, Theodorou AA, Sakellariou GK, et al. Ergogenic and antioxidant effects of spirulina supplementation in humans. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(1):142-51.
26. Luo L, Qian L-a, Wang Y, Yuan G. Spirulina platensis extract supplementation attenuates oxidative stress in acute exhaustive exercise: a pilot study. *International Journal of Physical Sciences.* 2011;6(12):2901-6.
27. Brito AdF, Silva AS, De Souza AA, Ferreira PB, De Souza IL, Araujo LCDC, et al. Aortic response to strength training and Spirulina platensis dependent on nitric oxide and antioxidants. *Frontiers in physiology.* 2018;9:1522.
28. Lu H-K, Hsieh C-C, Hsu J-J, Yang Y-K, Chou H-N. Preventive effects of Spirulina platensis on skeletal muscle damage under exercise-induced oxidative stress. *European journal of applied physiology.* 2006;98(2):220-6.
29. Franca G, Silva A, Costa M, Junior J, Nébrega T, Gonçalves M, et al. Spirulina does not decrease muscle damage nor oxidative stress in cycling athletes with adequate nutritional status. *Biology of Sport.* 2010;27(4).
30. Nikseresht M, Agha-Alinejad H, Azarbayjani MA, Ebrahim K. Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2014;28(9):2560-8.
31. Brzycki M. A practical approach to strength training: Masters Press Grand Rapids, MI; 1989.
32. GHAZIZAHEDI S, NOURI M, NOROUZY A, NEMATI M, SAFARIAN M, MOHAJERI SAR, et al. Scientific: validity and reproducibility of Iranian food frequency questionnaire. 2014.
33. Dehghani K, Mogharnasi M, Saghebjo M, Sarir H, Malekaneh M. The effect of eight weeks of circuit resistance training and spirulina supplementation on plasma levels of irisin and some body composition in overweight and obese men. *Armaghane danesh.* 2020;25(3):332-45.
34. Gholamimoghadam S, Mogharnasi M. The Effect of Spirulina Supplementation and Circuit Resistance Training (CRT) on Plasma Values of Resistin, and Some Indicators of Body Composition of Overweight, and Obese Police Officers. *Journal of Police Medicine.* 2021;10(3):149-58.
35. Dehghani K, Mogharnasi M, Sarir H, Malekaneh M. Changes in lipocalin-2 levels after resistance training (RT) and consumption of spirulina microalgae in overweight and obese men. *KAUMS Journal (FEYZ).* 2021:0-.
36. Dehghani K, Mogharnasi M, Saghebjo M, Malekaneh M, Sarir H. Effect of Spirulina platensis green-blue algae consumption, and circuit resistance training (CRT) on lipid profile in overweight and obese middle-aged men. *Journal of Birjand University of Medical Sciences.* 2021;28(3):248-59.
37. Koozehchian MS, Kazaj KT, Sarshin A, Gaeini A, Naderi A, Stannard SR, et al. Effects of short-term spirulina supplementation on oxidative stress markers in mountaineers at high altitude. *Med Sci Sport Exerc.* 2019;51:88-.
38. Chenari M, Rahimi A, Sarshin A, Feizolahi F. Compare The Effect Of Six Weeks Of Aerobic And Resistance Training On Apoptotic Indice Of Caspase-8 And Catalase In The Heart Tissue Of Male Diabetic Rats. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism.* 2022;22(2):110-20.
39. Sadegh Ghomi M, Kashef M, Shahidi F, Salehpour M, Javadieh M, Noroozi Nia MJ. Comparison of the effect of eight-week training in water, resistance ladder and endurance running on catalase, malondialdehyde, vaspin and insulin resistance in male rats. *Daneshvar Medicine.* 2022;29(6):58-69.
40. Mir Javadi SR, Rahimi A, Aghaei F, Mohsenzadeh M. The effect of resistance training and endothelial stem cell injection on skeletal muscle antioxidant enzymes in type 1 diabetic rats. *Razi Journal of Medical Sciences.* 2021;28(9):172-83.
41. Parise G, Brose AN, Tarnopolsky MA. Resistance exercise training decreases oxidative damage to DNA and increases cytochrome oxidase activity in older adults. *Experimental gerontology.* 2005;40(3):173-80.
42. García-López D, Häkkinen K, Cuevas M, Lima E, Kauhanen A, Mattila M, et al. Effects of strength and endurance training on antioxidant enzyme gene expression and activity in middle-aged men. *Scandinavian journal of medicine & science in sports.* 2007;17(5):595-604.

43. Rattan SI. Theories of biological aging: genes, proteins, and free radicals. *Free radical research*. 2006;40(12):1230-8.
44. Siu PM, Pei XM, Teng BT, Benzie IF, Ying M, Wong SH. Habitual exercise increases resistance of lymphocytes to oxidant-induced DNA damage by upregulating expression of antioxidant and DNA repairing enzymes. *Experimental physiology*. 2011;96(9):889-906.
45. Carrera-Quintanar L, Funes L, Vicente-Salar N, Blasco-Lafarga C, Pons A, Micol V, et al. Effect of polyphenol supplements on redox status of blood cells: a randomized controlled exercise training trial. *European journal of nutrition*. 2015;54(7):1081-93.
46. Agahi MRH, Mosallanejad Z, Salehi OR. The effects of resistance training and spirulina on the performance of the antioxidant system with emphasis on mir125b, mir146a and cognitive function in stanazolol-induced neurotoxicity in rats. *Chemico-Biological Interactions*. 2022:110112.
47. Kashani A, Keshavarz SA, Jafari-Vayghan H, Azam K, Hozoori M, Alinavaz M, et al. Preventive effects of Spirulina platensis on exercise-induced muscle damage, oxidative stress and inflammation in taekwondo athletes: a randomized cross-over trial.
48. LIU JF, CHANG WY, CHAN KH, TSAI WY, LIN CL, HSU MC. Blood lipid peroxides and muscle damage increased following intensive resistance training of female weightlifters. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2005;1042(1):255-61.
49. Landis GN, Tower J. Superoxide dismutase evolution and life span regulation. *Mechanisms of ageing and development*. 2005;126(3):365-79.
50. Kalvandi F, Azizbeigi K, Azarbayjani MA. Effects of Elastic Resistance Training and Traditional Weight Training on Antioxidant and Oxidative Stress Markers in Untrained Men. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2019;8(3):57-65.
51. Mardani A, Abednatanzi H, Gholami M, Ghazalian F, Azizbeigi K. Effect of intensity sequence of resistance training on some antioxidants factors and Malondialdehyde plasma in over weight men. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022;10(6):1258-69.
52. Goodarzi F, Nikbakht H, Abednatanzi H, Ebrahim K, Ghazaliyan F. Aerobic and resistance training on some oxidative markers and TGF- β in cardiac tissue of elderly rats. *RAZI JOURNAL OF MEDICAL SCIENCES (JOURNAL OF IRAN UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES)*, [online]. 2020;27(3):93-100.

Original Article

The effect of resistance training and spirulina consumption on the antioxidant indices of overweight and obese men

Received: 13/08/2022 - Accepted: 10/09/2022

Mohammadreza Izadmehr¹

Mehdi Mogharnasi^{2*}

Marziyeh Saghebjoo²

Asghar Zarban³

¹ Ph.D. Candidate, University of Birjand, Birjand, Iran.

² Professor, University of Birjand, Birjand, Iran.

³ Professor, Department of Clinical Biochemistry, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran.

Email: mogharnasi@birjand.ac.ir

Abstract

Introduction: Overweight and obesity are related to increased production of free radicals, weakened immune system and metabolic syndrome. The aim of this study was to investigate the effect of resistance training and spirulina consumption on the antioxidant indices of overweight and obese men.

Materials and Methods: In the present study, which was semi-experimental, practical and single-blind, 44 men (BMI>25(kg/m²)) were purposefully selected and randomly divided into four groups: exercise+spirulina, exercise+placebo, spirulina and placebo. Incremental resistance exercises were performed for 8 weeks. The spirulina and placebo groups took 2 tablets (500 mg) of spirulina and placebo, respectively. Blood sampling was done before and after 8 weeks. In data analysis, t-test (student) and one-way analysis of variance were used.

Results: In intra-group comparison, the amount of CAT, SOD and GSH-Px increased significantly in two groups of exercise+spirulina and exercise+placebo (p<0.05). For the SOD variable, the exercise+spirulina group had a significant increase compared to the other three groups and the exercise+placebo group compared to the placebo group (p<0.05). For the GSH-Px variable, the exercise+spirulina group had a significant increase compared to the spirulina and placebo group and the exercise+placebo group compared to the placebo group (p<0.05). CAT changes were not significant between groups (p>0.05).

Conclusion: Taking spirulina along with resistance training can strengthen the antioxidant status in overweight and obese people and prevent oxidative stress caused by exercise and obesity.

Key words: Spirulina, resistance training, superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, antioxidant

Acknowledgement: There is no conflict of interest