Archive of SID

● مقاله تحقیقی

# بررسی تأثیر همزمان مکمل‌دهی کلرلا والگاریس و تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطوح استراحتی مارکرهای استرس اکسیداتیو و آمادگی هوازی در مردان سالم دارای اضافه وزن

امین گواهی[۱]، *وریا طهماسبی[۲]، محمد عزیزی[۲]

## چکیده

**مقدمه:** با توجه به نقش مکمل کلرلا در بهبود و ارتقاء سیستم آنتی‌اکسیدانی، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر شش هفته برنامه تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) و مکمل‌دهی کلرلا ولگاریس بر سطوح مارکرهای استرس اکسیداتیو در مردان دارای اضافه وزن بود.

**روش بررسی:** ۳۰ نفر آزمودنی تحقیق حاضر (سن ۲/۱±۲۲/۸ سال؛ BMI ۹/۶±۲۷/۱ کیلوگرم بر متر مربع) به صورت تصادفی در سه گروه: مکمل+ تمرین، دارونما+تمرین و تمرین قرار گرفتند. قبل و ۴۸ ساعت پس از پایان ۶ هفته تمرین HIIT نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها گرفته و برای اندازه مالون‌دی‌آلدهید (MDA)، پروتئین کربونیل (PC) و نیتریک اکساید (NO) مورد استفاده قرار گرفت. برنامه تمرین آزمودنی‌ها شامل ۶ هفته فعالیت ورزشی HIIT فزآینده سه روز در هفته با شدت ۹۰٪ ضربان قلب بیشینه بود. آزمودنی‌های گروه مکمل قرص (۳۰۰ میلی‌گرم) مکمل کلرلا ولگاریس را روزی چهار نوبت در طی شش هفته آزمون مصرف می‌کردند و گروه دارونما قرص ساکاروز مشابه کلرلا مصرف کردند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد مکمل کلرلا ولگاریس همراه با برنامه HIIT موجب کاهش معنادار MDA و PC در مقایسه با سایر گروه‌ها شد ($p<0/05$). همچنین سطوح NO هنگام مقایسه سه گروه افزایش معناداری در گروه مکمل+تمرین نسبت به گروه تمرین نشان داد ($p<0/05$)، اما اختلاف معنی‌داری با گروه دارونما+تمرین نشان نداد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** فعالیت بدنی تناوبی با شدت بالا همراه با مکمل‌دهی کلرلا والگاریس در مقایسه با انجام تمرین HIIT بدون مصرف کلرلا می‌تواند اثرات مفید تری بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در افراد دارای اضافه وزن داشته باشد.

**کلمات کلیدی:** استرس اکسیداتیو، آنتی‌اکسیدان، مالون دی آلدهید، تشکیل پروتئین کربونیل

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه رازی، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، کرمانشاه، ایران
۲. استادیار، دانشگاه رازی، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، کرمانشاه، ایران
(*مؤلف مسئول) W.tahmasebi@razi.ac.ir

فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا (سال بیست و یکم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۸، مسلسل ۶۸)
تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۵

www.SID.ir

Archive of SID

**مقدمه**

استرس اکسیداتیو در واقع غلبه رادیکال‌های آزاد بر دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن است و به نوعی می‌توان گفت با به هم خوردن تعادل میان تولید رادیکال‌های آزاد و دفاع‌های آنتی‌اکسیدانی ایجاد می‌شود، که در شرایط اضافه وزن، چاقی و در پاسخ به فعالیت بدنی تغییرات قابل توجهی می‌نماید [۱]. استرس اکسیداتیو به عنوان یکی از مکانیسم‌های تخریب مولکولی و بافت‌های سلولی در طیف وسیعی از بیماری‌ها از جمله آلزایمر، تصلب شرایین ، نارسایی قلب و سکته قلبی شناخته شده است [۲].

در سال های اخیر، تغییرات در شیوه زندگی باعث شده تا جوامع مختلف با بُعد جدیدی از اختلالات تغذیه‌ای یعنی اضافه‌وزن و چاقی مواجه شوند، به نحوی که بر اساس اطلاعات موجود شیوع اضافه وزن و چاقی در ایران برابر و یا بیشتر از اروپا و ایالات متحده آمریکا است [۳]. این روند در ایران می‌تواند به دلیل افزایش شهرنشینی و رژیم‌های غذایی ناسالم و کیفیت آن در سال‌های آتی افزایش یابد [۴]. در شرایط اضافه وزن و چاقی سطوح رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS[1]) و استرس اکسیداتیو[2] در بدن افزایش یافته و این تغییرات با برخی از عوارض اضافه وزن و چاقی نظیر مقاومت به انسولین و فشار خون بالا رابطه مستقیم دارد [۵].

انجام فعالیت‌های بدنی به خصوص تمرین هوازی با شدت متوسط به بالا و ۳ جلسه در هفته به عنوان یک راهکار مداخله‌ای مهم در پیشگیری و درمان اضافه وزن و چاقی در سنین مختلف مدنظر است [۶]. یارمحمدی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند تمرین هوازی منظم منجر به کاهش در میزان پراکسیداسیون لیپیدها و سطح استرس اکسایشی در زنان بزرگسال دیابتی نوع ۲ می‌شود [۷]. اما کمبود زمان یکی از دلایل افراد برای عدم اجرای تمرین هوازی است [۸]. امروزه تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT[3]) با توجه به جذابیت، تنوع، سازگاری متابولیکی بیشتر نسبت به تمرین استقامتی سنتی مورد توجه بسیاری از متخصصان ورزشی و عموم قرار گرفته است که شامل فعالیت‌های کوتاه مدت تکراری با شدت کاری بیشینه و فوق بیشینه با دوره‌های ریکاوری زمان‌بندی شده است [۹]. بسیاری از محققان پیشنهاد کرده‌اند که برنامه HIIT برای کاهش وزن از تمرین تداومی یکنواخت مفیدتر است [۱۰]. به طوری که تراپ[4] و همکاران (۲۰۰۸) ثابت کردند که فعالیت‌های ورزشی استقامتی به مدت ۳۰ دقیقه با شدت متوسط در بیشتر روزهای هفته (۵ روز در هفته) منجر به عدم کاهش یا کاهش کمتر چربی بدن نسبت به اجرای تمرین HIIT می‌شوند که این خود نشان دهنده قابلیت‌های بالای تمرین HIIT در جهت افزایش اکسیداسیون چربی بدن و کاهش بافت چربی است [۱۱].

فعالیت بدنی و ورزش می‌تواند با حفظ تعادل NO از طریق کاهش شدت بیماری و افزایش $VO_2max$ حتی در بهبود بیماران ام اس مفید باشد [۱۲]. یکی از شیوه‌های مقابله با اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی سنگین و شدید استفاده از مکمل‌های ضداکسایشی طبیعی و خوارکی است [۱۳]. یکی از این مکمل‌های ضداکسایشی که اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته است مکمل کلرلا[5] است. کلرلا حاوی کلروفیل[6] است. کلرلا منبع خوبی از پروتئین (حدود ۶۰٪ پروتئین) است و تمامی اسید آمینه‌های تخم مرغ به غیر از متیونین و تیروزین را دارا است و به این جهت یک پروتئین کامل محسوب می‌گردد. همچنین کلرلا حاوی ویتامین‌های محلول در چربی، کولین[7]، فیبر غذایی و مواد معدنی ضروری است [۱۴]. بسیاری از مطالعات انجام

1. Reactive oxygen species
2. Oxidative stress

3. high-intensity interval training
4. Trapp
5. Chlorella
6. Chlorophyll
7. Choline


www.SID.ir

Archive of SID

شده برروی عملکرد بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی کلرلا تا به امروز صورت گرفته، نشان داده است که کلرلا باعث افزایش سرعت رشد حیوانات، تولید سایتوکین[1] و افزایش ایمنی بدن می‌شود [۱۵]. مطالعات بر روی این مکمل نشان داده‌اند خواص آنتی‌اکسیدانی داشته [۱۶] و با افزایش سوخت و ساز چربی باعث کاهش وزن می‌شود [۱۷]. لی[2] و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر مصرف مکمل کلرلا را در بهبود استرس اکسیداتیو در موش به اثبات رسانده‌اند [۱۸]. کلروفیل رنگدانه سبز و کلروفیلین نمک سدیم مس و آنالوگ محلول درآب کلروفیل و دو ترکیب پیش سازکلروفیل است که حاوی ترکیبات هیدروفیلی، ترکیبات حاوی سولفور، ویتامین C و E هستند که در کلرلا والگاریس موجود بوده و همگی دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی هستند [۱۹]. تأثیر این دو ویتامین به خوبی در کاهش رادیکال‌های آزاد به اثبات رسیده است [۲۰]. در همین راستا پژوهش صورت گرفته توسط که ویجایول[3] و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که مصرف مکمل کلرلا در رت‌ها می‌تواند به طور معنی داری سطح مارکرهای استرس اکسیداتیو را کاهش دهد و همچنین میزان آنتی‌اکسیدان‌های موجود در سرم خون را به طور قابل توجهی افزایش دهد [۲۱]. از مجموع مطالعات می‌توان نتیجه گرفت که برنامه HIIT در پاسخ‌های حاد به تمرین موجب افزایش استرس اکسیداتیو و عدم کفایت سیستم آنتی‌اکسیدانی می‌شود و در سازگاری بلند مدت به برنامه HIIT این شیوه تمرینی از افزایش پارامترهای استرس اکسیداتیو مشابه تمرین هوازی تداومی پیشگیری می‌نماید [۲۲]. در هر حال به منظور کنترل رادیکال‌های آزاد و افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها در بدن استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند مفید واقع شود. اما تا به امروز مطالعات اندکی در خصوص مکمل کلرلا همراه با تمرینات ورزشی به خصوص در نمونه انسانی و دارای اضافه وزن و یا چاقی وجود دارد. از همین رو در مطالعه حاضر هدف بررسی مکمل یاری کلرلا ولگاریس همراه با برنامه HIIT بر تغییرات مارکرهای استرس اکسیداتیو در مردان دارای اضافه وزن بود.

## روش بررسی

آزمودنی‌های این پژوهش شامل ۳۰ مرد غیر ورزشکار با میانگین (±انحراف معیار) سن ۲/۲±۲۲/۸ سال دارای اضافه‌وزن بودند که براساس نرم افزارهای تصادفی سازی تحت وب (https://www.sealedenvelope.com) به روش تصادفی سازی بلوکی با سایز ۱۱نفر برای هر بلوک به ۳ گروه (گروه مکمل+ تمرین، گروه دارونما + تمرین، گروه تمرین) تقسیم شدند. معیارهای ورود به پژوهش داشتن دور کمر بیشتر از ۱۰۰ سانتی متر و BMI ۲۹-۲۵/۹ بود و هیچ یک از آزمودنی‌ها فعالیت ورزشی مستمر و منظم در شش ماه گذشته نداشته و از هیچ نوع مکمل، الکل یا درمان دارویی از ۶ ماه گذشته استفاده نمی‌کردند. تمام آزمودنی‌ها ابتدا پرسشنامه مرتبط با سلامت را تکمیل نمودند و قبل از شروع پژوهش از تمام آزمودنی‌ها خواسته شد که رضایت‌نامه کتبی را تکمیل کنند. پروتکل تمرین و پروپوزال این طرح توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه با کد اخلاق IR.KUMS.REC.1398.216 مورد تأیید قرار گرفت. از کلیه آزمودنی‌ها درخواست شد در زمان تمرین از فعالیت‌های بدنی و ورزشی دیگر خودداری نمایند، هیچ گونه مکمل، دارو مصرف ننموده و نیز از مصرف سیگار و دخانیات خودداری نمایند.

این پژوهش یک طرح نیمه تجربی بر اساس مدل پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. آزمودنی‌ها در یک جلسه جداگانه با آزمودن‌های بیشینه سرعت دویدن و آمادگی هوازی، نحوه مصرف مکمل و مراحل خون‌گیری آشنا شدند، در همین جلسه اندازه‌گیری ترکیب بدن، از جمله قد، وزن، BMI، دور کمر به باسن (WHR) و درصد چربی انجام شد. در جلسه بعدی آزمون تعیین بیشینه سرعت دویدن برروی تردمیل انجام شد و

1. Cytokine
2. Lee
3. Vijayavel


www.SID.ir

Archive of SID

جلسه جداگانه دیگری آزمون کوپر از تمام آزمودنی‌ها گرفته شد. آزمودنی‌ها پس از آن به مدت ۶ هفته تمرین HIIT را تحت نظر محقق انجام دادند. قبل و ۴۸ پس از از پایان این دوره از آزمودنی‌های سه گروه دو نمونه خونی در حالت استراحت گرفته شد. قد آزمودنی‌ها توسط قد سنج سکا[1] با حساسیت ۰/۵ سانتی‌متر بدون کفش اندازه‌گیری شد و وزن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی سکا با حساسیت ۰/۰۱ گرم و کمترین پوشش و بدون کفش اندازه‌گیری شد. WHR با اندازه‌گیری دور کمر به دور باسن و تقسیم آن انجام گرفت. درصد چربی و توده بدون چربی با دستگاه آنالیز ترکیب بدن[2] اندازه‌گیری شد.

در هر دو گروه مکمل+تمرین و مکمل، آزمودنی‌ها روزانه ۴ نوبت (قبل صبحانه، قبل از ناهار، بعد از نهار، قبل از شام) و در هر وعده ۱عدد کپسول حاوی ۳۰۰ میلی گرم مکمل کلرلا (ساخت کشور آلمان، شرکت بیوپروداکت اشتاین برگ[3]) را مصرف کردند [۲۳]. در حالی که گروه دارونما روزانه ۴ عدد کپسول‌های هم رنگ و هم شکل با کلرلا، حاوی ساکاروز را مصرف کردند و گروه تمرین فقط تمرینات عادی خود را انجام می‌دادند.

برای تعیین آزمون سرعت بیشینه ($V_{PEAK}$) ابتدا برای تمامی آزمودنی‌ها جلسه ای توجیهی در آزمایشگاه برای آشنایی با فرایند آزمون $V_{PEAK}$ برگزار شد. از شرکت کننده‌ها خواسته شده که ۲ ساعت قبل از انجام آزمون از مصرف مواد غذایی خودداری کنند و همچنین ۴۸ ساعت قبل از آزمون، فرایند فعالیت ورزشی انجام ندهند و از مصرف الکل و کافئین خودداری کنند. انجام آزمون تحت شرایط آزمایشگاهی طبیعی (دما ۲۲c°-۲۰ و رطوبت نسبی ۶۰-۵۰٪) صورت گرفت. در این جلسه آزمودنی‌ها پس از ۳ دقیقه گرم کردن با سرعت ۷ کیلومتر بر ساعت بر روی تردمیل (مدل pulsar H/P/Cosmos، ساخت آلمان) فرایند آزمون خود را شروع کردند، پس از گرم کردن با سرعت ۹ کیلومتر بر ساعت شروع به دویدن کرده و هر ۳ دقیقه ۱ کیلومتر بر ساعت به سرعت تردمیل اضافه شد تا جایی که فرد دیگر قادر به ادامه نباشد. در این میان شرکت کنندگان به صورت شفاهی تشویق می‌شوند تا بهترین عملکرد را داشته باشند. قبل از آزمایش شرکت کنندگان با مقیاس بورگ آشنا شده بوده‌اند و در حین انجام فرایند، میزان فشار ادراک شده (RPE)[4] آنها در ۱۵ ثانیه انتهایی هر مرحله ثبت گردید. بالاترین مقدار RPE به عنوان ($RPE_{peak}$) به دست آمد. ضربان قلب نیز طی ۱۵ ثانیه انتهایی هر مرحله ثبت شد. برای تعیین $V_{PEAK}$ از فرمول ($V_{peak} = V_{complete} + (Inc \times t/T)$) استفاده شد [۲۴].

منظور از $V_{complete}$ اخرین سرعتی است که فرد توانسته ۳ دقیقه را کامل کرده باشد. اما Inc مقدار سرعت افزایش یافته است (به عنوان مثال، ۱ کیلومتر بر ساعت)، t تعداد ثانیه در طول مرحله ناتمام است و T تعداد ثانیه مورد نیاز برای تکمیل مرحله است (یعنی ۱۸۰ ثانیه). عدد به دست آمده از فرمول $V_{peak}$ که کیلومتر بر ساعت است را تبدیل به متر بر ثانیه کرده، عدد به دست آمده مدت زمانی است که آزمودنی‌ها می‌بایست ۳۰۰ متر هر وهله تمرینی خود را در حین برنامه HIIT طی کنند [۲۵].

آمادگی هوازی با استفاده از آزمون میدانی ۱۲ دقیقه‌ای کوپر اندازه‌گیری شد و پس از ثبت مسافت طی شده با استفاده از فرمول $VO_{2max}$=(۲۲/۳۵×مسافت طی شده بر حسب کیلومتر)-۱۱/۲۹ به دست آمد [۲۶]. آزمودنی‌ها برای انجام آزمون ۱۲ دقیقه‌ای کوپر قبل و بعد از شش هفته به‌صورت میدانی این آزمون را انجام دادند و مسافت طی شد در زمان اتمام ۱۲ دقیقه آزمون کوپر، برای هرکدام از آزمودنی‌ها به‌صورت جداگانه در قبل و بعد از شش هفته ثبت شد.

پروتکل تمرین به این صورت بود که آزمودنی مسافت ۳۰۰

1. Seca 206, Seca Corp, Harmans, MD
2. VENUS—5. 5, Jawon Medical, Seoul, Korea
3. Bioprodukte Prof Steinberg

4. rating of perceived exertion


www.SID.ir

Archive of SID

متر را با شدت حدودی ۹۵-۸۵٪ حدکثر ضربان قلب بیشینه خود می‌دویدند و دو برابر زمان دویدن استراحت فعال به‌صورت راه رفتن داشتند و بعد از اتمام زمان استراحت مسافت ۳۰۰ متری بعدی را شروع می‌کردند. قابل‌ذکر است که پروتکل تمرینی به مدت ۶ هفته و هر هفته سه جلسه اجرا شد. برنامه تمرینی فعالیت ورزشی HIIT با ۱۰ الی ۱۵ دقیقه گرم کردن شروع می‌شد که شامل کشش‌های دینامیکی و دویدن با شدت متوسط می‌بود. آزمودنی‌ها پس از گرم کردن در هر جلسه ۸ فعالیت تناوبی ورزشی را با فواصل استراحتی بین وهله‌ها به‌صورت استراحت فعال (راه رفتن) به میزان دو برابر زمان انجام وهله انجام می‌دادند. با توجه به سازگاری که در اثر تمرین ایجاد می‌شود در هر ۲ هفته یک وهله ۳۰۰ متری به مسافت آنها اضافه می‌شد. آزمودنی‌ها در طی فواصل استراحتی و در صورت نیاز مجاز به رفع تشنگی خود می‌بودند و قبل از پایان جلسه به مدت ۱۰ دقیقه ریکاوری داشتند [۲۴]. حین دویدن، به تمام آزمودنی‌ها ضربان سنج پلار متصل بود و شدت تمرین با توجه به میزان تغییرات ضربان قلب پایش می‌شد.

در هر دو بار خون‌گیری پس از ۲۰ دقیقه استراحت در حالت نشسته و گرفتن فشار خون، ۸ میلی‌لیتر خون از ورید آنته‌کوبیتال گرفته شد. بعد از اتمام خون‌گیری برای جداسازی سرم، نمونه‌ها با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفوژ و در ۸۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شدند. پس از اتمام تحقیق برای اندازه‌گیری هر یک از فاکتورهای MDA، PC و NO از کیت مخصوص اندازه‌گیری آنها استفاده شد.

اندازه گیری مقدار MDA، PC و NO به روش الایزا ساندویچی با استفاده از کیت شرکت زل بایو[1] ساخت کشور آلمان با حساسیت‌های به ترتیب ۰/۱μM، ۱/۰۷ng/ml و ۱μM انجام گرفت.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۴ تجزیه و تحلیل شد. جهت تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون شپیرو ویلک و برای مقایسه اثر تمرین و مکمل‌دهی بر متغیرهای تحقیق از آزمون آنالیز واریانس مکرر با عامل بین گروهی استفاده شد، در صورت وجود تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی و نمودار تعامل استفاده شد. برای مقایسه درون گروهی از آزمون تی-همبسته استفاده شد. لازم به ذکر است سطح معناداری در تمام محاسبات $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

نتایج داده‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدنی آزمودنی‌های سه گروه به صورت میانگین± انحراف معیار در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که داده‌های وزن، BMI و WHR گروه‌های تمرین+مکمل، تمرین+دارونما و تمرین علارغم کاهش در هر ۳ گروه پس از ۶ هفته تمرین؛ اما تغییرات معناداری را در مقایسه سه گروه نشان ندادند، تنها داده‌های چربی بدن (p=۰/۰۱۶) در مقایسه سه گروه تغییرات معناداری نشان داد. با مراجعه به نمودار تعامل و مقایسه زوجی بانفرونی تغییرات سه گروه مشخص گردید که وزن چربی در گروه مکمل+تمرین در مقایسه با گروه دارونما+تمرین (p=۰/۰۲۰) و تمرین (p=۰/۰۰۸) کاهش بیشتری داشته است. اما تغییرات گروه تمرین و دارونما+تمرین با هم اختلاف معناداری نشان ندادند (p=۰/۷۰۴).

نتایج داده‌های آزمون کوپر (p=۰/۰۱۶) و حداکثر اکسیژن مصرفی محاسبه شده بر اساس آزمون کوپر (p=۰/۰۳۲) در سه گروه اختلاف معناداری نشان داد، با مراجعه به نمودار تعامل و مقایسه زوجی بانفرونی تغییرات سه گروه مشخص گردید که تغییرات آمادگی هوازی در گروه مکمل+تمرین نسبت به دارونما+تمرین (p=۰/۰۴۲) افزایش بیشتری داشته است. اما تغییرات گروه تمرین با دو گروه دارونما+تمرین (p=۰/۱۱۸) و مکمل+تمرین (p=۱/۰۰۰) معنادار نبود.

1. Zellbio


www.SID.ir

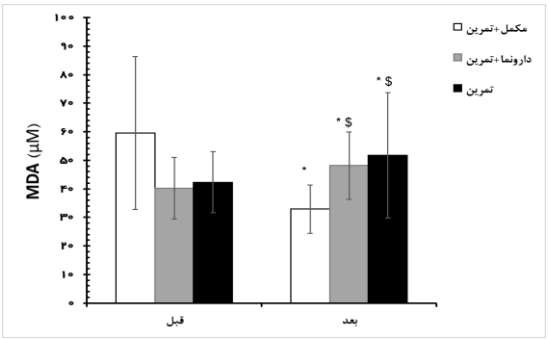
Archive of SID

جدول ۱- میانگین داده‌های انتروپومتریک و ترکیب بدن آزمودنی‌ها در قبل و بعد از ۶ هفته برنامه HIIT

| گروه | مکمل+ تمرین | | دارونما + تمرین | | تمرین | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| متغیر | قبل | بعد | قبل | بعد | قبل | بعد |
| وزن (کیلوگرم) | ۸۵/۲±۱۰/۲ | ۸۱/۱±۱۰/۴* | ۸۸/۱±۶/۸ | ۸۵/۵±۶/۲* | ۸۶/۵± ۷/۴ | ۸۳/۶±۸/۶* |
| شاخص توده بدن ($kg/m^2$) | ۲۷/۸±۱/۸ | ۲۶/۴±۱/۹* | ۲۸/۲±۱/۸ | ۲۷/۲±۱/۶* | ۲۷/۶±۱/۶ | ۲۶/۶±۲/۰* |
| وزن چربی بدن (کیلوگرم) | ۲۷/۵±۲/۳* | ۲۵/۵±۲/۵*$ | ۲۸/۹±۱/۶ | ۲۷/۶±۱/۴* | ۲۶/۷±۱/۵ | ۲۵/۶±۱/۳* |
| نسبت دور کمر به باسن (درصد) | ۰/۹۵±۰/۰۱ | ۰/۸۹±۰/۰۳* | ۰/۹۷±۰/۰۲ | ۰/۹۳±۰/۰۱* | ۰/۹۲±۰/۰۲ | ۰/۸۹±۰/۰۴* |

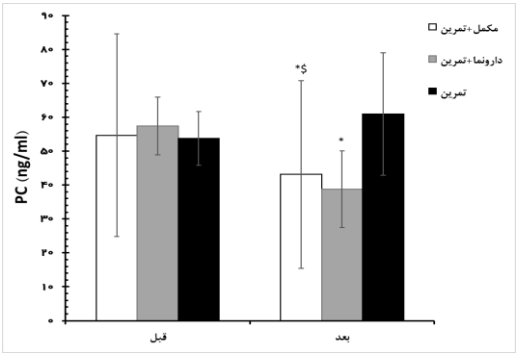
* نشانگر تفاوت معناداری داده‌های قبل و بعد درون گروهی (p<۰/۰۵).
$ نشان دهنده تفاوت معنادار بین گروهی (p<۰/۰۵).

تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که تغییرات MDA پس از ۶ هفته تمرین HIIT در مقایسه سه گروه معنادار بود (p=۰/۰۰۱). با مراجعه به نمودار تعامل و مقایسه زوجی بانفرونی تغییرات سه گروه مشخص گردید که کاهش MDA درگروه مکمل+تمرین نسبت به گروه تمرین+دارونما (p=۰/۰۰۳) و گروه تمرین (p=۰/۰۰۲) بیشتر بوده است؛ اما تغییرات گروه‌های تمرین+دارونما و گروه تمرین (p=۱/۰۰۰) نسبت به هم اختلاف معناداری را نشان نداد (نمودار ۱).




نمودار ۱- میانگین MDA در گروه‌ها قبل و بعد از تمرین HIIT.
* تفاوت معنادار تغییرات درون گروهی قبل و بعد در گروه مکمل+ تمرین
$ تفاوت تغییرات گروه‌های دارونما+تمرین و تمرین با گروه مکمل+تمرین

در بررسی تغییرات PC پس از ۶ هفته تمرین HIIT در سه گروه نشان داد شده که این تغییرات معنادار است (p<۰/۰۰۱). با مراجعه به نمودار تعامل و مقایسه زوجی بانفرونی تغییرات سه گروه مشخص گردید که کاهشPC درگروه مکمل+تمرین نسبت به گروه تمرین بیشتر بوده است (p=۰/۰۰۹)؛ اما تغییرات گروه‌های تمرین+دارونما و گروه مکمل+تمرین (p=۰/۶۹۰) نسبت به هم اختلاف معناداری را نشان نداد (نمودار ۲).




نمودار ۲- میانگین PC در گروه‌ها قبل و بعد از تمرین HIIT.
* تفاوت معنادار تغییرات درون گروهی قبل و بعد در گروه مکمل+ تمرین و دارونما+تمرین
$ تفاوت تغییرات گروه‌های مکمل+تمرین با گروه تمرین

همچنین در تحلیل واریانس مکرر با عامل بین گروهی نشان داد که تغییرات NO پس از ۶ هفته تمرین HIIT در مقایسه سه گروه معنادار بود (p<۰/۰۰۱). با مراجعه به نمودار تعامل و آزمون تعقیبی بونفرونی مشخص گردید که افزایشNO در گروه مکمل+تمرین نسبت به گروه گروه تمرین (p<۰/۰۰۱) بیشتر بوده است؛ اما تغییرات گروه‌های

جدول ۲- میانگین داده‌های $VO_{2max}$ و آزمون کوپر آزمودنی‌ها در قبل و بعد از ۶ هفته تمرین HIIT

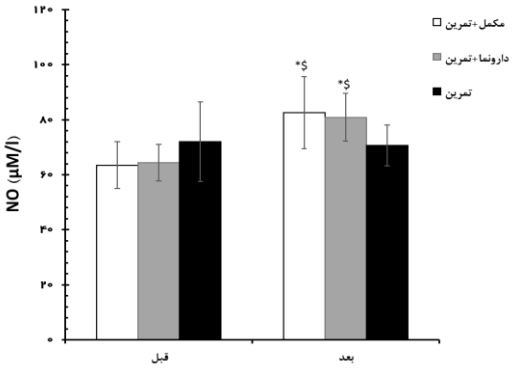
| گروه | گروه مکمل+ تمرین | | گروه دارونما + تمرین | | گروه تمرین | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| متغیر | قبل | بعد | قبل | بعد | قبل | بعد |
| $Vo_{2max}$ (ml/min.kg) | ۳۱/۹±۲/۴* | ۳۷/۴±۳/۷ | ۳۴/۷±۴/۹ | ۳۹/۵±۳/۲ | ۳۹/۱±۴/۸*$ | ۴۳/۱±۳/۳ |
| آزمون کوپر (km) | ۱/۹±۰/۱* | ۲/۲±۰/۲ | ۲/۱±۰/۲ | ۲/۲۵±۰/۲*$ | ۲/۳۹±۰/۱ | ۲/۲±۰/۱ |

* نشانگر تفاوت معناداری داده‌های قبل و بعد درون گروهی (p<۰/۰۵). $ نشان دهنده تفاوت معنادار بین گروهی (p<۰/۰۵).


www.SID.ir

Archive of SID

مکمل+تمرین و دارونما+تمرین (p=۱/۰۰۰) نسبت به هم اختلاف معناداری را نشان نداد (نمودار ۳).




**نمودار ۳- میانگین NO در گروه‌ها قبل و بعد از ۶ هفته تمرین HIIT.**
*** تفاوت معنادار تغییرات درون گروهی قبل و بعد در گروه مکمل+ تمرین و دارونما+تمرین**
**$ تفاوت تغییرات گروه‌های مکمل+تمرین و دارونما+تمرین با گروه تمرین.**

## بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر برای اولین بار نشان داد که ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل یاری کلرلا می‌تواند علاوه بر افزایش بیشتر آمادگی هوازی، چربی بدن و سطوح مارکرهای استرس اکسیداتیو مانند PC و MDA را در مردان دارای اضافه‌وزن به‌طور معنی‌داری کاهش داده، و سطوح NO را افزایش دهد. هرچند مطالعه‌ای که مشابه تحقیق حاضر تأثیر تمرینات HIIT و مکمل یاری کلرلا را در افراد چاق یا دارای اضافه وزن بررسی نماید یافت نشد، اما در مطالعه پناهی و همکاران (۲۰۱۲) که تأثیر مکمل کلرلا والگاریس را در بیماران دارای کبد چرب غیر الکلی بررسی نمود نشان داد که مصرف ۱۲۰۰ میلی گرم مکمل کلرلا والگاریس در بیماران دارای کبد چرب در مدت ۳ ماه باعث کاهش چربی بدن شده بود که این تحقیق با پژوهش حال حاضر هم خوانی دارد [۲۷]. یکی از دلایل کاهش چربی بدن توسط مکمل کلرلا والگاریس را می‌توان به وجود پلی فنول‌ها دانست به طوری که ناکازوتو[1] و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند پلی فنول‌ها از طریق چند مسیر آنزیمی در متابولیسم انرژی، مسیرهای آنابولیکی را مهار می‌کنند و مسیر کاتابولیسم را فعال می‌کند [۲۸]. به عنوان مثال آنزیم استیل کوآکربوکسیلاز، اسید چرب سنتتاز و هیدروکسی متیل گلوتاریل کوآ ردوکتاز مهار می‌شود و سنتز و تجمع چربی کاهش پیدا می‌کند و همچنین با تنظیم افزایشی کارنیتین یا پالمیتونیل ترانسفراز۱، بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب افزایش پیدا و گلیسرول ۳ فسفات آسیل ترانسفراز ۱ از استریفیکاسیون اسیدهای چرب کاهش می‌یابد و از تبدیل آنها به تری گلیسیرید جلوگیری می‌کند [۲۸]. یکی دیگر از دلایل کاهش چربی بدن در تحقیق حاضر را می‌توان به خاطر وجود فیبر در کلرلا والگاریس دانست به طوری که چرنگز[2] و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که وجود فیبر در کلرلا می‌تواند با تغییر در جذب روده ای چربی و گلوکز باعث هیپولیپیدمی شود و از دیس‌لیپیدمی حتی با وجود داشتن رژیم غذایی پرچرب جلوگیری نماید [۲۹].

همچنین پژوهش حال حاضر نشان داد که ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل یاری کلرلا می‌تواند باعث افزایش بیشتر آمادگی هوازی شود که با یافته‌های پژوهش نوری و همکاران (۲۰۱۷) که در پژوهش خود اثر برنامه HIIT همراه با مصرف کلرلا بر عملکرد ورزشی و ظرفیت‌های گلیکولیتیک و اکسیداتیو در رت‌ها را مورد بررسی قرار دادند، مشابه بود و نشان داد که HIIT همراه با مصرف کلرلا بیشتر می‌تواند موجب بهبود عملکرد ورزشی و متابولیسم هوازی و بی‌هوازی گردد [۳۰]. اما دلیل این افزایش آمادگی هوازی قابل بحث است و می‌توان آن را به دلیل وجود آرژنین و نیاسین در کلرلا ولگاریس دانست. همانطور که لی و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند کلرلا والگاریس دارای آرژینین و نیاسین است [۱۷]. خوان و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که مکمل نیاسین باعث افزایش PGC-1[3] می‌شود و افزایش PGC-1 باعث افزایش بافت عضلانی و بایوژنز میتوکندریایی می‌گردد [۳۱]. علاوه بر این، گو و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که مکمل آرژنین،

1 . Nakazato

2. Cherng
3. Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha


www.SID.ir

Archive of SID

PGC-1 را افزایش داد و بیان ژن در عضله اسکلتی را افزایش داد [۳۲]. از این رو، افزایش بیان PGC-1 عضله که می‌تواند به دلیل وجود نیاسین و آرژینین در کلرلا باشد، می‌تواند منجر به افزایش انتقال لاکتات به خارج از سلول عضلانی و بهبود متابولیسم اکسیداتیو میتوکندری شود. همچنین می‌توان گفت ترکیب مصرف کلرلا والگاریس و تمرین HIIT می‌تواند به طور افزایشی یا هم افزایی باعث کاهش غلظت لاکتات در پاسخ به برنامه HIIT شود. لاکتات به طور مداوم تحت شرایط بی هوازی تولید می‌شود، به ویژه در فعالیت‌های ورزشی بالاتر از آستانه لاکتات، که در این زمان میزان مصرف گلیکوژن و گلیکولیز بالا می‌رود [۳۳]. پس از تولید لاکتات در فعالیت‌های ورزشی شدید، فرآیند حذف لاکتات تولید شده به طور بالقوه از طریق اکسیداسیون در میتوکندری در طی دوره بازگشت به حالت اولیه و فواصل استراحتی بین تمرین صورت می‌گیرد [۳۴]. لاکتات و پیروات در حال تغییر و جابه جایی در بین عرض غشاها هستند که این انتقال در عرض غشاها تحت تأثیر پروتئین‌های انتقالی هستند [۳۵] این پروتئین‌های انتقالی شامل انتقال دهنده‌های مونوکربوهیدرات[1] (MCT) هستند [۳۶]. $MCT_4$ از انتشار لاکتات حمایت می‌کند، در حالی که $MCT_1$ جذب لاکتات از پلاسما را به عضله اسکلتی تسهیل می‌کند [۳۷]. علاوه بر این، فعال شدن LDH عضلات، باعث کاهش غلظت لاکتات خون از طریق کاهش تبدیل لاکتات به پیروات می‌شود [۳۸]، این موضوع از آن لحاظ اهمیت دارد که در تحقیق نوری و همکاران (۲۰۱۷) نشان داده شد مصرف همزمان مکمل کلرلا والگاریس و تمرینات HIIT می‌تواند باعث افزایش $MCT_4$ شود در عین حالی که LDH و $MCT_1$ افزایش پیدا نکرد. در نتیجه به افزایش حمل و نقل لاکتات و متابولیسم اکسیداتیو میتوکندری ختم شود [۳۰].

افزایش بیشتر NO در گروه مکمل نشان دهنده نقش احتمالی کلرولا در افزایش سطوح سرمی نیتریک اکساید است، در رابطه به نقش این مکمل در افزایش سطوح NO تحقیقات بسیار محدود است، در مطالعه لی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند شش هفته مصرف مکمل کلرلا در مردان سیگاری کره‌ای منجر به محافظت از مواد مغذی حاوی آنتی‌اکسیدانی داخل پلاسما و فعالیت انزیم‌های آنتی‌اکسیدانی اریتروسیت‌ها می‌گردد و پیشنهاد نمودند که کلرلا می‌تواند خطر بیماری‌های به‌خصوصی که در آن وضعیت آنتی‌اکسیدانی اهمیت دارد را کاهش دهد [۳۹]. از این رو احتمال می‌رود که مصرف روزانه کلرلا در طی دوره تمرین در افزایش سطوح NO در تحقیق حاضر نقش داشته است. در هنگام فعالیت بدنی به‌خصوص فعالیت بدنی شدید، تحریک شیمیایی ناشی از این نوع تمرین با شدت بالا در بدن تولید NO در سلول‌های اندوتلیال را کنترل می‌نمایند. هرچه شدت فعالیت بالاتر باشد تغییرات فشار خون و تنش برشی[2] ناشی از در داخل شریان‌ها بیشتر بوده و از این رو تولید NO ناشی از آن افزایش می‌یابد [۴۰]، در عضلات اسکلتی NO با آنزیم‌های متابولیکی مانند AMPK تعامل داشته و با هم موجب تنظیم $PGC1\alpha$ می‌شوند. از این رو کمبود NO در بدن می‌تواند عملکرد بسیاری از سیستم‌های بیولوژیک بدن و فرآیندهای التهاب، انعقاد خون و ... را مختل نماید [۴۰, ۴۱]. کلرلا با اثرات آنتی‌اکسیدانی خود نشان داده است که می‌تواند از مسیرهای مختلفی با افزایش تولید NO و کمک به حفظ منابع آن در بدن به افزایش عملکردهای حیاتی NO در بدن کمک کرده و با تولید ROS در دراز مدت مقابله نماید [۴۲]، هرچند که مکانیسم‌های احتمالی نقش کلرلا در این زمینه ناشناخته بوده و انجام تحقیقات بیشتری توصیه می‌شود.

مطالعه حال حاضر همچنین نشان داد که میزان شاخص‌های اکسیداتیوی MDA و PC پس از ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف کلرلا در سطح سرمی بدن به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد، که این نتیجه با پژوهش کیم و

1. Monocarboxylate Transporters

2. Sheer stress


www.SID.ir

Archive of SID

همکاران (۲۰۰۹) که به بررسی تأثیر مصرف کلرلا والگاریس بر ظرفیت آنتی‌اکسیداتیو در موش‌های صحرایی با رژیم غذایی حاوی کادمیوم پرداختند مطابقت دارد به طوری که نشان دادند که رژیم غذایی حاوی ۳ و ۵٪ کلرلا والگاریس به صورت روزانه می‌تواند سبب کاهش MDA در پلاسما و کبد موش‌ها گردد [۴۳]. همچنین در مطالعه ویجایاوال و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند، عصاره الکلی کلرلا والگاریس سبب کاهش پراکسیداسیون لیپید در سرم، کلیه و کبد موشهای که در معرض نفتالین قرار دارند، شد[۲۱]. در مطالعه یون و همکاران (۲۰۱۱) با تجویز کلرلا والگاریس در ۳ دوز ۲، ۵ و ۱۰٪ از رژیم غذایی روزانه به موش‌هایی که کادمیوم مصرف می‌کردند در طول ۴ هفته با کاهش ۴۷ تا ۷۱٪ در شاخص استرس اکسیداتیو در سرم همراه بود [۴۴]. دلیل کاهش استرس اکسیداتیو با مصرف کلرلا والگاریس را می‌توان به دلیل کاروتنوئیدها به خصوص $\alpha$ و $\beta$ کاروتن موجود در ترکیبات کلرلا دانست که به دلیل دارا بودن گروه‌های هیدروکسیل و پتانسیل ردوکس پایین، سبب پاکسازی رادیکال‌های آزاد شده و فرآیند پراکسیداسیون را متوقف می‌کند [۴۳]. در تحقیق حاضر کاهش در میزان PC در گروه تمرین+مکمل معنی‌دار بود اما نسبت به گروه تمرین+دارونما معنی دار نبوده که می‌توان به دلیل عدم کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌ها دانست.

از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم کنترل شرایط روحی و جسمی، وضعیت خواب و استراحت آزمودنی‌ها بود. همچنین برنامه غذایی و تغذیه آزمودنی‌ها در طی برنامه تمرینی کنترل نشد و تنها با توجه به خوابگاهی بودن اکثر آزمودنی‌ها از آنها درخواست شد که همان برنامه تغذیه‌ای خوابگاه را تا حد امکان رعایت نمایند. با توجه به تحقیقات اندک در این زمینه هنوز نمی‌توان با قاطعیت در این زمینه اظهار نظر نمود. توصیه می‌شود در تحقیات آتی دوزهای مختلف و همچنین طولانی‌تر این مکمل همراه و بدون تمرین ورزشی در زنان و مردان دارای اضافه وزن و چاق مورد بررسی قرار گیرد و کنترل بیشتری بر رژیم غذایی افراد اعمال گردد.

بر اساس نتایج حاضر، مصرف همزمان مکمل یاری کلرلا ولگاریس و ۶ هفته برنامه HIIT توانسته است میزان سطوح شاخص‌های استرس اکسیداتیوی مانند PC و MDA را در مردان دارای اضافه وزن را کاهش دهد و میزانNO سرمی را افزایش دهد. فعالیت بدنی با شدت بالا به همراه مصرف مکمل کلرلا والگاریس با افزایش سوخت و ساز بدن و کاهش چربی و بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن به دلیل ترکیبات موجود در مقایسه با انجام تمرین شدید بدون مصرف آن می‌تواند اثرات مفیدتری در افراد دارای اضافه وزن داشته باشد.

## تشکر و قدردانی

در پایان از تمامی آزمودنی‌های و همکاران محترمی که در این تحقیق شرکت و همکاری نمودند کامل تشکر را می‌نماییم.

این مطالعه در تاریخ ۹۸/۳/۲۲ با کد اخلاق IR.KUMS.REC.1398.216 در دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه مورد تأیید قرار گرفت.

## تعارض در منافع

هیچ گونه تعارض منافعی توسط محقیق، مشارکت کنندگان گزارش نشده است.


www.SID.ir

Archive of SID

## References


1. Tice A, Branyan KW, DeVallance ER, Marshall KL, Kelley E, Olfert M, et al. Effects of obesity and exercise on pancreatic oxidative stress, morphology, and health. The FASEB journal. 2019; 33(1_supplement):588.1–588.1.
2. Marseglia L, Manti S, D'Angelo G, Nicotera A, Parisi E, Di Rosa G, et al. Oxidative stress in obesity: a critical component in human diseases. International journal of molecular sciences. 2014; 16(1):378-400.
3. Malekzadeh R, Mohamadnejad M, Merat S, Pourshams A, Etemadi A. Obesity pandemic: an Iranian perspective. Archives of Iranian Medicine. 2005; 8(1):1-7.
4. Pishdad GR. Overweight and obesity in adults aged 20-74 in southern Iran. International journal of Obesity. 1996; 20(10):963-965.
5. McMurray F, Patten DA, Harper M-E. Reactive oxygen species and oxidative stress in obesity-recent findings and empirical approaches. Obesity. 2016; 24(11):2301-2310.
6. Alves AJ, Viana JL, Cavalcante SL, Oliveira NL, Duarte JA, Mota J, et al. Physical activity in primary and secondary prevention of cardiovascular disease: overview updated. World journal of cardiology. 2016; 8(10):575-583.
7. Yarmohammadi M, Mahjoub S. Assessment of six weeks moderate-intensity aerobic exercise with and without pomegranate extract consumption effects on plasma malondialdehyde level in adult women with type-2 diabetes. Ebnesina. 2017; 19(3):56–59. [Persian]
8. Campbell WW, Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Jakicic JM, et al. High-Intensity Interval Training for Cardiometabolic Disease Prevention. Medicine and science in sports and exercise. 2019; 51(6):1220-1226.
9. Tong TK, Chung PK, Leung RW, Nie J, Lin H, Zheng J. Effects of non-wingate-based high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness and aerobic-based exercise capacity in sedentary subjects: a preliminary study. Journal of exercise science & fitness. 2011; 9(2):75-81.
10. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. The journal of physiology. 2012; 590(5):1077-1084.
11. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. International journal of Obesity. 2008; 32(4):684-691.
12. Hooshmandi Z, Nikseresht AR, Koushkie Jahromi M, Ashjazadeh N, Salesi M. the effect of eight weeks aerobic exercise training on nitric oxide level, disability status, and VO2max in women with relapsing remitting multiple sclerosis. Ebnesina. 2015; 17(2):19-27. [Persian]
13. Sacheck JM, Milbury PE, Cannon JG, Roubenoff R, Blumberg JB. Effect of vitamin E and eccentric exercise on selected biomarkers of oxidative stress in young and elderly men. Free radical biology & medicine. 2003; 34(12):1575-1588.
14. Kang M-S, Chae HJ, Sim SJ. Chlorella as a functional biomaterial. Korean journal of biotechnology and bioengineering. 2006; 19(1):1-11.
15. Queiroz ML, Bincoletto C, Valadares MC, Dantas DC, Santos LM. Effects of Chlorella vulgaris extract on cytokines production in Listeria monocytogenes infected mice. Immunopharmacology and immunotoxicology. 2002; 24(3):483-496.
16. Singh A, Singh SP, Bamezai R. Perinatal influence of Chlorella vulgaris (E-25) on hepatic drug metabolizing enzymes and lipid peroxidation. Anticancer research. 1998; 18(3A):1509-1514.
17. Lee HS, Kim MK. Effect of Chlorella vulgaris on glucose metabolism in Wistar rats fed high fat diet. Journal of medicinal food. 2009; 12(5):1029-1037.
18. Lee H-s, Choi C-y, Cho C, Song Y. Attenuating effect of chlorella supplementation on oxidative stress and NFkappaB activation in peritoneal macrophages and liver of C57BL/6 mice fed on an atherogenic diet. Bioscience, biotechnology, and biochemistry. 2003; 67(10):2083-2090.
19. Lee HS, Park HJ, Kim MK. Effect of Chlorella vulgaris on lipid metabolism in Wistar rats fed high fat diet. Nutrition research and practice. 2008; 2(4):204-210.
20. Wójcicki J, Różewicka L, Barcew-Wiszniewska B, Samochowiec L, Juiwiak S, Kadłubowska D, et al. Effect of selenium and vitamin E on the development of experimental atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis. 1991; 87(1):9-16.
21. Vijayavel K, Anbuselvam C, Balasubramanian MP. Antioxidant effect of the marine algae Chlorella vulgaris against naphthalene-induced oxidative stress in the albino rats. Molecular and cellular biochemistry. 2007; 303(1-2):39-44.
22. Delwing-de Lima D, Ulbricht ASSF, Werlang-Coelho C, Delwing-Dal Magro D, Joaquim VHA, Salamaia EM, et al. Effects of two aerobic exercise training protocols on parameters of oxidative stress in the blood and liver of obese rats. The journal of physiological sciences. 2018; 68(5):699-706.
23. Ebrahimi-Mameghani M, Sadeghi Z, Abbasalizad Farhangi M, Vaghef-Mehrabany E, Aliashrafi S. Glucose homeostasis, insulin resistance and inflammatory biomarkers in patients with non-alcoholic fatty liver disease: beneficial effects of supplementation with microalgae Chlorella vulgaris: a double-blind placebo-controlled randomized clinical trial. Clinical nutrition. 2017; 36(4):1001-1006.
24. Ahmadizad S, Avansar AS, Ebrahim K, Avandi M, Ghasemikaram M. The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-1 and inflammatory markers. Hormone molecular biology and clinical investigation. 2015; 21(3):165-173.
25. da Silva DF, Simões HG, Machado FA. vVO2max versus Vpeak, what is the best predictor of running performances in middle-aged recreationally-trained runners? Science & sports. 2015; 30(4):e85-e92.



www.SID.ir

Archive of SID

26. Ostrowski K, Schjerling P, Pedersen BK. Physical activity and plasma interleukin-6 in humans--effect of intensity of exercise. European journal of applied physiology. 2000; 83(6):512-515.
27. Panahi Y, Ghamarchehreh ME, Beiraghdar F, Zare R, Jalalian HR, Sahebkar A. Investigation of the effects of Chlorella vulgaris supplementation in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized clinical trial. Hepato-gastroenterology. 2012; 59(119):2099-2103.
28. Nakazato K, Song H, Waga T. Effects of dietary apple polyphenol on adipose tissues weights in Wistar rats. Experimental animals. 2006; 55(4):383-389.
29. Cherng J-Y, Shih M-F. Preventing dyslipidemia by Chlorella pyrenoidosa in rats and hamsters after chronic high fat diet treatment. Life sciences. 2005; 76(26):3001-3013.
30. Horii N, Hasegawa N, Fujie S, Uchida M, Miyamoto-Mikami E, Hashimoto T, et al. 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; 312(4):R520–R528.
31. Khan M, Couturier A, Kubens JF, Most E, Mooren F-C, Krüger K, et al. Niacin supplementation induces type II to type I muscle fiber transition in skeletal muscle of sheep. Acta veterinaria Scandinavica. 2013; 55:1-10.
32. Go G, Wu G, Silvey DT, Choi S, Li X, Smith SB. Lipid metabolism in pigs fed supplemental conjugated linoleic acid and/or dietary arginine. Amino acids. 2012; 43(4):1713-1726.
33. Richardson RS, Noyszewski EA, Leigh JS, Wagner PD. Lactate efflux from exercising human skeletal muscle: role of intracellular PO 2. Journal of applied physiology. 1998; 85(2):627-634.
34. Brooks GA, Butterfield GE, Wolfe RR, Groves BM, Mazzeo RS, Sutton JR, et al. Decreased reliance on lactate during exercise after acclimatization to 4,300 m. Journal of applied physiology. 1991; 71(1):333-341.
35. Roth DA, Brooks GA. Lactate and pyruvate transport is dominated by a pH gradient-sensitive carrier in rat skeletal muscle sarcolemmal vesicles. Archives of biochemistry and biophysics. 1990; 279(2):386-394.
36. Garcia CK, Goldstein JL, Pathak RK, Anderson RG, Brown MS. Molecular characterization of a membrane transporter for lactate, pyruvate, and other monocarboxylates: implications for the Cori cycle. Cell. 1994; 76(5):865-873.
37. Dubouchaud H, Butterfield GE, Wolfel EE, Bergman BC, Brooks GA. Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1, and MCT4 in human skeletal muscle. American journal of physiology. Endocrinology and metabolism. 2000; 278(4):E571-E579.
38. Hashimoto T, Brooks GA. Mitochondrial lactate oxidation complex and an adaptive role for lactate production. Medicine and science in sports and exercise. 2008; 40(3):486-494.
39. Lee SH, Kang HJ, Lee H-J, Kang M-H, Park YK. Six-week supplementation with Chlorella has favorable impact on antioxidant status in Korean male smokers. Nutrition. 2010; 26(2):175-183.
40. Tsukiyama Y, Ito T, Nagaoka K, Eguchi E, Ogino K. Effects of exercise training on nitric oxide, blood pressure and antioxidant enzymes. Journal of clinical biochemistry and nutrition. 2017; 60(3):180-186.
41. Mirzaei F, Khazaei M. Role of nitric oxide in biological systems: a systematic review. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2017; 27(150):192-222. [Persian]
42. Cho K, Cho D-H, Heo J, Kim U, Lee YJ, Choi D-Y, et al. Nitrogen modulation under chemostat cultivation mode induces biomass and lipid production by Chlorella vulgaris and reduces antenna pigment accumulation. Bioresource technology. 2019; 281:118-125.
43. Son YA, Shim JA, Hong S, Kim MK. Intake of Chlorella vulgaris improves antioxidative capacity in rats oxidatively stressed with dietary cadmium. Annals of nutrition & metabolism. 2009; 54(1):7-14.
44. Yun H-J, Kim I, Kwon S-H, Kang J-S, Om A-S. Protective effect of Chlorella vulgaris against lead-induced oxidative stress in rat brains. Journal of health science. 2011; 57(3):245-254.


www.SID.ir

Archive of SID



# 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

Amin Govahi[1], *Worya Tahmasebi[2], Mohammad Azizi[3]

## Abstract

**Background:** Considering Chlorella vulgaris role in improving the antioxidant system, the purpose of this study was to investigate the effect of six weeks of high intensity interval training (HIIT) program and Chlorella vulgaris supplements on levels of oxidative stress markers in overweight men.

**Materials and methods:** Thirty subjects in this study (Age: 22.8±2.1 yrs; BMI: 27.1±9.6 Kg/$m^2$) were randomly assigned into three groups: supplement + exercise, placebo + training, and training groups. Before and 48 hours after the end of six weeks of HIIT, blood samples were taken from subjects and used for Malondialdehyde (MDA), protein carbonyl (PC) and nitric oxide (NO) serum levels measurements. The participants' training program included six weeks of HIIT progressive exercise three days a week with 90% maximum heart rate intensity. Subjects of the supplement group received Chlorella vulgaris supplement (300 mg) four times daily for six weeks, and the placebo group consumed Sucrose tablets similar to the chlorella tab.

**Results:** The results showed that Chlorella vulgaris supplementation with HIIT exercises significantly decreased MDA and PC compared to other groups ($p<0.05$). Also, NO levels when comparing the three groups showed a significant increase in the supplement+exercise group compared to the training group ($p<0.05$) but did not show significant differences with the placebo+training group.

**Conclusion:** High-intensity physical activity along with Chlorella vulgaris compared to intense exercise without chlorella can have more beneficial effects on antioxidant indices in overweight people.

**Keywords: Oxidative Stress, Antioxidant, Malondialdehyde, Protein Carbonylation**

1. MSc of Exercise Physiology, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Assistant professor, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.
(*Corresponding author)
W.tahmasebi@razi.ac.ir



www.SID.ir