



تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و مکمل دهی اسپیرولینا بر سیستم ایمنی هومورال و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن

الهام عینی گندمانی^۱، جلیل رئیسی^{۲*}

تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۵/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۴

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و مکمل دهی اسپیرولینا بر سیستم ایمنی هومورال، آمادگی قلبی تنفسی و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن بود.
روش کار: آزمودنی‌های پژوهش حاضر ۳۰ نفر دانشجوی غیرفعال قد (سانتیمتر): $161/7 \pm 2/8$ ، وزن (کیلو گرم): $84/3 \pm 11/76$ ، سن (سال): $25/06 \pm 6/66$ بودند. آزمودنی‌ها به سه گروه ۱۰ نفری (HIIT- دارونما، HIIT- اسپیرولینا، اسپیرولینا) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تمرین به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته با ۴-۷ تکرار در هر جلسه) در تمرینات HIIT با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه شرکت کردند. گروه مکمل میزان ۶ گرم در روز پودر اسپیرولینا دریافت کردند. نمونه گیری خونی به منظور تعیین سطوح IgA و IgG بوسیله ی روش آزمایشگاهی توربیدومتری، گرفته شد.
یافته‌ها: کاهش معنی‌داری در شاخص توده بدن، WHR، درصد چربی بدن و افزایش معنی‌داری در توده بدون چربی، VO₂max، IgA، در هر سه گروه مشاهده شد. در میزان IgG در دو گروه HIIT- دارونما، HIIT- اسپیرولینا افزایش معنی‌داری وجود داشت ($p= 0/001$). اما در میزان سطوح IgG تفاوت معنی‌داری بین قبل و بعد از مکمل دهی در گروه اسپیرولینا مشاهده نگردید ($p= 0/07$).
نتیجه‌گیری: می‌توان نتیجه گرفت که ۸ هفته تمرین تناوبی شدید و مکمل اسپیرولینا سبب افزایش کارکرد سیستم ایمنی و آمادگی قلبی تنفسی می‌شود. همچنین ۸ هفته تمرین تناوبی شدید و مکمل اسپیرولینا با کاهش شاخص توده بدن، WHR، درصد چربی بدن و افزایش توده بدون چربی، سبب کاهش وزن و ایجاد تناسب اندام در زنان می‌شود.

واژگان کلیدی: اضافه وزن، تمرین تناوبی شدید، اسپیرولینا، سیستم ایمنی هومورال

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه اصفهان

۲. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه اصفهان

*نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: j.reisi@spr.ui.ac.ir

مقدمه

اضافه وزن و چاقی به «تجمع غیرطبیعی و یا بیش از اندازه چربی که ممکن است تهدیدی برای سلامتی باشد» اطلاق می‌گردد که این تجمع نشانه‌ی بی‌توانی بین کالری دریافت شده و کالری مصرف شده می‌باشد، سازمان جهانی بهداشت شاخص توده بدنی (BMI)^۱ برابر یا بیشتر از ۲۵ را به عنوان اضافه وزن و شاخص توده بدن برابر یا بیشتر از ۳۰ را به عنوان چاقی تعریف می‌کند (۱، ۲). در تحقیقی نشان داده شده است که با هر واحد افزایش شاخص توده بدن، خطر وقوع بیماری‌های قلبی - عروقی ۸ درصد افزایش می‌یابد و از آن سو به ازای هر یک واحد مت (MET) افزایش فعالیت بدنی، احتمال بروز بیماری‌های قلبی عروقی ۸ درصد کاهش می‌یابد (۱). برخی متخصصین معتقدند که افزایش توده بدن (اضافه وزن) روند امید زندگی را متوقف و آن را معکوس کرده است. به همین دلیل سازمان جهانی بهداشت بهبود ترکیب بدنی و اصلاح شیوه‌ی زندگی را در دستور کار خود قرار داده است (۲). همانطور که اشاره شد از بین روش‌های مختلف درمان، متخصصان برای عموم افراد چاق و دارای اضافه وزن استفاده از رژیم غذایی به همراه ورزش را پیشنهاد می‌کنند. بسیاری از تحقیقات اخیر نشان داده اند که فعالیت ورزشی هوازی منجر به کاهش وزن و شاخص

توده بدن می‌گردد (۳، ۴). علیرغم تاکید بر اثر سودمند فعالیت ورزشی در بهبود شیوه زندگی برای پیشگیری یا درمان چاقی و اضافه وزن، شدت مطلوب یا مدت زمان مناسب فعالیت ورزشی جهت کاهش وزن هنوز به طور قطعی مشخص نشده است و با وجود فواید سلامتی قابل توجه تمرین استقامتی، بسیاری از بزرگسالان به علت نداشتن زمان کافی به عنوان یک مانع مهم، در این تمرینات شرکت نمی‌کنند. مطالعات اخیر با صراحت بیان کرده است که تمرینات تناوبی شدید برای کاهش چربی کارایی بهتری نسبت به تمرینات استقامتی دارند (۵). در مطالعه‌ی که بر روی مردان دارای اضافه وزن انجام شد، مشاهده گردید که، ۶ هفته تمرینات HIIT باعث کاهش شاخص توده بدن، درصد چربی بدن، چربی آندروئید^۲ (چربی نوع مرکزی یا سببی شکل) و چربی گینوئید^۳ (چربی نوع پیرامونی یا گلابی شکل) می‌شود. تمرینات HIIT همچنین موجب افزایش آمادگی قلبی - تنفسی که (استقامت قلبی - تنفسی و آمادگی قلبی - عروقی نیز نامیده می‌شود) می‌شود. بهترین شاخص برای ارزیابی آمادگی قلبی - تنفسی، اندازه گیری حداکثر اکسیژن مصرفی ($\dot{V}O_{2max}$)^۴ است، که حداکثر ظرفیت مصرف اکسیژن هنگام ورزش بیشینه نامیده می‌شود (۶). مطالعه‌ی بر روی ورزشکاران رزمی نشان داد که، ۱۰

3. Gynoid

4. Maximal Oxygen Consumption Volume

1. BMI=Body Mass Index

2. Android

به وجود می‌آورد. IgA قادر است که اتصال ویروس‌ها و باکتری‌ها به اپیتلیوم مخاطی و تکثیر ویروسی را مهار کند. با توجه به ارتباط روشن بین فعالیت ورزشی خیلی سنگین طولانی مدت و خطر عفونت راه‌های هوایی فوقانی (URTI)^۱، تأثیر هر نوع فعالیت ورزشی بر IgA اهمیت بالقوه زیادی دارد، به ویژه وقتی متوجه می‌شویم که افراد با نقص مشخص IgA، بیشتر از افراد عادی از این نوع عفونت‌ها رنج می‌برند (۸). رحیمی (۲۰۱۰)، در مطالعه ای نشان داد که غلظت IgA سرمی در برخی از ورزشکاران استقامتی با عملکرد بالا، کاهش یافته است (۸). ورزشکارانی که سطح Ig سرمی آنها پایین است ممکن است در هنگام تمرین‌های شدید در خطر ابتلا به بیماری‌های عفونی باشند (۹). از سوی دیگر در مطالعه ای که بر روی دوچرخه سواران انجام گرفت به این نتیجه رسیدند که بعد از ۲ هفته تمرین HIIT غلظت سرمی چندین سیتوکین التهابی (IL_6, TNF_α و IL_10) و کموکین‌های (IL_8 و PC M_6) افزایش کم، ولی قابل توجهی نشان داده است که موجب تقویت سیستم ایمنی می‌شود (۱۰).

هفته تمرین تناوبی شدید در مقایسه با تمرینات تخصصی رشته ورزشی، سبب کاهش درصد چربی و شاخص توده بدن و افزایش VO₂max افراد می‌شود (۶).

علیرغم فواید بسیار تمرینات HIIT، اثرات منفی احتمالی تمرینات شدید بر سیستم ایمنی نیز گزارش شده است؛ به طوری که در مطالعه ای مشاهده گردید، ۹۰ دقیقه فعالیت تناوبی شدید بر روی بازیکنان فوتبال لیگ جوانان، باعث کاهش معنی داری در غلظت سرمی ایمنوگلوبولین‌های A و G می‌شود (۷). سیستم ایمنی شامل مکانیسم‌های پیچیده ای است که در دفاع بدن بر علیه میکروارگانیزم‌های بیماری زا، باکتری‌ها، انگل‌ها و ویروس‌ها اهمیت ویژه ای دارد. دستگاه ایمنی به دو بازوی ایمنی ذاتی (طبیعی یا غیر ویژه) و ایمنی سازشی (اکتسابی یا ویژه) تقسیم می‌شود، که ایمنی اکتسابی خود به دو بخش هومورال و سلولی تقسیم می‌شود. ایمنی سلولی شامل: سلول‌های T (CD₈, CD₄, CD₃) و سلول‌های B (CD₂₂, CD₂₀, CD₁₉) است و ایمنی هومورال شامل ایمنوگلوبولین‌های (IgA, IgD, IgE, IgG, IgM) می‌شود (۷). ایمنوگلوبولین A عمده ترین ایمنوگلوبولین در ترشحات مخاطی مانند بزاق و اشک به شمار می‌رود و تصور می‌شود که خط مقدم دفاعی را در برابر پاتوژن و آنتی ژن‌های موجود در سطوح مخاطی چون راه‌های هوایی

به نظر میرسد که اسپیرولینا از طریق افزایش پاکسازی چربیهای کبدی و احشایی توسط ماکروفاژها، کاهش سطوح لپتین سرمی و کاهش استرس اکسیداتیو و التهاب بر کاهش اضافه وزن و چربی بدن مؤثر باشد. علاوه بر عامل تغذیه ای، فعالیت های حرکتی و ورزشی با افزایش مصرف قند کلی بدن توسط سلولهای عضلانی و همچنین فعال تر کردن سوخت و ساز چربی ها، سبب کاهش غلظت گلوکز و بهبود چربی های خون می شوند (۱۲). در واقع در پژوهشهای متعددی ثابت شده است که تمرینات هوازی با بهبود ترکیب بدن و عوامل خطرزای قلبی و عروقی خون، به عنوان یک جزء ضروری در درمان بیماران دیابتی نوع دو محسوب می شوند. از آنجاکه در دهه اخیر علاقه زیادی به مطالعاتی که هدف آنها جلوگیری یا کم کردن اثرات تجمع بافت چربی و تعدیل چربی های خون به وجود آمده است و همچنین با توجه به نگرانی ها در مورد شیوع چاقی و اضافه وزن، ارائه راهکارهای مناسب برای کنترل و کاهش وزن از راه انجام تمرینات ورزشی و مکمل های تغذیه ای حائز اهمیت است (۱۲).

در مطالعه ای اثر اسپیرولینا را به عنوان عامل ضد درد بر روی موش ها بررسی کردند، نتایج نشان داد که پس از ۴ هفته مکمل دهی اسپیرولینا سطح IgG سرمی در مقایسه با گروه کنترل بهبود بیشتری داشت (۱۱). در

با توجه به فواید گزارش شده HIIT بر روی کاهش وزن، اگر بتوان شیوه ای را معرفی کرد که از اثرات منفی احتمالی تمرینات شدید بر سیستم ایمنی بکاهد، می توان با خیال راحت از تمرینات HIIT برای ارتقای سطح سلامت افراد چاق و دارای اضافه وزن استفاده کرد. یکی از مواردی که در سال های اخیر برای کاهش اثرات منفی تمرینات شدید و پیشگیری از سرکوب سیستم ایمنی معرفی شده است مصرف مکمل ها می باشد، ضمن اینکه برخی از مکمل های معرفی شده می توانند به تسریع کاهش وزن کمک کنند. اسپیرولینا ریز جلبک میکروسکوپی رشته ای است، که کاربردهای زیادی به عنوان غذا و دارو در انسان و حیوانات دارد. این ریز جلبک سرشار از پروتئین، ویتامین، اسیدهای چرب ضروری است و در دنیا به صورت تجاری تولید می شود و به عنوان مکمل غذایی و دارویی در قالب نوشیدنی، قرص و پودر به فروش می رسد (۱۱). پروتئین اسپیرولینا چون تمام اسید آمینه های ضروری را تامین می کند، از نظر کیفیت کامل است (۱۱).

از جمله تأثیرات این جلبک میتوان به پیشگیری از کبد چرب، بیماریهای قلب و عروقی، سرطان، کاهش سطح چربی سرم، افزایش سطوح هموگلوبین، افزایش آنتی بادیهها و عملکرد فاگوسیتیک ماکروفاژ و مهار پیشروی ویروس ایدز اشاره کرد (۱۲).

شاخص توده ی بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع) و در دسترس و به صورت تصادفی به سه گروه ۱۰ نفری (HIIT - دارونما، HIIT - اسپیرولینا و اسپیرولینا) تقسیم بندی شدند. قبل از شروع آزمون از سلامت آزمودنی ها و عدم محدودیت پزشکی برای انجام فعالیت های ورزشی، اطمینان به عمل آمد.

پروتکل پژوهش: قبل و بعد از ۸ هفته، آزمودنی ها در آزمون ۲۰ متر رفت و برگشت، به منظور ارزیابی عملکرد VO_2max شرکت کردند. البته به منظور کاهش اثر خستگی جسمانی بر نتایج، فاصله این آزمون با جلسات تمرینی HIIT حداقل ۳ روز منظور شد. از آزمودنی ها خواسته شد تا از ۳-۴ ساعت قبل از اجرای آزمون از خوردن وعده غذایی پر حجم اجتناب کرده و ۷۲ ساعت پیش از اجرای آزمون ها نیز فعالیت جسمانی متوسط تا شدیدی نداشته باشند.

اندازه گیری درصد چربی با استفاده از ضخامت چین پوستی:

درصد چربی با استفاده از کالیپر مدل SH 5020 ساخت کره، و روش سه موضعی جکسون و پولاک (فوق خاصره، پشت بازو، ران) اندازه گیری و با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۱۳).

$$SH = 0/41563(\Sigma 3) - 0/00112(\Sigma 3)2 + 0/03661(age) + 4/03653$$

$\Sigma 3$: جمع سه ناحیه فوق خاصره، پشت بازو و ران

طبیعت یک ماده ی غذایی به تنهایی نمی تواند تمام نیازهای بدن انسان را تأمین کند ولی اسپیرولینا تا حدودی به این ایده آل نزدیک است به طوری که سازمان ناسا، اسپیرولینا را به عنوان مهمترین گیاه جهت کشت در ایستگاه های فضایی آینده انتخاب کرده و هم اکنون ۸۰ درصد رژیم غذایی فضانوردان را تشکیل می دهد (۱۱). از این رو می تواند تمام مواد مورد نیاز بدن را تأمین کند و با ایجاد احساس سیری از پرخوری و افزایش وزن جلوگیری کند (۱۱). در نهایت با توجه به اینکه بنا به اطلاعات محقق تا کنون تحقیقی به بررسی تأثیر مکمل اسپیرولینا بر سیستم ایمنی و وزن افراد دارای اضافه وزن، که برای کاهش وزن خود به تمرینات HIIT می پردازند انجام نشده است بنابراین هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات تناوبی شدید به همراه مکمل دهی اسپیرولینا بر روی ایمنوگلوبولین A، ایمنوگلوبولین G، VO_2max و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن بود.

روش پژوهش

طرح پژوهش: این تحقیق از نوع تحقیقات نیمه تجربی و کاربردی است. آزمودنی ها: جامعه آماری شامل دانشجویان دختر دانشگاه اصفهان با میانگین سنی $25/06 \pm 6/66$ سال، که از طریق اطلاع رسانی در سطح دانشگاه و خوابگاه دانشجویی به صورت داوطلبانه اعلام حضور کردند، و از بین آنها ۳۰ نفر نمونه به صورت هدفمند (دارای

$$VO_2\max = 6(x) - 24.4$$

X: سرعت

اندازه گیری توده بدون چربی

بعد از اندازه گیری شاخص توده بدنی و درصد چربی، توده چربی و سپس توده بدون چربی از طریق فرمول‌های زیر، محاسبه گردید.

جرم بدن $\times (100 / \text{درصد چربی}) = \text{توده چربی}$
 توده چربی - جرم بدن = توده بدون چربی

اندازه گیری آمادگی قلبی - تنفسی

در پژوهش حاضر $VO_2\max$ از طریق آزمون ۲۰ متر رفت و برگشت سنجیده شد. آزمون بیشینه میدانی شامل دویدن‌های رفت و برگشتی بین دو خطی که ۲۰ متر از یکدیگر فاصله دارند با سرعتی مطابق با یک هشدار صوتی از قبل ضبط شده تنظیم شد. سرعت اولیه تنظیم شده برای شروع آزمون ۸/۵ کیلومتر بر ساعت بود که بعد از هر یک دقیقه ۰/۵ کیلومتر بر سرعت افزوده شد. به آزمودنی‌ها آموزش داده شد که آزمون را تا آخرین مرحله در حد توان ادامه دهند. آزمون زمانی پایان می‌یافت که فرد نمی‌توانست سرعت دویدنش را حفظ کند و یا زمانی که فرد ۳ بار متوالی قادر به رسیدن به ناحیه ۲۰ متری که در محدوده ۱ هر خط قرار داشت مطابق با هشدار صوتی نبود. سرعت کسب شده در حین آخرین مرحله ای که به صورت کامل اجرا شد به عنوان سرعت بیشینه ی آزمون در نظر گرفته شد و با جایگذاری در فرمول زیر، $VO_2\max$ محاسبه گردید (۱۴).

اندازه گیری نمونه‌های خونی

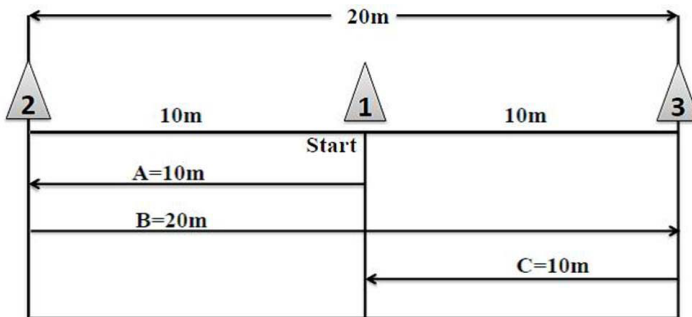
برای اندازه گیری ایمنوگلوبولین A و G، ۲۴ ساعت قبل و ۲۴ ساعت پس از دوره پژوهش، نمونه گیری خونی بین ساعت ۹ الی ۱۱ صبح از ورید دست چپ آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه خون در لوله‌های حاوی محلول ضد انعقاد اسیدی جمع آوری شد. پس از سانتریفیوژ نمونه‌ها با تعداد ۴۰۰۰ دور در دقیقه، پلاسما جدا شد و پلاسمای حاصل در دمای منفی ۲ تا ۸ درجه سانتیگراد نگهداری شد. نمونه‌های خونی از روش آزمایشگاهی توربیدومتری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از کیت IgA با شناسه: ۵۰۸۰۵۵ BT و کیت IgG با شناسه: ۵۰۹۰۵۵ BT تهیه شده از شرکت پارس کیت استفاده گردید.

پروتکل تمرینی

افراد سه جلسه در هفته برای ۸ هفته در تمرینات HIIT با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه شرکت کردند. تمرینات از ۲۴ دقیقه در جلسه اول (۵ تا ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۳۰ ثانیه تمرین (دویدن) و ۳۰ ثانیه استراحت فعال (راه رفتن) با ۴ تکرار، ۵ تا ۱۰ دقیقه سرد کردن) شروع و به ۲۷ دقیقه در جلسه آخر (۵ تا ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۳۰ ثانیه تمرین و ۳۰ ثانیه استراحت فعال با ۷ تکرار، ۵ تا ۱۰ دقیقه سرد کردن) رسید (۱۵). آزمودنی‌های دو گروه تمرین در مسافت ۲۰

هفته‌های اول و دوم به پنج نوبت در هفته‌های سوم و چهارم، به شش نوبت، در هفته‌های پنجم و ششم و به هفت نوبت در هفته‌های هفتم و هشتم عملی شد. شدت تمرین در تمام مراحل پروتکل ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه، برای تمام آزمودنی‌ها به صورت جداگانه با استفاده از دستگاه ضربان سنج Polar ساخت کشور فنلاند، بوسیله ی مربی کنترل و با استفاده از فرمول (سن - ۲۲۰ = HRmax) محاسبه گردید. تمام آزمودنی‌ها، تا انتها در تمرینات شرکت داشتند و افت آزمودنی مشاهده نشد. در این تحقیق، آزمودنی‌های گروه مکمل، هیچ گونه تمرین منظم ورزشی نداشتند.

متری که به وسیله ی سه مخروط مشخص شده بود، پروتکل تمرینی را اجرا کردند. در پروتکل تمرینی آزمون رفت و برگشت، آزمودنی‌ها ابتدا با حداکثر سرعت از نقطه ی شروع (مخروط ۱) به طرف مخروط شماره ی دو در مسیر A می‌دویدند. پس از برگشت در جهت مخالف در مسیر B ۲۰ متر به طرف مخروط شماره ی سه با حداکثر سرعت و در نهایت پس از برگشت، در مسیر C به سمت نقطه ی شروع (مخروط ۱) مجدداً با حداکثر سرعت می‌دویدند تا مسافت ۴۰ متر کامل شود. آزمودنی‌ها این کار را با حداکثر سرعت آن قدر ادامه دادند تا دوره ی زمانی ۳۰ ثانیه ای پروتکل تمرینی تمام شود و پس از ۳۰ ثانیه استراحت، پروتکل تمرینی را تکرار می‌کردند (شکل ۱). پیشرفت تمرینات با افزایش تعداد تکرارهای ۳۰ ثانیه ای از چهار نوبت در



شکل ۱. طرح شماتیک پروتکل تمرینی (۱۶)

مکمل دهی

در تحقیق حاضر، پودر جلبک اسپیرولینا از شرکت عقیق سبز اصفهان تهیه گردید. افراد گروه HIIT - اسپیرولینا و اسپیرولینا میزان ۶ گرم در روز پودر اسپیرولینا به صورت محلول در آب (نیم ساعت قبل از غذا) (۱۷)، و افراد گروه HIIT- دارونما، رنگ خوراکی سبز رنگ حل شده در آب را دریافت کردند (۱۷).

روش آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق حاضر در دو سطح توصیفی و استنباطی صورت گرفته است. توزیع بین داده‌ها توسط آزمون شاپیرو-ویلک در متغیرهای مختلف نیز بررسی شد. همگنی واریانس‌ها در گروه‌های مختلف نیز توسط آزمون لوین بررسی گردید. به منظور بررسی تأثیر روش تمرینی از آزمون تی

زوجی و برای بررسی تفاوت گروه‌ها در تغییرات متغیرهای وابسته از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شد. معنی‌داری تحلیل‌های آماری در سطح $P \leq 0.05$ استفاده شد. کلیه محاسبات آماری از طریق نرم افزار آماری SPSS نگارش ۲۲ انجام گرفت.

یافته‌ها

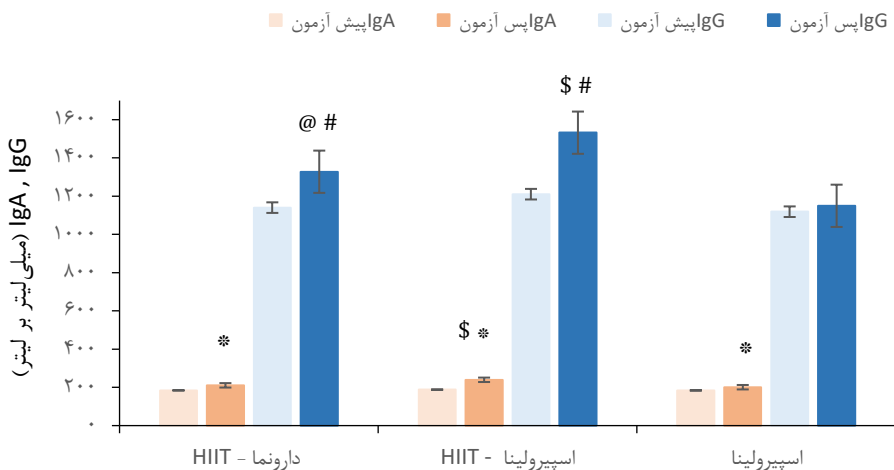
برای آنالیز نتایج ابتدا از آزمون‌های شاپیرو ویلک جهت بررسی طبیعی بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها استفاده شد ($p > 0.05$). جدول ۱ شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش را در پیش آزمون و پس آزمون نشان می‌دهد.

جدول ۱. شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش بر حسب عضویت گروهی و مراحل ارزیابی

متغیر	مرحله ارزیابی	HIIT- دارونما (n=10)		اسپیرولینا (n=10)		HIIT- اسپیرولینا (n=10)	
		انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین
BMI (kg/m ²)	پیش آزمون	۱/۶۴	۳۰/۹۰	۳/۲۵	۲۸/۸۷	۴/۳۰	۲۷/۳۰
	پس آزمون	۱/۶۰	۲۹/۹۰	۲/۹۲	۲۵/۲۰	۱/۷۵	۲۶/۱۰
WHR	پیش آزمون	۰/۰۳	۰/۸۰	۰/۰۷	۰/۷۸	۰/۰۳	۰/۷۹
	پس آزمون	۰/۰۲	۰/۷۸	۰/۰۷	۰/۷۳	۰/۰۴	۰/۷۵
توده بدون چربی (kg)	پیش آزمون	۰/۹۶	۱۸/۹۱	۲/۲۹	۱۹/۳۸	۱/۶۱	۱۸/۲۹
	پس آزمون	۱/۲۷	۱۹/۳۶	۲/۱۰	۲۰/۹۹	۱/۰۷	۱۹/۲۱
درصد چربی (%)	پیش آزمون	۲/۸۴	۳۳/۸۵	۳/۹۱	۳۱/۴۴	۱/۳۳	۳۱/۸۶
	پس آزمون	۱/۶۱	۳۲/۷۷	۳/۸۸	۲۷/۹۰	۱/۱۰	۲۹/۸۷

شکل ۱ مقایسه پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای سیستم ایمنی هومورال، در هر سه گروه را نشان می دهد. یافته نشان می دهد، که ۸ هفته تمرین تناوبی شدید - دارونما و تمرین تناوبی شدید - مکمل دهی اسپیرولینا بر ایمنوگلوبولین A سرمی ($p=0/001$) و ایمنوگلوبولین G سرمی ($p=0/003$) بر زنان دارای اضافه وزن به طور معنی داری موثر و مثبت بوده است. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد، که ۸ هفته مصرف مکمل اسپیرولینا بر ایمنوگلوبولین A

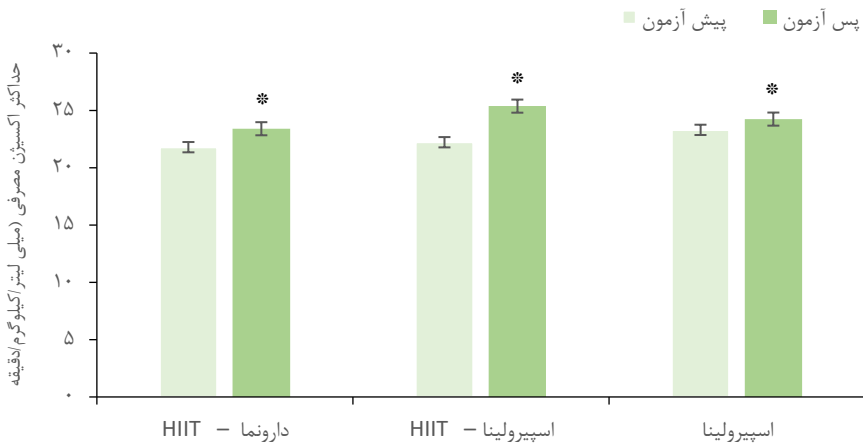
شکل ۱ مقایسه پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای سیستم ایمنی هومورال، در هر سه گروه را نشان می دهد. یافته نشان می دهد، که ۸ هفته تمرین تناوبی شدید - دارونما و تمرین تناوبی شدید - مکمل دهی اسپیرولینا بر ایمنوگلوبولین A سرمی ($p=0/001$) و ایمنوگلوبولین G سرمی ($p=0/003$) بر زنان دارای اضافه وزن به طور معنی داری موثر و مثبت بوده است. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد، که ۸ هفته مصرف مکمل اسپیرولینا بر ایمنوگلوبولین A



شکل ۱. مقایسه متغیرهای سیستم ایمنی هومورال، در هر سه گروه پژوهش
* تفاوت با پیش آزمون، # تفاوت با پیش آزمون، \$ تفاوت با گروه‌های اسپیرولینا و HIIT-دارونما، @ تفاوت با گروه‌های اسپیرولینا، در سطح $p \leq 0/05$

اضافه وزن دارد. علاوه بر این، یافته‌های شکل ۲ نشان می‌دهد، که ۸ هفته تمرین تناوبی شدید - دارونما ($p=0/037$) و تمرین تناوبی شدید - مکمل دهی اسپیرولینا ($p=0/001$) و مکمل دهی اسپیرولینا ($p=0/001$) بر توان بیشینه هوازی از لحاظ آماری به طور معنی‌داری موثر بوده است.

نتایج ایمنوگلوبولین G نشان داد که در گروه HIIT - اسپیرولینا به طور معنی‌داری بیشتر از گروه های HIIT - دارونما و اسپیرولینا می‌باشد. همچنین در گروه HIIT - دارونما به طور معنی‌داری بیشتر از گروه اسپیرولینا می‌باشد. یافته‌های فوق نشان دهنده آن است که تمرین و مکمل به طور همزمان تاثیر بیشتری بر ایمنوگلوبولین G زنان دارای



شکل ۲. مقایسه متغیر VO_2max

* تفاوت با پیش آزمون در سطح $p \leq 0/05$

ایمنوگلوبولین A و G زنان دارای اضافه وزن، مؤثر بوده و سبب افزایش آن شده است. اما میانگین تعدیل شده نمرات پس آزمون ایمنوگلوبولین G در گروه HIIT - دارونما به طور معنی‌داری بیشتر از گروه اسپیرولینا بود و ۸ هفته مکمل اسپیرولینا سبب افزایش ایمنوگلوبولین G شده است، اما معنادار

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر مطالعه تاثیر ۸ هفته تمرین تناوبی شدید و مکمل دهی اسپیرولینا بر سیستم ایمنی هومورال، آمادگی قلبی تنفسی و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۸ هفته HIIT - دارونما و HIIT - اسپیرولینا بر

تعداد نمونه‌ها بیشتر بود افزایش IgG معنادار می‌شد. پژوهش‌های جهانی قیه قشلاق و همکاران (۱۳۹۵)(۲۳) که به بررسی تأثیر تمرینات متناوب پر شدت و مصرف مکمل پروبیوتیک بر سلول‌های ایمنی، پروتئین واکنشی C و ایمنوگلوبین A پرداختند نشان داد که تمرین تناوبی شدید سبب افزایش ایمنوگلوبین A می‌شود، که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. افزایش غلظت ایمنوگلوبولین‌ها در ورزش شدید می‌تواند بر اثر تحریک آنتی ژن‌ها بوسیله ی افزایش ورود میکروارگانیسم‌ها به ویژه میکروب‌های داخل هوا، که طی تمرین ورزشی از طریق افزایش میزان تهویه وارد بدن می‌شوند، باشد (۲۴). همچنین نتایج پژوهش کرم پور و همکاران (۱۳۹۵)(۲۵) که به بررسی اثر پاسخ سرمی ایمنوگلوبولین‌های A, G, M و کورتیزول متعاقب فعالیت‌های مقاومتی و تناوبی شدید پرداختند، نشان داد که تمرین تناوبی شدید سبب کاهش معنی‌داری در غلظت IgA و IgG شده است، با تحقیق حاضر مغایرت دارد. پژوهشگران نتیجه گرفتند که تغییرات ناشی از ورزش در غلظت‌های Ig سرم، احتمالاً در نتیجه مشارکت پروتئین‌های خارج عروقی، افزایش لنفوسیت‌ها پس از فعالیت‌های ورزشی، ترکیبی از تغییرات حجم پلاسما و جریان

نیست. یافته‌های فوق نشان دهنده آن است که HIIT و اسپیرولینا به طور همزمان تأثیر بیشتری بر ایمنوگلوبولین A و ایمنوگلوبولین G در زنان دارای اضافه وزن دارد. این نتایج با کاومورا و همکاران (۲۰۰۴)(۱۸)، بالاجاندران و همکاران (۲۰۰۶)(۱۹) و شیما (۲۰۱۷)(۲۰) همخوانی دارند. اما معنادار نبودن افزایش IgG با پژوهش‌های، پارک و لی (۲۰۱۷)(۲۱)، متوالی و همکاران (۲۰۱۵)(۱۱)، لویی چو و همکاران (۲۰۱۳)(۲۲) همخوانی دارد. فیکوسیائین موجود در اسپیرولینا باعث افزایش فعالیت بیولوژیکی علیه بیماری‌های عفونی از طریق حفظ عملکرد سیستم ایمنی مخاطی و کاهش التهاب آلرژیک توسط سرکوب آنتی بادی اختصاصی می‌شود، و تزریق آن باعث تولید آنتی بادی IgA می‌شود. همچنین پلی ساکارید اسپیرولینا، سلول‌های سیستم ایمنی ذاتی را فعال می‌کند و باعث افزایش آنتی بادی‌ها می‌شود (۲۲). چو و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهش خود بیان کردند که، مکمل اسپیرولینا به طور قابل توجهی سبب افزایش سطح IgG در پاسخ ایمنی اولیه می‌شود اما در پاسخ ایمنی ثانویه سطوح IgG تغییری نمی‌کند (۲۲). معنادار نبودن افزایش IgG در پژوهش حاضر می‌تواند به دلیل اندازه اثر^۱ باشد، که احتمال می‌رود اگر

برون عروقی و تغییرات مربوط به چرخه شبانه روزی در آزمودنی‌هاست، به علاوه، عامل فاکتورهای ایمنی تحت تأثیر ژنتیک و فاکتورهای محیطی قرار می‌گیرد. فاکتورهای دخیل در ایمنی شامل جنس، سن، نژاد، استعمال سیگار، فعالیت بدنی شدید یا متوسط، مصرف الکل، چاقی، حاملگی، عوامل هورمونی و میکروفلوئرای رایج موجود در گوارش هر فرد می‌باشد. بنابراین، یکی از عوامل دخیل در تفاوت نتایج سایر مطالعات با یافته‌های مطالعه حاضر را می‌توان در عوامل محیطی و ژنتیکی که خارج از کنترل مطالعه گر بوده است برشمرد (۲۳). پلی ساکارید و فیکوسیانین موجود در اسپیرولینا به روند افزایش آنتی ژن‌ها توسط فعالیت بدنی کمک کرده و سبب تقویت سیستم ایمنی می‌شود. بنابر این تمرین تناوبی شدید به همراه مکمل دهی اسپیرولینا تأثیر بیشتری بر تقویت سیستم ایمنی دارد.

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۸ هفته HIIT - دارونما، HIIT - اسپیرولینا و اسپیرولینا بر شاخص VO_2max زنان دارای اضافه وزن، به طور معنی‌داری مؤثر بوده و سبب افزایش آن در سه گروه شده است، اما میانگین تعدیل شده نمرات پس‌آزمون در گروه HIIT - اسپیرولینا به طور معنی‌داری بیشتر از گروه‌های HIIT - دارونما و اسپیرولینا می‌باشد. یافته‌های فوق نشان

دهنده آن است که HIIT و اسپیرولینا به طور همزمان تأثیر بیشتری بر شاخص VO_2max در زنان دارای اضافه وزن دارد. پژوهش‌های مارتینز و همکاران (۲۰۱۶)(۲۶)، لی و همکاران (۲۰۱۷)(۲۷)، آربودلا و همکاران (۲۰۱۶)(۲۸) و افضل پور و همکاران (۱۳۹۶)(۲۹) با تحقیق حاضر همخوانی داشت. دوره‌های استراحتی نسبتاً کوتاه بین تمرین تناوبی، نیاز به تامین انرژی از طریق دستگاه هوازی را افزایش داده و افزایش تحویل اکسیژن به عنوان عامل اصلی پیشرفت در ظرفیت هوازی را موجب شده است. همچنین سرعت فسفوریلاسیون هوازی به دنبال تمرین که در نتیجه افزایش تعداد و فعالیت آنزیم‌های اکسایشی عضله

حاصل می‌شود، به عنوان یکی از سازوکارهای احتمالی افزایش در VO_2max پس از این نوع تمرین مطرح است (۲۹). پژوهش‌های هراندز لپه و همکاران (۲۰۱۷)(۳۰) واحمدیان و توفیقی (۱۳۹۵)(۳۱) که به بررسی تأثیر شش هفته تمرینات ایروبیک با مصرف مکمل اسپیرولینا بر عملکرد هوازی پرداختند، نشان داد که مکمل اسپیرولینا سبب افزایش معنی‌داری در میزان VO_2max شده است، که با تحقیق حاضر همخوانی داشت. اسپیرولینا سرشار از پلی‌پپتید آبی رنگی به نام فیکوسیانین است. دانشمندان چینی اثرات آن را با هورمون

همزمان تأثیر بیشتری بر ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن داشته است. یافته‌های فوق نشان دهنده آن است که تمرین و مکمل به طور همزمان تأثیر بیشتری بر کاهش وزن و تناسب اندام زنان دارای اضافه وزن دارد. نتایج تحقیق حاضر با پژوهش‌های هرگت و همکاران (۲۰۱۶)(۳۲)، مارتینز و همکاران (۲۰۱۶)(۳۳)، افضل پور و همکاران (۱۳۹۶)(۲۹)، لی و همکاران (۲۰۱۶)(۲۷) نشان دادند که تمرین تناوبی شدید سبب کاهش وزن و بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی شده است، که با تحقیق حاضر همخوانی دارد. تمرین تناوبی یکی از پروتکل‌های انتخابی است که با کاهش اشتها (تسهیل رهایش فاکتور آزاد کننده کورتیکوتروپین) و از راه افزایش اکسیداسیون چربی‌ها در کنترل ترکیب بدن نقش دارد. گزارش شده است تمرینات با شدت بالا، ظرفیت عضله اسکلتی را برای استفاده از چربی‌ها افزایش می‌دهد که ممکن است نقش مهمی در کنترل وزن افراد چاق و اضافه وزن داشته باشد. بخش عمده ای از اسیدهای چرب مورد نیاز عضلات در حال فعالیت از طریق افزایش ۳ تا ۴ برابری لیپولیز تری گلیسرید بافت چربی تأمین می شود. فعالیت ورزشی با شدت زیاد، مقدار جریان خون به بافت چربی را دو برابر می کند و سبب افزایش ده برابری یا بیشتر جریان خون

اریتروپویتین برابر دانسته اند، که با اثر بر سلول‌های بنیادی مغز استخوان موجب تحریک تولید گلبول‌های قرمز برای اکسیژن رسانی می‌شود. اسپیرولینا با دارا بودن عوامل انتقال اکسیژن و بیشترین مقدار آهن و همگی اسیدهای آمینه‌های ضروری و غیرضروری برای سنتز گلوبین در افزایش Vo_{2max} نقش بارزی ایفا می‌کند (۳۱). افزایش اکسیژن رسانی بیشتر توسط عوامل انتقال دهنده ی اکسیژن بوسیله اسپیرولینا در تمرینات ورزشی باعث تشدید اثر فعالیت بر افزایش Vo_{2max} می‌شود. بنابر این استفاده از مکمل اسپیرولینا و تمرین تناوبی شدید به صورت همزمان تأثیر بیشتری بر توان بیشینه هوازی دارد.

علاوه بر این نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۸ هفته HIIT - دارونما، HIIT - اسپیرولینا و اسپیرولینا بر شاخص توده بدنی، نسبت محیط دور کمر به لگن، توده بدون چربی و درصد چربی زنان دارای اضافه وزن، به طور معنی‌داری مؤثر بوده و سبب کاهش شاخص توده بدنی، نسبت محیط دور کمر به لگن، درصد چربی و افزایش توده بدون چربی در سه گروه شده است، همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که میانگین تعدیل شده نمرات پس آزمون درصد چربی در گروه HIIT - دارونما به طور معنی‌داری پایین تر از گروه اسپیرولینا می‌باشد. اما HIIT و اسپیرولینا به طور

کنترل انسولین توسط اسپیرولینا سبب تسریع روند کاهش وزن می‌شود. بنابراین استفاده از تمرین تناوبی شدید و مکمل به صورت همزمان تاثیر بیشتری بر ترکیب بدن و کاهش وزن افراد دارد.

نتیجه گیری

در این پژوهش اثر یک دوره ۸ هفته ای تمرین تناوبی شدید و مکمل دهی اسپیرولینا بر سیستم ایمنی هومورال، آمادگی قلبی، تنفسی و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن، مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های مطالعه حاضر بر سودمندی روش تمرین تناوبی شدید و مکمل دهی اسپیرولینا به طور همزمان در ایجاد تغییرات مطلوب بر شاخص توده بدنی، نسبت محیط دور کمر به لگن، توان بیشینه هوازی ایمنوگلوبولین A سرمی، ایمنوگلوبولین G سرمی، توده بدون چربی و درصد چربی تأکید دارد.

ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه اصفهان با شناسه (کد اخلاقی [IR. UI. REC. 1397. 145](#) به ثبت رسیده است.

پیام مقاله

با اجرای تمرینات تناوبی شدید و همچنین مصرف اسپیرولینا می‌توان نه تنها به کاهش وزن بلکه به تقویت سیستم ایمنی زنان جوان دارای اضافه وزن کمک کرد.

به عضلات فعال بدن می‌شود، و به عقیده ی بسیاری از پژوهشگران، موجب کاهش چربی بدن، کاهش WHR و بهبود ترکیب بدن می‌شود (۳۴). پژوهش‌های یوسفی و همکاران (۳۵)(۱۳۹۷)، زالینسکا و همکاران (۳۶)(۲۰۱۷) نشان داد که مکمل اسپیرولینا سبب کاهش وزن و بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی شده است، که با تحقیق حاضر همخوانی دارد. در مطالعات بالینی، دلایل مختلفی برای مکانیسم کاهش وزن از طریق مصرف اسپیرولینا بیان شده است که مهمترین آن‌ها: تأمین کمبودهای تغذیه ای و اضافه کردن گامالینولنیک اسید به رژیم غذایی است. اسپیرولینا منبع فوق العاده ای برای کربوهیدرات و مواد مغذی مورد نیاز بدن است. گاما لینولنیک اسید موجود در اسپیرولینا نیز به تنظیم قند خون و کنترل انسولین کمک می‌کند (۳۷). پژوهش مازوکوپاکیز و همکاران (۳۸)(۲۰۱۳) که به بررسی تأثیر مکمل اسپیرولینا بر هیپولیپیدمی پرداخت، نشان داد که مکمل اسپیرولینا سبب تغییر معنی‌داری در وزن بدن نشده است (۳۸)، که با تحقیق حاضر مغایرت دارد. عوامل احتمالی تفاوت نتایج با پژوهش حاضر را می‌توان، مقدار دوز مصرفی ۱ گرم اسپیرولینا و افراد نمونه که، شامل مردان و زنان بالای ۴۰ سال می‌شد، بیان کرد (۳۸). افزایش اکسیداسیون چربی توسط تمرین تناوبی شدید، و تنظیم قند خون و

منابع

1. Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC, Zanchi NE, Gualano B, Martins E, Caperuto EC, Seelaender M. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetology & metabolic syndrome*. 2010;2(1):1-6.
2. Sarraf P, Mohammadbeigi A, Mohammadsalehi N, Kheirollahi F, Aligol M. Investigation of Abdominal and General Obesity and Its Related Factors in students of Qom City, 2015, Iran. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2017;11(2):66-76.
3. Kim H-J, Lee H-J, So B, Son JS, Yoon D, Song W. Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. *Physiological research*. 2016;65(2):271.
4. Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E, Armamento-Villareal R, Qualls C. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *New England Journal of Medicine*. 2017;376(20):1943-55.
5. 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):1077-84.
6. Ribeiro RL, Silva J, Dantas MGB, Menezes ES, Arruda ACP, Schwingel PA. High-intensity interval training applied in Brazilian Jiu-jitsu is more effective to improve athletic performance and body composition. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*. 2015;6(1):1-5.
7. Shirvani H, Ghahreman Tabrizi K, Sobhani V. Effects of high intensity intermittent exercise on serum Immunoglobulin's and Complement system response in youth soccer players. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2013;20(3):233-43.
8. Rahimi R, Ghaderi M, Mirzaei B, Ghaeni S, Faraji H, Vatani DS, Rahmani-Nia F. Effects of very short rest periods on immunoglobulin A and cortisol responses to resistance exercise in men. 2010. 9(3):79-95.
9. Shamsipour S. Effects of eight weeks of regular exercise in the morning serum factors of immune systems and cortisol levels in women. *Navid No*. 2016;19(62):8-15. doi: 10.22038/nmj.2016.7373.
10. Zwetsloot KA, John CS, Lawrence MM, Battista RA, Shanely RA. High-intensity interval training induces a modest systemic inflammatory response in active, young men. *Journal of inflammation research*. 2014;7:9.
11. Metwally NS, Maghraby AS, Farrag EK, Abd El Baky HH, Farrag ARH, Foda DS, Rawi SM. Efficiency of the algae spirulina platensis as antidiabetic agent. *World Journal of Pharmaceutical Research: Research Article*. 2015;4(11).
12. 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.
13. Ramirez-Zea M, Torun B, Martorell R, Stein AD. Anthropometric predictors of body fat as measured by hydrostatic weighing in Guatemalan adults. *The American journal of clinical nutrition*. 2006;83(4):795-802.
 14. St Clair Gibson A, Broomhead S, Lambert M, Hawley J. Prediction of maximal oxygen uptake from a 20-m shuttle run as measured directly in runners and squash players. *Journal of Sports Sciences*. 1998;16(4):331-5.
 15. Bahram ME, Mogharnasi M. The Effect of Twelve weeks High Intensity Training Interval (HIIT) on Leptin Levels and Obesity Dependent Factors among Female Students Suffering Overweight. *Journal of Sport Biosciences*. 2015;6(4):451-65. doi: 10.22059/jsb.2015.53220.
 16. Glaister M, Hauck H, Abraham CS, Merry KL, Beaver D, Woods B, McInnes G. Familiarization, reliability, and comparability of a 40-m maximal shuttle run test. *Journal of sports science & medicine*. 2009;8(1):77.
 17. Kalafati M, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Paschalis V, Theodorou AA, Sakellariou GK, Koutedakis Y, Kouretas D. Ergogenic and antioxidant effects of spirulina supplementation in humans. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(1):142-51.
 18. Nemoto-Kawamura C, Hirahashi T, Nagai T, YAMADA H, KATOH T, HAYASHI O. Phycocyanin enhances secretory IgA antibody response and suppresses allergic IgE antibody response in mice immunized with antigen-entrapped biodegradable microparticles. *Journal of nutritional science and vitaminology*. 2004;50(2):129-36.
 19. Balachandran P, Pugh ND, Ma G, Pasco DS. Toll-like receptor 2-dependent activation of monocytes by Spirulina polysaccharide and its immune enhancing action in mice. *International Immunopharmacology*. 2006;6(12):1808-14.
 20. Shima A. Ameliorative potential of Spirulina platensis against lead acetate induced immuno-suppression and kidney apoptosis in rats. *Ann Clin Pathol*. 2017;5(5):1120.
 21. Park H-J, Lee H-S. The influence of obesity on the effects of spirulina supplementation in the human metabolic response of Korean elderly. *Nutrition Research and Practice*. 2016;10(4):418-23.
 22. Chu W-L, Van Quynh L, Radhakrishnan AK. Effect of Spirulina (Arthrospira) supplementation on the immune response to tetanus toxoid vaccination in a mouse model. *Journal of Dietary Supplements*. 2013;10(3):229-40.
 23. Jahani Ghaeh Ghashlagh G, Abcar A, Haydari H. The Effect of High-Intensity Intermittent Training (HIIT) and Consumption of Probiotic Supplement on Immune Cells, C – reactive Protein, and IgA in Young Football Player. *Qom Univ Med Sci J*. 2016;10(8):36-46.

24. Onuegbu JA, Usman SO, Meludu SC, Olisekodiaka JM. Effect of moderate and vigorous physical exercises on serum immunoglobulins G and M of healthy male individuals in Anambra State. *Int J Clin Trials*. 2015;2(2):47-50.
25. Karampour S, Valizadeh R, Derakhshan Nejad M, Hedayatmanesh Z. Comparison of Immunoglobulins (IgA, IgG, IgM) and Cortisol Serum Response Following Resistance and High Intensity Interval Exercises. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2017;16(1):13-23. doi: 10.22118/jsmj.2017.46256.
26. Martins C, Kazakova I, Ludviksen M, Mehus I, Wisloff U, Kulseng B, Morgan L, King N. High-intensity interval training and isocaloric moderate-intensity continuous training result in similar improvements in body composition and fitness in obese individuals. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2016;26(3):197-204.
27. Lee C-L, Hsu W-C, Cheng C-F. Physiological Adaptations to Sprint Interval Training with Matched Exercise Volume. *Medicine and science in sports and exercise*. 2017;49(1):86-95.
28. Serna VHA, Vélez EFA, Arias RDG, Feito Y. Effects of a high-intensity interval training program versus a moderate-intensity continuous training program on maximal oxygen uptake and blood pressure in healthy adults: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2016;17(1):1-7.
29. Afzalpour ME, Khiyabani S, Abtahi Eivari SH, Nayebifar S. Effects of high intensity interval training and ginger supplement on some antioxidant markers, cardio-respiratory fitness and body mass index in overweight women. *Koomesh*. 2017;19(3):703-11.
30. Hernández-Lepe MA, López-Díaz JA, de la Rosa LA, Hernández-Torres RP, Wall-Medrano A, Juárez-Oropeza MA, Pedraza-Chaverri J, Urquidez-Romero R, Ramos-Jiménez A. Double-blind randomised controlled trial of the independent and synergistic effect of *Spirulina maxima* with exercise (ISESE) on general fitness, lipid profile and redox status in overweight and obese subjects: Study protocol. *BMJ open*. 2017;7(6):e013744.
31. Ahmadian T TA. The effect of 6-Week aerobic exercises with the spirulina supplementation consumption on aerobic performance in non-athletic girls. 2. 2016;8(15):37-43.
32. Herget S, Reichardt S, Grimm A, Petroff D, Käßplinger J, Haase M, Markert J, Blüher S. High-intensity interval training for overweight adolescents: Program acceptance of a media supported intervention and changes in body composition. *International journal of environmental research and public health*. 2016;13(11):1099.
33. Blüher S, Käßplinger J, Herget S, Reichardt S, Böttcher Y, Grimm A, Kratzsch J, Petroff D. Cardiometabolic risk markers, adipocyte fatty acid binding protein (aFABP) and the impact of high-intensity interval training (HIIT) in obese adolescents. *Metabolism*. 2017;68:77-87.

34. Bahram ME, Pourvagher MJ. The Effect of 12 Weeks of High-Intensity Interval Training (HIIT) on Homocysteine and CRP Cardiovascular Risk Factors and Body Composition in Overweight Men. *Journal of Fasa University of Medical Sciences*. 2016;6(3):334-42.
35. Yousefi R, Saidpour A, Mottaghi A. Effects of Combined Administration of Weight Reducing Diet and SPIRULINA Platensis on Anthropometric Measures and Glycemic Markers in Obese and Overweight Subjects: A Randomized, Double-blinded, Placebo-controlled Clinical Trial. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2018;20(1):10-21.
36. Szulinska M, Gibas-Dorna M, Miller-Kasprzak E, Suliburska J, Miczke A, Walczak-Gałezewska M, Stelmach-Mardas M, Walkowiak J, Bogdanski P. 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.
37. Adams M. Superfoods for optimum health: chlorella and spirulina. All information contained in this book is copyright. 2005;2006(2007):2008.
38. Mazokopakis EE, Starakis IK, Papadomanolaki MG, Mavroeidi NG, Ganotakis ES. The hypolipidaemic effects of Spirulina (*Arthrospira platensis*) supplementation in a Cretan population: a prospective study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014;94(3):432-7.



Metabolism and Exercise
A bioannual journal

Vol 10, Number 2, 2020



Effect of 8 weeks high intensity interval training and spirulina supplementation on humoral immune system and body composition in overweight women

Eyni Gandomani E¹, Reisi J²

Received: 25/8/2020

Accepted: 5/2/2021

Published: 1/8/2022

Abstract

Aim: The purpose of this study was to investigate the effect of eight weeks high intensity interval training and spirulina supplementation on humoral immune system, cardio respiratory fitness and body composition of overweight women.

Method: 30 inactive students (height (cm): 161.7 ± 2.8 , weight (kg): 75.76 ± 8.43 , age(y): 25.06 ± 6.66) were divided into three groups (placebo - HIIT, spirulina - HIIT, spirulina). Exercise groups performed HIIT for 8 weeks (3 sessions per week with 4-7 repetitions in each session (30 second run, 30 second walking) in intensity of 90% of the maximum heart rate). Supplementation groups received 6 g spirulina powder per day. Fasting blood samples were collected before and after 8 weeks to determine the levels of IgA and IgG.

Results: A significant reduction was observed in BMI, WHR, body fat percentage and significant increase in body fat free mass, VO₂max, IgA in all three groups. There was a significant elevation in IgG level in the placebo - HIIT and spirulina - HIIT (P=0.001) groups. However, there was no significant difference in IgG levels between the pre and post supplement consumption in the spirulina group (P=0.07).

Conclusion: In general, the results of this study showed that 8 weeks of HIIT and supplementation of spirulina increase the function of the immune system and respiratory cardiovascular fitness. Also, 8 weeks of HIIT and spirulina supplementation cause of weight loss and increase fitness by decreasing BMI, WHR, body fat percentage and increase body fat free mass in women.

Keywords: Overweight, High intensity interval training, Spirulina, Humoral immune system

1. MSc Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, University of Isfahan

2. Assistant Professor, Exercise Physiology Department, University of Isfahan.

*Email: j.reisi@spr.ui.ac.ir