



Original Article

Effect of *Spirulina platensis* green-blue algae consumption, and circuit resistance training (CRT) on lipid profile in overweight and obese middle-aged men

Karim Dehghani^{ID1}, Mehdi Mogharnasi^{ID1*}, Marziyeh Saghebjoo^{ID1}, Mohammad Malekaneh^{ID2}, Hadi Sarir^{ID3}

ABSTRACT

Background and Aims: Researchers have recently considered the impact of herbal supplements combined with exercise on weight control. This study aimed to investigate the effect of *Spirulina platensis* green-blue algae consumption, and circuit resistance training (CRT) on lipid profile in overweight and obese middle-aged men.

Materials and Methods: This was a single-blind, quasi-experimental, and applied study. The study population included 60 overweight and obese men in the age range of 30-55 years with a body mass index of more than 25 (kg/m^2). The participants were purposefully selected and randomly divided into four groups of training plus spirulina (N=15); training plus placebo; spirulina; and Placebo. The intervention and placebo groups took two 500 mg spirulina capsules, and placebo capsules daily for eight weeks, respectively. The CRT was performed for eight weeks and three sessions per week based on a flexible timing pattern, with the observation of the principle of overload with rest intervals between stations and sets.

Results: There was a significant difference between the study groups in terms of the levels of triglyceride (TG), high-density lipoprotein (HDL) of the participants ($P<0.05$). Moreover, in the intra-group investigation, there was a significant reduction in the values of low-density lipoprotein (LDL), and triglyceride (TG), in the groups of training plus spirulina and training plus placebo, cholesterol (TC), and (Aspartate aminotransferase) AST in the groups of training plus spirulina had a significant decrease, Moreover, a significant increase was observed in the levels of HDL and alanine aminotransferase (ALT) in the group of training plus spirulina.

Conclusion: It seems that the consumption of *Spirulina platensis* green-blue algae combined with CRT can be effective in controlling weight and obesity and preventing obesity-related diseases through the improvement of some indices of metabolic profile and body composition.

Keywords: Alanine aminotransferase, Aspartate aminotransferase, Circuit resistance training, Overweight and obesity, Spirulina



Citation: Dehghani K, Mogharnasi M, Saghebjoo 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]. J Birjand Univ Med Sci. 2021; 28(3): 248-259. [Persian]

DOI <http://doi.org/10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103>

Received: May 9, 2021

Accepted: September 14, 2021

¹ Department of Exercise Physiology (Biochemistry and Metabolism), Faculty of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

² Department of Clinical Biochemistry, School of Medicine, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran

³ Department of Animal Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

***Corresponding author:** Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

Tel: +989153412696

E-mail: mogharnasi@birjand.ac.ir

اثر مصرف جلبک سبز-آبی اسپیرولینا (*Spirulina Platensis*) و تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر پروفایل لیپیدی در مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق

کریم دهقانی^۱, مهدی مقرنسی^{۱*}, مرضیه ثاقب جو^۲, محمد ملکانه^۳, هادی سریر^۳

چکیده

زمینه و هدف: مکمل‌های گیاهی توانم با تمرینات ورزشی اخیر برای کنترل وزن مورد توجه محققان گرفته است. هدف از این مطالعه اثر مصرف جلبک سبز-آبی اسپیرولینا و تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر پروفایل لیپیدی در مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق بود.

روش تحقیق: مطالعه حاضر تک سو کور و از نوع نیمه تجربی و کاربردی بود. به همین منظور ۶۰ مرد دارای اضافه وزن و چاق با شاخص توده بدن بیشتر از ۲۵ (کیلوگرم بر متر مربع) و با دامنه سنی ۳۰ تا ۵۵ سال به صورت هدفمند انتخاب و به روش تصادفی ساده در چهار گروه ۱۵ نفری (تمرین+اسپیرولینا، تمرین+دارونما، اسپیرولینا و دارونما) تقسیم شدند. گروه مداخله و دارونما به ترتیب به مدت هشت هفته روزانه دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیرولینا و دارونما مصرف نمودند. تمرینات مقاومتی دایره‌ای به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه بر اساس رعایت یک الگوی زمان بندی منعطف و اصل اضافه بار با فواصل استراحتی بین ایستگاه‌ها و سط‌ها اجرا شد.

یافه‌ها: مقادیر تری گلیسیرید، لیپوپروتئین پرچگال آزمودنی‌ها بین گروه‌های تحقیق تفاوت معنی‌داری را نشان دادند ($P<0.05$). همچنین در بررسی درون گروهی مقادیر اسپارتات آمینو ترانسفراز، کلسترول در گروه‌های تمرین + اسپیرولینا و لیپوپروتئین کم‌چگال، تری گلیسیرید در گروه تمرین + اسپیرولینا و تمرین + دارونما کاهش معنی‌داری داشته؛ اما مقادیر لیپوپروتئین پرچگال، آلانین آمینو ترانسفراز در گروه تمرین + اسپیرولینا افزایش معنی‌داری داشت ($P<0.05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد جلبک سبز-آبی (اسپیرولینا) توانم با تمرینات مقاومتی دایره‌ای با بهبود برخی شاخص‌های نیمرخ متابولیکی می‌تواند در کنترل وزن و چاقی مؤثر باشد و باعث پیشگیری از بیماری‌های مرتبط یا چاقی شود.

واژه‌های کلیدی: آلانین آمینو ترانسفراز، اسپارتات آمینو ترانسفراز، تمرینات مقاومتی دایره‌ای، اضافه وزن و چاقی، اسپیرولینا

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۴۰۰:۲۸(۳):۲۴۸-۲۵۹.

دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۹ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۳

^۱ گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

^۲ گروه بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

^۳ گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

*نویسنده مسئول: گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

آدرس: بیرجند- دانشگاه بیرجند- دانشکده علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۱۵۳۴۱۲۶۹۶-۰۹۰۵۶۳۲۰۲۲۴۰ نامبر: mogharnasi@birjand.ac.ir پست الکترونیکی:

مقدمه

معنی‌داری سطوح آنزیمه‌های آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز را مشاهده کردند؛ اما مقدار سطوح گلوکز ناشتا، تری‌گلیسیرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین کم چگال تغییر معنی‌داری نداشت (۸). امروزه استفاده از مکمل‌های گیاهی توأم با تمرینات ورزشی مورد توجه محققان قرار گرفته است. امروزه در دنیا از جلبک سبز-آبی اسپیرولینا به عنوان یک مکمل غذایی غنی مطرح است حاوی ویتامین‌های بتا کاروتون، E، بروتئین‌های با ارزش بالا، مواد معدنی و اسید گاما لینوئلیک است (۹). بررسی‌ها نشان داده است که مکمل اسپیرولینا در متابولیسم لیپیدها و گلوکز خون نقش دارد (۱۰). مکانیسم عمل اسپیرولینا به این صورت است که قند موجود در آن با دخالت حداقل میزان انسولین جذب می‌شود و همچنین تمایل انسان را به غذا خوردن کم می‌نماید و با کمترین فشار به پانکراس جذب می‌شود و نیز موجب کاهش وزن بدن می‌شود که این در افراد مبتلا به بیماری دیابت و چاق حائز اهمیت است (۱۱). همچنین به علت این که فاقد دیواره سلولی است به آسانی جذب بدن می‌شود (۱۲). تحقیقات محدودی به بررسی همزمان تمرینات ورزشی با مصرف مکمل اسپیرولینا پرداخته‌اند. دهقانی و همکاران متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای توأم با مصرف اسپیرولینا در مردان دارای اضافه وزن و چاق افزایش معنی‌داری سطوح آبریزین را مشاهده کردند (۱۳). گلستانی و همکاران متعاقب چهار هفته تمرین تنایوبی با شدت بالا توأم با مصرف مکمل اسپیرولینا افزایش معنی‌داری سطوح نسفاتین^۱ و امتنین^۲-۱ را یافتند (۱۴). همچنین این شیوه تمرینات مقاومتی یک استراتژی مؤثر برای کاهش چربی احشایی، افزایش قدرت و توده عضلانی شناخته شده است و از جمله راه‌های کاهش وزن و چاقی می‌باشد (۱۵)، لذا با توجه به شیوه اضافه وزن و چاقی و تمایل مردم به سمت مکمل‌های طبیعی، بدون ماده افزودنی و به خصوص مکمل‌های گیاهی و همچنین نتایج ضد و نقیض در مطالعات متعدد، این تحقیق با هدف بررسی اثر مصرف جلبک سبز-آبی اسپیرولینا و تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر پروفایل لیپیدی در مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق انجام شد.

چاقی نتیجه افزایش بافت چربی اضافی و عدم تعادل بین غذای دریافتی و انرژی مصرفی می‌باشد و به عنوان یک ایدمی توسط سازمان بهداشت جهانی شناخته شده است (۱). بافت چرب نقش‌های مهم و اساسی در ذخیره و آزاد سازی تری‌گلیسیرید دارد و نیز پروتئین‌های زیادی را از خود مترشح می‌نماید که در سوخت و ساز کلسترول، عملکرد فعالیت انسولین، سیستم ایمنی بدن و تغذیه نقش ایفا می‌کند (۲). فعالیت بدنی باعث می‌شود خطر بیماری‌های قلبی-عروقی و عواملی نظیر کلسترول تام، تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین خیلی کم چگال، عامل خطر بیماری‌های قلبی^۳ و درصد چربی زیر پوستی^۴ کاهش یابد و از طرف دیگر، فعالیت بدنی باعث می‌شود عامل محافظه قلب - عروق یعنی لیپوپروتئین پرچگال افزایش یابد (۳). در تحقیق جهانیگ و همکاران پس از هشت هفته تمرین ترکیبی و مصرف مکمل سبز^۵ در پسران غیرفعال تری‌گلیسیرید کاهش معنی‌داری داشته و اما آدیپونکتین و لیپوپروتئین پرچگال افزایش معنی‌داری داشت (۴). افراد دارای اضافه وزن و چاق عمدهاً به بیماری‌های قلب و عروق، دیابت و کبد چرب و.. مبتلا می‌شوند (۵). آسپارتات آمینوترانسفراز^۶ و آلانین آمینوترانسفراز^۷ دو آنزیمی است که در پیامد اضافه وزن و چاقی مورد توجه قرار می‌گیرد و در بیشتر این افراد آلانین آمینوترانسفراز بیشتر از آسپارتات آمینوترانسفراز گزارش شده است (۵). گزارش شده کاهش غلظت تری‌گلیسیرید، کلسترول، لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم چگال با کاهش غلظت پلاسمایی آنزیم آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز همراه است (۶). نژاد سلیم و همکاران پس از هشت هفته تمرین مقاومتی در مردان دارای اضافه وزن کاهش معنی‌داری در سطوح سرمی آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز مشاهده کردند (۷). همچنین ایزدی قهقرخی و همکاران پس از ۱۰ هفته تمرین هوایی به همراه مصرف مکمل چای سبز افزایش معنی‌داری لیپوپروتئین پرچگال و کاهش

¹ Risk Factor(RF)

² Percent of Body fat (BFP)

³ Allium Sativum

⁴ Aspartate aminotransferase (ALT)

⁵ Alanine aminotransferase (AST)

شده در پرسشنامه با استفاده هرم راهنمای مواد غذایی وزارت جهاد کشاورزی ایالات متحده آمریکا^۳ (USDA) مشخص شد. میانگین انرژی دریافتی درشت مغذی‌ها (کربوهیدرات، چربی، پروتئین) به صورت هفتگی با نرم افزار تقدیمه^۴ N4 تحلیل شد.

برنامه تمرين

برنامه تمرينی بر اساس طراحی نیک سرشت و همکاران،^(۱۹) و طبق مدل پیشنهادی فلک (۲۰) در فضای سپرپوشیده و در دمای (۲۰-۲۴) درجه سانتیگراد هفته‌ای سه جلسه، به مدت هشت هفته هر جلسه ۹۰ دقیقه در نوبت عصر انجام شد. هر حرکت در بخش خیلی سبک (۲۰ تکرار، یک نوبت و ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه)، بخش سبک (۱۵ تکرار، دو نوبت و ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه)، بخش متوسط (۱۰ تکرار، سه نوبت و ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه) و بخش سنگین (یک تکرار، سه نوبت و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه) بود. درصد یک تکرار بیشینه طبق فرمول برزیسکی^(۲۱) به مدت هشت هفته (هر دو هفته یک بار) در اولین جلسه تمرين محاسبه و آزمودنی‌ها برنامه تمرين را طبق درصد یک تکرار بیشینه جدید اجرا نمودند (جدول ۱ و ۲). محتوای تمرينات مقاومتی در اين تحقیق، در ۱۲ ايستگاه و ۱۲ حرکت به ترتیب شامل: پرس پا، پرس سینه، پرس سینه شیبدار، پارویی نشسته، لیفت مرده، شکم با زانوی خمیده، کشش از بالا، بلند شدن روی پنجه پا، پشت ران، پرس شانه، کشش هالترا تا چانه، جلو بازو با هالترا بود که با رعایت اصل اضافه بار با فواصل استراحتی بین ستها و ايستگاهها به ترتیب ۱، ۲-۱ و ۵-۳ دقیقه به ترتیب برای شدت‌های خیلی سبک، سبک و متوسط، سنگین انجام شد.

((۱۰۰۲۷۸×۰۰۲۷۸)/۱۰۰۲۷۸)) وزن جا به جا شده (کیلوگرم)= یک تکرار بیشینه

روش تحقیق

روش اجرای این تحقیق نیمه تجربی، کاربردی و به صورت یک سورکور، بود. نداشتن بیماری‌هایی از جمله: دیابت، سلطان، قلبی-عروقی، صرع، هورمونی، عدم مصرف داروهای گیاهی به عنوان مداخله و شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۵ (کیلو گرم بر مترمربع) به عنوان معیار ورود در نظر گرفته شده بود و این موارد با پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی و سابقه پزشکی^(۱) (PAR-Q) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین آسیب دیدگی و عدم حضور در تمرينات به عنوان معیارهای خروج یا عدم ورود بود. به همین منظور ۶۰ نفر (۱۶) دارای اضافه وزن و چاق (BMI>25) به صورت هدفمند از بین ۱۹۴ نفر ثبت نام شده که طبق فراخوان نامنویسی شده بودند انتخاب شدند و در چهار گروه ۱۵ نفری تمرين + اسپیروولینا، تمرين+دارونما، اسپیروولینا، دارونما به روش تصادفی ساده (با جایگزین) قرار گرفتند. سپس به آزمودنی‌ها اطلاع رسانی لازم در خصوص مکان، زمان، شیوه اجرای تمرينات نحوه مصرف مکمل اسپیروولینا توسط محقق انجام شد و آزمودنی‌ها رضایت خود را برای حضور در این تحقیق کاملاً آگاهانه اعلام نمودند.

صرف مکمل اسپیروولینا و کنترل رژیم غذایی

آزمودنی‌های گروههای تمرين + اسپیروولینا، اسپیروولینا به مدت هشت هفته روزانه دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیروولینا را در دو نوبت صبح و عصر مصرف نمودند^(۱۷). همچنین گروههای تمرين + دارونما، دارونما کپسول دارونما (محتوى ناشاسته) ۵۰۰ میلی‌گرمی با وزن، ظاهر و بسته کاملاً شبیه با کپسول‌های اسپیروولینا دریافت کردند. مکمل اسپیروولینا از شرکت دانش بنیان ریحان نقش جهان شهرستان اصفهان با مجوز ثبت فرآورده (IRC908021898759013) و کپسول دارونما از شرکت نادر شهر اصفهان تهیه گردید. رژیم غذایی آزمودنی‌ها به وسیله پرسشنامه بسامد خوارک^۵ (FFQ) ارزیابی شد^(۱۸). این پرسشنامه هفتگاهی یک بار هر هفته توسطه آزمودنی‌ها تکمیل می‌شد و اطلاعات دریافتی یادداشت می‌شد. کدهای مواد غذایی مصرفی ذکر

¹ Physical Activity Readiness Questionnaire

² Food Frequency questionnaire

³ United States Department of Agriculture

⁴ Nutritionist4

تحلیل آماری

برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک، برای بررسی تفاوت بین گروه‌های مختلف با محاسبه تفاوت پیش و پس آزمون از روش آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA)، آزمون تعقیبی LSD و برای تغییرات درون گروهی از آزمون t همبسته در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ استفاده شد. تمامی مراحل با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شد.

جدول ۱- ترتیب جلسات در برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای

۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	هفته
H	VL	L	M	VL	M	L	L	جلسه اول
VL	M	M	M	H	H	VL	M	جلسه دوم
M	L	H	L	L	L	H	L	جلسه سوم
(H) ستگین	(M) متوسط	(L) سبک	(VL) خیلی سبک					

سنجهش بیوشیمیایی

نمونه‌گیری در دو نوبت پیش آزمون و ۴۸ ساعت پس از پایان جلسه تمرین با رعایت ۱۲ ساعت به حالت ناشتاپی به میزان ۱۰ میلی‌لیتر بین ساعت ۷ تا ۱۰ صبح توسط کارشناس علوم آزمایشگاهی با بستن شریان بند از سیاهرگ آنتی کوپیتال بازویی سمت چپ گرفته شد و به منظور جلوگیری از لخته شدن در لوله‌های CBC از ماده ضد انقداد (EDTA) استفاده شد. نمونه خونی در هر دو نوبت (پیش آزمون و پس آزمون) فوراً با دستگاه سانتریفیوژ Hettieh Rotofix32A مدل ساخت کشور آلمان سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه و دمای محیط) شد و پلاسمای جدا شد و در میکروتیوب‌های مجزا در دمای -۸۰- فریز و نگهداری شد. آزمودنی‌ها ۲۴ ساعت بعد از نمونه‌گیری اولیه طبق برنامه تمرین به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته تمرینات را زیر نظر محقق و مریبان متخصص اجرا نمودند (جدول ۲). به منظور اندازه‌گیری مقدار لیپوپروتئین کم چگال، کلسترول، تری گلیسرید، لیپوپروتئین پرچگال، آسپارات ترانس آمیناز، آلانین آمینوترانسفراز از دستگاه selectr و prestige 24 ساخت کشور آلمان استفاده شد.

ملاحظات اخلاقی

این تحقیق پس از اخذ مجوز کمیته اخلاقی از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی بیرجند به شماره IR.BUMS.REC.1398.046 در تاریخ ۱۳۹۸/۲/۹ انجام شد. به منظور رعایت اصول اخلاقی قبل از اجرای تحقیق از تمامی آزمودنی‌ها رضایت آگاهانه گردید و همچنین طبق اصول اخلاقی و بیانیه هلیسنسکی و انجمن روانشناسی آمریکا^۱ تمامی شرایط از جمله، تغییر رویکرد در موقع خطرناک، دادن اطلاعات به آزمودنی‌ها از خطرات روانی، تصمیم منسجم در یافته‌ها و به دور از فربیکاری، پذیرفتن مسؤولیت تحقیق توسط محقق، ترک محل اجرای تحقیق توسط آزمودنی‌ها در صورت عدم تمایل به ادامه حضور و استفاده از اطلاعات به دست با اجازه شخصی آن‌ها در جهت اجرای این تحقیق و در اختیار قرار دادن نتایج به آزمودنی‌ها لحاظ گردید.

¹ Ethylenediaminetetra-acetic Acid

² American Psychological Association

جدول ۲- برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای به ترتیب سنت، تکرار و درصد مقاومت

حرکات	شدت حرکات											
	سنگین			متوسط			سبک			خیلی سبک		
فقط آزمون	آزمون	درصد	فقط آزمون	آزمون	درصد	فقط آزمون	آزمون	درصد	فقط آزمون	آزمون	درصد	
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	پرس پا
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	پرس سینه
-	-	-	-	-	-	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	پرس سینه شیب دار
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	پارویی نشسته
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	لیفت مرده
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	شکم با زانوی خمیده
-	-	-	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	کشش از بالا
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	بلند شدن روی پنجه پا
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	پشت ران
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	پرس شانه
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	کشش هالتر تا چانه
۹۰	۴	۳	۷۵	۱۰	۳	۶۰	۱۵	۲	۴۰	۲۰	۱	جلوبازو با هالتر

یافته‌ها

قبل و بعد از مداخله در چهار گروه مورد مطالعه در جدول ۴ آمده است. در مقایسه بین گروهی مقادیر تری‌گلیسیرید بین گروه‌های تمرین + اسپیروولینا و اسپیروولینا، تمرین + اسپیروولینا و دارونما و تمرین + دارونما و دارونما مقادیر لیپوپروتئین پرچگال بین گروه‌های تمرین + دارونما + دارونما و دارونما تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۵) و ($P<0.05$). همچنین در بررسی درون گروهی طبق آزمون T همبسته مقادیر اسپارتات آمینو ترانسفراز و کلسترول در گروه‌های تمرین + اسپیروولینا، سطوح تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین کم چگال در گروه تمرین + اسپیروولینا و تمرین + دارونما کاهش معنی‌داری را نشان داد؛ اما مقادیر لیپوپروتئین پرچگال، آلانین آمینو ترانسفراز در گروه تمرین + اسپیروولینا افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۴). در گروه دارونما مقادیر تری‌گلیسیرید، کلسترول، لیپوپروتئین پرچگال، لیپوپروتئین کم چگال، آلانین آمینو ترانسفراز، اسپارتات آمینو ترانسفراز تغییر معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0.05$).

میانگین سن (سال) و قد (متر) آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرین + اسپیروولینا، تمرین + دارونما، اسپیروولینا و دارونما در جدول ۴ ذکر شده است. طبق آزمون آنالیز واریانس یک طرفه متغیرهای تحقیق لیپوپروتئین پرچگال ($P=0.53$)، لیپوپروتئین کم چگال ($P=0.62$)، آلانین آمینو ترانسفراز ($P=0.99$) و کلسترول ($P=0.93$) اسپارتات آمینو ترانسفراز ($P=0.82$) و تری‌گلیسیرید ($P=0.99$) در مرحله پیش آزمون تفاوت معنی‌داری نداشتند. اطلاعات جمع آوری شده با پرسشنامه بسامد خوارک (FFQ) به وسیله نرم افزار N4 تحلیل شد و میانگین و انحراف معیار میزان درشت مغذی‌ها (کربوهیدرات، پروتئین و چربی) به صورت هفتگی در گروه‌های تحقیق محاسبه شد. طبق آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مقادیر (کربوهیدرات، پروتئین و چربی) دریافتی هفتگی بین گروه‌های تحقیق تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>0.05$) (جدول ۳). میانگین، انحراف معیار و تغییرات درون گروهی و بین گروهی شاخص‌های توصیفی متغیرها

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار مقادیر دریافتی کربوهیدرات، پروتئین و چربی هفتگی در گروه‌های مختلف تحقیق

متغیر	گروه	تمرین + اسپیرولینا				
		P بین گروهی	دارونما	اسپیرولینا	تمرین + دارونما	تمرین + اسپیرولینا
متغیر	گروه		انحراف استاندارد ± میانگین			
کربوهیدرات	کربوهیدرات	۰/۷۷	۵۶/۲۶ ± ۲/۴۵	۵۶/۶۱ ± ۲/۱۲	۵۶/۴۴ ± ۰/۹۸	۵۵/۷۸ ± ۱/۹۲
پروتئین	پروتئین	۰/۵۸	۱۷/۸۵ ± ۱/۰۰	۱۷/۶۵ ± ۰/۶۶	۱۷/۷۹ ± ۰/۷۷	۱۷/۴۸ ± ۰/۶۰
چربی	چربی	۰/۸۸	۲۵/۸۸ ± ۲/۸۵	۲۵/۷۵ ± ۲/۸۵	۲۵/۷۵ ± ۱/۰۰	۲۶/۷۳۲ ± ۰/۹۸

جدول ۴- تغییرات متغیرهای تحقیق در گروه‌های مختلف

متغیر	آماره	تمرین + اسپیرولینا				
		P بین گروهی	دارونما	اسپیرولینا	تمرین + دارونما	تمرین + اسپیرولینا
سن (سال)	-	-	۳۵/۴۰ ± ۸/۲۱	۳۹/۳۳ ± ۱۰/۹۶	۳۷/۰/۶ ± ۶/۴۴	۳۶/۰/۰ ± ۶/۱۹
تری گلیسیرید	پیش آزمون	* . / . ۱	۱۸۵/۲۰ ± ۳۱/۷۵	۱۷۹/۴۰ ± ۴۳/۸۴	۱۸۴/۱۳ ± ۳۱/۹۶	۱۸۱/۴۶ ± ۵۴/۴۷
(میلی گرم بر دسی لیتر)	پس آزمون		۱۸۰/۶۰ ± ۳۰/۷۸	۱۶۵/۹۳ ± ۴۷/۹۴	۱۶۴/۲۰ ± ۳۱/۰۹	۱۵۳/۲۶ ± ۳۷/۵۳
P درون گروهی	*	۰/۲۴	۰/۰۶	* . / . ۳	* . / . ۱	* . / . ۱
لیپوپروتئین	پیش آزمون	* . / . ۴	۳۷/۶۶ ± ۷/۱۲	۳۷/۶۶ ± ۳/۴۵	۳۶/۲۶ ± ۴/۲۸	۳۸/۰/۶ ± ۳/۴۷
برچگال	پس آزمون		۳۸/۶۰ ± ۵/۴۸	۳۸/۴۶ ± ۵/۸۷	۳۷/۴۶ ± ۴/۳۲	۴۲/۱۳ ± ۳/۸۱
(میلی گرم بر دسی لیتر)	P درون گروهی	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۱۹	* . / . ۱	* . / . ۱
لیپوپروتئین کم چگال	پیش آزمون	* . / . ۲۹	۹۵/۸۶ ± ۱۹/۹۴	۹۶/۹۳ ± ۱۹/۷۵	۹۸/۷۳ ± ۱۷/۲۶	۱۰۴/۶۶ ± ۲۲/۰۴
(میلی گرم بر دسی لیتر)	پس آزمون		۹۱/۱۳ ± ۲۵/۶۵	۹۴/۵۳ ± ۲۰/۰۸	۹۰/۷۳ ± ۱۶/۵۴	۹۱/۴۶ ± ۲۰/۷۷
P درون گروهی	۰/۴۶	۰/۵۸	* . / . ۱	* . / . ۱	* . / . ۱	* . / . ۱
کلسترول	پیش آزمون	* . / . ۰۵	۱۷۲/۲۶ ± ۲۴/۳۸	۱۷۷/۴۰ ± ۲۹/۸۰	۱۷۷/۳۳ ± ۳۱/۶۶	۱۷۴/۸۷ ± ۳۰/۶۴
(میلی گرم بر دسی لیتر)	پس آزمون		۱۶۷/۲۶ ± ۲۹/۵۱	۱۷۲/۰۰ ± ۴۵/۲۵	۱۷۳/۹۳ ± ۳۰/۳۰	۱۵۷/۷۳ ± ۳۳/۲۸
P درون گروهی	۰/۲۱	۰/۵۴	۰/۵۴	* . / . ۱	* . / . ۱	* . / . ۱
alanine آمینو ترانسفراز	پیش آزمون	* . / . ۴۷	۲۰/۳۶ ± ۱۱/۹۵	۱۷/۶۳ ± ۳/۸۲	۱۸/۲۷ ± ۷/۲۴	۱۸/۰/۰ ± ۳/۷۰
(میلی گرم بر دسی لیتر)	پس آزمون		۲۵/۸۱ ± ۱۳/۳۱	۱۸/۴۵ ± ۶/۹۰	۱۹/۱۸ ± ۶/۳۸	۱۸/۴۵ ± ۵/۶۸
P درون گروهی	۰/۹۷	۰/۷۵	۰/۶۵	* . / . ۳	* . / . ۳	* . / . ۳
اسپارتات آمینو ترانسفراز	پیش آزمون	* . / . ۲۰	۲۷/۹۰ ± ۱۱/۸۹	۲۷/۱۸ ± ۱۲/۳۵	۲۲/۵۴ ± ۸/۶۷	۲۲/۵۹ ± ۳/۳۶
(میلی گرم بر دسی لیتر)	پس آزمون		۲۵/۸۱ ± ۱۳/۳۱	۲۱/۰/۹ ± ۷/۵۴	۱۹/۰/۹ ± ۶/۰۴	۱۸/۹۰ ± ۶/۹۶
P درون گروهی	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۲۲	* . / . ۳	* . / . ۳	* . / . ۳

* نشان تفاوت معنی‌داری آماری

جدول ۵- آزمون تعییبی LSD متفاوت‌های لیپوپروتئین پرچگال و تری گلیسیرید در گروه‌های مختلف تحقیق

متغیر	تری گلیسیرید (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	لیپوپروتئین پرچگال (میلی‌گرم بر دسی لیتر)
گروه	تمرين + دارونما	تمرين + دارونما
انحراف استاندارد \pm میانگین	۶/۸۳ \pm ۲/۴۰	۱۵/۰۰ \pm ۲/۴۰
سطح معنی داری	۰/۷۲	*
گروه‌ها	تمرين + اسپیروولینا	اسپیروولینا
تمرين + دارونما	۱۹/۴۶ \pm ۲/۴۰	۱۲/۶۰ \pm ۲/۴۰
اسپیروولینا	۰/۰۱	۰/۰۷
دارونما	۲/۴۰ \pm ۲/۴۰	۱۷/۰۶ \pm ۲/۴۰
تمرين + اسپیروولینا	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۳	۰/۰۱
دارونما	۱۵/۰۰ \pm ۲/۴۰	۱۷/۰۶ \pm ۲/۴۰
تمرين + اسپیروولینا	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۷	۰/۰۱
دارونما	۱۲/۶۰ \pm ۲/۴۰	۴/۴۶ \pm ۲/۴۰
تمرين + دارونما	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۳	۰/۰۱
دارونما	۱۵/۰۰ \pm ۲/۴۰	۱۹/۴۶ \pm ۲/۴۰
تمرين + اسپیروولینا	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۱	۰/۰۱
دارونما	۱۷/۰۶ \pm ۲/۴۰	۴/۴۶ \pm ۲/۴۰
تمرين + دارونما	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۱	۰/۰۱
دارونما	۱۹/۴۶ \pm ۲/۴۰	۱۷/۰۶ \pm ۲/۴۰
تمرين + اسپیروولینا	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۱	۰/۰۱
دارونما	۱۷/۰۶ \pm ۲/۴۰	۴/۴۶ \pm ۲/۴۰
تمرين + دارونما	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۱	۰/۰۱
دارونما	۱۲/۶۰ \pm ۲/۴۰	۱/۱۳ \pm ۱/۴۹
تمرين + دارونما	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۲	۰/۰۲
دارونما	۰/۳۳ \pm ۱/۴۹	۲/۲۰ \pm ۱/۴۹
تمرين + اسپیروولینا	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۴	۰/۰۴
دارونما	-۱/۱۳ \pm ۱/۴۹	۲/۲۰ \pm ۱/۴۹
تمرين + اسپیروولینا	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۱	۰/۰۱
دارونما	۲/۴۶ \pm ۱/۴۹	۴/۳۳ \pm ۱/۴۹
تمرين + دارونما	*	*
اسپیروولینا	۰/۰۲	۰/۰۲
دارونما	-۰/۳۳ \pm ۱/۴۹	-۲/۴۶ \pm ۱/۴۹
تمرين + اسپیروولینا	*	*
اسپیروولینا	۰/۱۰	۰/۱۰
دارونما	-۲/۴۶ \pm ۱/۴۹	۲/۲۰ \pm ۱/۴۹
تمرين + اسپیروولینا	*	*
اسپیروولینا	۰/۲۱	۰/۲۱
دارونما	-۲/۲۰ \pm ۱/۴۹	-۲/۲۰ \pm ۱/۴۹
تمرين + اسپیروولینا	*	*
اسپیروولینا	۰/۱۴	۰/۱۴
دارونما	-۴/۳۳ \pm ۱/۴۹	-۴/۳۳ \pm ۱/۴۹
تمرين + دارونما	*	*
اسپیروولینا	۰/۲۱	۰/۲۱
دارونما	-۲/۲۰ \pm ۱/۴۹	-۲/۲۰ \pm ۱/۴۹
تمرين + اسپیروولینا	*	*

*نشان تفاوت معنی داری آماری

توجه به این که تحقیق مستقیمی که تمرينات مقاومتی دایره‌ای و مصرف مکمل اسپیروولینا را بر سطوح پروفایل لیپیدی، آنزیمهای کبدی، گلوکز، توده خالص عضلانی در مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق بررسی کرده باشد وجود ندارد؛ بنابراین به مطالعات نزدیک در این زمینه می‌پردازیم. تغییرات پروفایل لیپیدی با نتایج تحقیق جهانیخ و همکاران، مقرنسی و همکاران، نژاد سليم و همکاران همسو و با نتایج پژوهش الله وردی و همکاران، حیدری و همکاران و ایزدی قهفرخی و همکاران ناهمسو است. علت تفاوت در نتایج تحقیقات مختلف ممکن است ریشه در عواملی همچون مدت و شدت دوره تمرين، پروتکل تمرين، همچنین نژاد سليم و جنس

بحث

در مقایسه بین گروهی مقادیر لیپوپروتئین پرچگال بین گروه‌های تمرين + دارونما و دارونما همچنین مقادیر تری گلیسیرید بین گروه‌های تمرين + اسپیروولینا و اسپیروولینا، تمرين + اسپیروولینا و دارونما و تمرين + دارونما تفاوت معنی داری داشت. همچنین در بررسی درون گروهی مقادیر اسپارتات آمینو ترانسفراز و کلسترول در گروه‌های تمرين + اسپیروولینا و لیپوپروتئین کمچگال و تری گلیسیرید در گروه تمرين + اسپیروولینا و تمرين + دارونما، کاهش معنی داری داشته؛ اما مقادیر لیپوپروتئین پرچگال، آلانین آمینو ترانسفراز در گروه تمرين + اسپیروولینا افزایش معنی داری داشت. با

لیپوپروتئین با چگالی بالا می‌شود (۲۷). در مجموع پاسخ‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی تمرین مقاومتی را از تمرینات هوایی تمایز نمایان ساخته است. از سویی دیگر بین شیوه‌های مختلف تمرین مقاومتی، روش دایره‌ای برای دانسته مویرگی و آنژیم‌های اکسایشی از ظرفیت بالایی برخوردار است و همچنین آسیب عضلانی کمتری ایجاد می‌کند و این موضوع بسیار حائز اهمیت است. همچنین شیوه تمرین متفاوت فعالیت ورزشی منظم لیپولیز را از طریق افزایش حساسیت گیرنده‌های بتا آدرنرژیک بافت چربی و افزایش برداشت و اکسیداسیون لیپید در عضلات به بهبود نیمرخ لیپیدی منجر می‌شود. بخشی از تحقیق حاضر به تأثیر تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر توده عضلانی بدون چربی آزمودنی‌ها می‌پردازد. تغییر در مقادیر هورمون‌ها پس از تمرینات ورزشی تأثیر خود را بر توده عضلانی بر جای می‌گذارد (۲۸). بنابراین احتمالاً تأثیرگذارترین برنامه‌های تمرینی، برنامه‌هایی است که به هدف برنامه‌ریزی شده برسد و باعث ترشح هورمون‌های تأثیر گذار در جهت کاتابولیسم شود. افزایش مقادیر هورمون‌های آتابولیک و اثر آن‌ها بر مکانیسم‌های داخلی بدن، در حقیقت به نحوی سازگاری مثبت و مؤثر در پاسخ به تمرینات مقاومتی است. امروزه سبک‌های مختلف اجرای تمرین مقاومتی کانون توجه افراد مختلف است. تمرینات مقاومتی به صورت دایره‌ای یکی از این شیوه‌هاست که مورد بررسی قرار می‌گیرد. مطالعات نشان می‌دهد که دوره زمانی تمرین مقاومتی دایره‌ای روزانه حداقل به همان اندازه مؤثر یا احتمالاً مؤثرتر از دوره زمانی تمرین مقاومتی خطی برای افزایش قدرت حداکثر است. با پیشرفت علوم ورزشی ثابت شده است که دریافت‌های تغذیه‌ای و رژیم غذایی بر عملکرد ورزشکاران مؤثر است و از طرفی سودمندی بعضی از مکمل‌ها برای افزایش توده عضلانی و قدرت ورزشکاران و همچنین به تعویق اندختن خستگی ورزشکاران تا حدودی اثبات شده است (۲۹). با توجه به این که بخشی از پژوهش حاضر به تأثیر مکمل اسپیرولینا می‌پردازد ممکن است تغییرات ایجاد شده در سطوح نیمرخ لیپیدی علاوه بر تمرینات ورزشی مربوط به تأثیر مکمل اسپیرولینا باشد. این نتایج با نتایج تحقیق حاضر همسو است. احتمالاً تأثیر مکمل اسپیرولینا و طول تحقیق حاضر همسو است.

آزمودنی‌ها باشد. الله وردی و همکاران و حیدری و همکاران عدم تغییر معنی‌داری سطوح پلاسمایی تری گلیسیرید، لیپوپروتئین پرچگال و لیپوپروتئین کم چگال پس از هشت هفته تمرین هوایی تناوبی با شدت بالا و متوسط مشاهده کردند؛ اما سطوح پلاسمایی کلسترول کاهش معنی‌داری داشت (۲۳). ناهمسویی تغییرات لیپوپروتئین پرچگال و کم چگال احتملاً به دلیل نوع تمرین متفاوت باشد. همچنین نژاد سلیم و همکاران پس از هشت هفته تمرین مقاومتی در مردان دارای اضافه وزن و چاق مبتلا به کبد چرب کاهش معنی‌داری سطوح اسپارتات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز را مشاهده کردند (۷). همسویی نتایج نژاد سلیم و همکاران با تغییرات آنژیم‌های کبدی را می‌توان به نوع آزمودنی و شیوه تمرین مشابه نسبت داد. بیشترین سازگاری در پاسخ به برنامه‌های متعدد تمرینی، به خصوص مقاومتی، در هنگام استراحت بعد از تمرین و بازگشت به حالت اولیه اتفاق می‌افتد، این سازگاری‌ها در واقع به علت اثر تمرینات بر مکانیسم‌های داخلی بدن است که در دستگاه غدد درون ریز، به خصوص در سازگاری‌های ناشی از تمرینات مقاومتی، از اهمیت خاصی برخوردار است؛ چرا که نتایج مطالعات نشان داده است که تغییر در مقادیر ترشح هورمون‌ها بر اثر تمرینات مقاومتی مهم‌ترین عامل در سنتز پروتئین بعد از تمرینات مقاومتی و ایجاد سازگاری‌های مثبت در ساختار عضلات اسکلتی است (۲۴). دیواراز و همکاران نیز نشان داده‌اند پس از ۱۲ هفته تمرین استقامتی، تغییر معنی‌داری در سطوح آلانین آمینو ترانسفراز ایجاد نمی‌شود (۲۵). ناهمسویی تغییرات نیمرخ لیپیدی به خصوص تری گلیسیرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین کم چگال با تحقیق حاضر به نظر می‌رسد در نوع شیوه تمرین باشد. همچنین جهاتنیخ و همکاران در تحقیقی تأثیر هشت هفته تمرین ترکیبی و مصرف مکمل سیر بر تغییرات آدیپونکتین و نیم رخ‌لیپیدی پسران غیرفعال را بررسی نمودند و نتایج نشان داد که مقادیر آدیپونکتین، تری گلیسیرید و لیپوپروتئین کم چگال کاهش معنی‌داری داشت؛ اما مقادیر لیپوپروتئین پر چگال افزایش معنی‌داری یافت (۵) که یافته‌ها با نتایج تحقیق حاضر همسو است. تمرین مقاومتی به طور مطلوب باعث کاهش لیپوپروتئین کم چگال (۲۶) و افزایش

نیمرخ لبیدی و آنزیم های کبدی با اجرای شیوه های متفاوت تمرین و با شدت های مختلف بررسی شود، همچنین مصرف مکمل اسپیروولینا با دوز های مصرف بالاتر و با کنترل کامل رژیم غذایی در محیط های شباهنگ روزی که نظارت بیشتری بر آزمودنی ها وجود دارد مورد مطالعه قرار گیرد.

مدت تمرین مشابه با نتایج تحقیق حاضر علت همسویی باشد. نتایج این تحقیق با محدودیت هایی همچون طولانی بودن دوره تمرین رو برو بود و محققین تلاش کردند رژیم غذایی آزمودنی ها را تا حدودی کنترل نمایند و از هر گونه تمرینات منظم ورزشی غیر از برنامه تمرینی خودداری کنند؛ اما کنترل دقیق این موارد در مطالعات انسانی به طور دقیق میسر نیست.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از کار جانی رساله دکتری مصوب شده به شماره (۱۳۹۸/۵/۷۹۵) دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند می باشد. از همه آزمودنی هایی که در این تحقیق ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می نماییم.

تضاد منافع

نویسندها مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در تحقیق حاضر وجود ندارد.

نتیجه گیری

به نظر می رسد مکمل گیاهی اسپیروولینا توأم با تمرین مقاومتی بهتر از تمرین به تنها ی در متابولیسم لبیدها به خصوص چربی زیر پوستی و احشایی در افراد چاق مؤثرتر باشد. البته تأیید نتایج بدست آمده به بررسی بیشتری نیاز دارد. همچنین چون آزمودنی ها انسان بود، نقش کنترل برنامه رژیم غذایی در کسب نتایج مختلف و متفاوت را نماید نادیده گرفت. تفاوت ها ممکن است ریشه در عواملی همچون مدت و شدت دوره تمرین، پروتکل تمرین، همچنین نژاد و جنس آزمودنی ها باشد. لذا پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی تغییرات

منابع:

- Monteiro AG, Aoki MS, Evangelista AL, Alveno DA, Monteiro GA, Picarco IDC, et al. Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines, J Strength Cond Res.2009; 23(2): 1321-1326. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3181a00f96](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a00f96).
- Gallic S, Oakhill JS, Steinberg GR. Adipose tissue as an endocrine organ. Mol Cell Endocrinol. 2010; 316(2): 129-39. DOI: [10.1016/j.mce.2009.08.018](https://doi.org/10.1016/j.mce.2009.08.018)
- Mogharnasi M, Eslami R, Behnam B. Effects of endurance and resistance training on lipid profiles, heart rate and Hematological parameters in obese male students. Annals of Applied Sport Science.2014; 2(4): 11-22. [Persian]. DOI: [10.18869/acadpub.aassjournal.2.4.11](https://doi.org/10.18869/acadpub.aassjournal.2.4.11).
- Jahantigh A, Delavar R, Mogharnasi M. The Effect of Eight Weeks of Combined Training And Garlic Supplementation On Adiponectin And Lipid Changes Among Inactive Boys. Armaghane-danesh. 2017; 22 (1): 18-31. [Persian]. [Link](#)
- Burtis C, Ashwood E, Bruns DE. Clinical Biochemistry Tietz: analyte and Pathophysiology. translate by: Amirrasouli H. 1 st ed. Tehran: Ketab Arjmand publication.2011; pp 125-600. [Persian]. [Link](#)
- Slentz CA, Bateman LA, Willis LH, Shields AT, Tanner CJ, Piner LW, et al. Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. Am J Physiol Endocrinol Metab.2011; 301(5): E1033-9. DOI: [10.1152/ajpendo.00291.2011](https://doi.org/10.1152/ajpendo.00291.2011).
- Nejadsalim Sh, Gholami M, Ghazaliyan F. Effect of Eight Weeks Resistance Training on Serum Levels of Hepatic Enzymes Including AST, ALT and ALP in Overweight Mens with Nonalcoholic Fatty Liver Disease.2018; 7 (3) :197-206. [Persian]. DOI: [10.29252/aums.7.3.197](https://doi.org/10.29252/aums.7.3.197).

- 8- Izadi Ghahfarokhi M, Mogharnasi M, Faramarzi M. The Impact of 10 weeks of Aerobic Exercise and Supplementation of Green Tea on Lipid Profile, Insulin Resistance and Liver Enzymes (GGT, ALT, AST) in Obese Diabetic Women (type 2). Armaghane danesh. 2015; 20 (2):161-171. [Link](#)
- 9- Hozayen WG, Mahmoud AM, Soliman HA, MostafaSR. Spirulina versicolor improves insulin sensitivity and attenuates hyperglycemia-mediated oxidative stress in fructose-fed rats. J Intercult Ethnopharmacol.2016; 5(1):57-64. DOI: [10.5455/jice.20151230055930](https://doi.org/10.5455/jice.20151230055930).
- 10- Lee EH, Park JE, Choi YJ, Huh KB, Kim WY. A randomized study to establish the effects of spirulina in type 2 diabetes mellitus patients, Nutr Res Pract.2008; 2(4):295-300. DOI: [10.4162/nrp.2008.2.4.295](https://doi.org/10.4162/nrp.2008.2.4.295).
- 11- American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care.2005; 28(1): 37-42. DOI: [10.2337/diacare.28.suppl_1.S37](https://doi.org/10.2337/diacare.28.suppl_1.S37).
- 12- Beihaghi M, Ghodrati azadi H, Taherzadeh Z, Bahrami H R. The Effects of oral administration of spirulina platensis (cultured iranian) on blood glucose and glycosylated hemoglobin blood in type ii diabetes mellitus patients. ijdd. 2017; 16 (3) :183-190. [Link](#)
- 13- Dehghani K, Mogharnasi M, Saghebjoo 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) :332-345. [Persian]. [Link](#)
- 14- Golestani F, Mogharnasi M, Erfani-Far M, Abtahi-Eivari SA. The effects of spirulina under high-intensity interval training on levels of nesfatin-1, omentin-1, and lipid profiles in overweight and obese females: A randomized, controlled, single-blind trial. J Res Med Sci. 2021; 26(10): IP, 37. 129. 202. 53. DOI: [10.4103/jrms.JRMS_1317_20](https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS_1317_20)
- 15- Strasser B, Schobersberger w. Evidence for Resistance Tranining as a Treatment Therapy in Obesity. Int J Obes. 2011; 9(2): Corpus ID: 15532329. DOI: [10.1155/2011/482564](https://doi.org/10.1155/2011/482564).
- 16- Farahani, A,Shabani Moghadam, S. Rules of research in physical education with emphasis on writing dissertations and articles, published by the Research Institute of Physical Education of the Ministry of Science, Research and Technology. 2011; 2 edition, P: 93. [Persian].
- 17- Hooshmand Moghadam B, Kordi M R, Attarzade Hosseini SR, Davaloo T. Aerobic exercises and Supplement Spirulina reduce inflammation in diabetic men.Pars J Med Sci. 2018; 16(4): 10-18. [Persian]. [Link](#)
- 18- Willett WC. Nutritional epidemiology. 2nd ed. NewYork: Oxford University Press. 1998. P. 33-91. DOI: [10.1093/acprof:oso/9780195122978.001.0001](https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195122978.001.0001)
- 19- Nikseresht M A-AH, Azarbajani M, Ebrahim Kh. Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. J Strength Cond Res. 2014; 28(9): 2560–8. DOI: [10.1519/JSC.0000000000000441](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000441).
- 20- Felck SJ, Kraemer WJ. Designing Resistance Training Programs. Human Kinetics Publishing, 2004; Champaign, Illinois, 3rd ed. 2004. [Link](#)
- 21- Brzycki M. A practical approach to strength training. 1st ed. Mc GrawHill: Women's sports fitness.1991. [Link](#)
- 22- Allahverdi H, Minasian V. The Effect of Interval Training with Different Intensities on Plasma Levels of Orexin – A, Lipid Profile and Cardiorespiratory Endurance of Overweight and Obese Women. J Sport Bio Sci. 2019; 10(4): 481-495. DOI: [10.22059/jsb.2018.257169.1270](https://doi.org/10.22059/jsb.2018.257169.1270). [Persian].
- 23- Heydari M, Freund J, Boutcher SH. The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. J Obes. 2012; 8(1): 467-480. DOI: [10.1155/2012/480467](https://doi.org/10.1155/2012/480467).
- 24- Goto K, Ishii N, Takamatsu K. Growth hormone response to training regimen with combined high and low-intensity exercise. J Sport Health Sci. 2004; 2, 111-18. DOI: [10.5432/IJSHS.2.111](https://doi.org/10.5432/IJSHS.2.111)
- 25- Devries MC1, Samjoo IA, Hamadeh MJ, Tarnopolsky MA. Effect of endurance exercise on hepatic lipid content, enzymes, and adiposity in men and women. Obesity. 2008; 16(10): 2281-8. DOI: [10.1038/oby.2008.358](https://doi.org/10.1038/oby.2008.358).
- 26- Zeng Q, Isobe K, Fu L, Ohkoshi N, Ohmori H, Takekoshi K, Kawakami Y. Effects of exercise on adiponectin and adiponectin receptor levels in rats. Life Sci. 2007; 14(5); 454-9. DOI: [10.1016/j.lfs.2006.09.031](https://doi.org/10.1016/j.lfs.2006.09.031).

- 27- Gholami F, Khosrow E, Ahmadizad S, Dabaq Nikukheslat S, Rahbaran A. The concurrent effect of endurance training and garlic supplementation on body composition and lipid profile in sedentary young males Med J Tabriz Univ Med Sci. 2012; 35: 52-9. [Persian]. [Link](#)
- 28- Kraemer wj, Nobel Bj, Clark MJ, Culver BW. Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods, Int J Sports Med. 1987; 8(4): 247-52. DOI: [10.1055/s-2008-1025663](https://doi.org/10.1055/s-2008-1025663)
- 29- Dunwald T, Melmer A, Gatterer H3, Salzmann K, Ebenbichler C, Burtscher M , Schoersberger, W. Supervised Short-term High-intensity Training on Plasma Irisin Concentrations in Type 2 Diabetic Patients. Int J Sports Med. 2019; 40(3): 158-164. DOI: [10.1055/a-0828-8047](https://doi.org/10.1055/a-0828-8047).