JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/

http://dx.doi.org/ 10.22049/JASSP.2020.14017

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال هفتم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۳۹۹؛ صفحات ٦٤-٥٥

مقاله پژوهشی

بررسی تاثیر مکمل گیری اسپیرولینا همراه با تمرین مقاومتی غیرخطی بر آنزیم‌های کبدی زنان چاق

سیروس فارسی[۱]، هادی قائدی[۲*]

تاریخ دریافت: ۲ اردیبهشت ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۱۹ خرداد ۱۳۹۹

چکیده

هدف: چاقی با بیماری‌های مختلفی از جمله قلبی عروقی، دیابت، فشارخون و نیز کبد چرب همراه است که تهدید کننده جدی سلامتی و عامل بسیاری از مرگ و میرها در سراسر جهان هستند. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر یک دوره مکمل‌گیری اسپیرولینا همراه با تمرین مقاومتی غیرخطی بر آنزیم‌های کبدی زنان چاق بود. **روش‌شناسی:** از طریق روش نمونه‌گیری هدفمند در دسترس ۴۰ زن چاق انتخاب شدند و به طور تصادفی در چهار گروه ۱۰ نفری شامل تمرین مقاومتی غیرخطی، مکمل اسپیرولینا، تمرین مقاومتی غیرخطی + مکمل اسپیرولینا و دارونما قرار گرفتند. گروه مکمل و دارونما به ترتیب روزانه ۲ عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیرولینا یا نشاسته در وعده های صبح و عصر مصرف کردند. مداخلات به مدت ۸ هفته انجام شد. ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از پایان مداخلات، از هر چهار گروه در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه خونی گرفته شد. برای هر نمونه سطوح AST، ALT و ALP اندازه‌گیری شد. جهت مقایسه و بررسی تغییرات متغیرها در چهار گروه پژوهش و در دو زمان خون‌گیری، از آزمون آماری تحلیل واریانس مدل آمیخته بین- درون‌گروهی در یک طرح ۲×۴ استفاده شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در میزان آنزیم‌های AST (p=0.25)، ALT (p=0.92) و ALP (p=0.76) بین گروه‌ها وجود نداشت. **نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج این پژوهش احتمالا می‌توان گفت هشت هفته تمرین مقاومتی غیرخطی و مصرف مکمل اسپیرولینا اثری بر آنزیم‌های کبدی زنان چاق ندارد و در نتیجه باعث بهبود نشانگران آنزیمی عملکرد کبد آن‌ها نمی‌شود. کافی نبودن طول دوره تمرین و مصرف مکمل و البته عدم کنترل دقیق رژیم غذایی شاید از دلایل عدم بهبود باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، اسپیرولینا، کبد، چاقی

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید

۱. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران.

۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران. (نویسنده مسئول):

ایمیل Ghaedi.hadi@gmail.com

نحوه ارجاع: سیروس فارسی، هادی قائدی. بررسی تاثیر یک دوره مکمل گیری اسپیرولینا همراه با تمرین مقاومتی غیرخطی بر آنزیم‌های کبدی زنان چاق. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۹؛ ۷(۱): ۶۴-۵۵.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JASSP.2020.14017

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Volume 7, Number 1
Spring/Summer 2020
55-64

Original Article

Effects of Spirulina Supplementation and Nonlinear Resistance Training on Liver Enzymes in Obese Women

Sirus Farsi [1], Hadi Ghaedi [2*]

Received 21 April 2020; Accepted 8 June 2020

Abstract

Aim: Obesity is associated with a variety of diseases, including cardiovascular disease, diabetes, hypertension and fatty liver, which are a serious health threat and cause many deaths worldwide. The purpose of this study was to investigate the effect of a spirulina supplementation course with nonlinear resistance training on liver enzymes in obese women. **Methods**: Forty obese women in Parsian city were selected through Purposive sampling method and were randomly divided into four groups of 10 people including nonlinear resistance exercise, spirulina supplement, nonlinear resistance exercise + spirulina supplement and placebo. The supplement and placebo group consumed 2 capsules of spirulina daily or starch in the morning and evening meals, respectively. Interventions were performed for 8 weeks. Twenty-four hours before and 48 hours after the intervention, blood samples were taken from all four groups at 12 hours fasting. For each sample, AST, ALT and ALP levels were measured. To compare and evaluate the differences between variables in study groups and at two blood sampling times, 4 * 2 mixed design ANOVA was used. **Results**: The results showed that there was no significant difference in AST ($p = 0.25$), ALT ($p = 0.92$) and ALP ($p = 0.76$) enzymes between groups. **Conclusions**: According to the results of this study, it can probably be concluded that eight weeks of nonlinear resistance training and spirulina supplementation have no effect on the liver enzymes in obese women and thus do not improve the enzymatic markers of their liver function. Inadequate training and supplement intake and lack of proper diet control may be the reason for lack of improvement.

Keywords: Resistance Training, Spirulina, Liver, Obesity

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1.Assistance Professor in Exercise Physiology, Department of Physical Education and sport sciences, Lamerd branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran

2.Assistance Professor in Exercise Physiology, Department of Physical Education and sport sciences, Lamerd branch, Islamic Azad University, Larestan, Iran. (Corresponding Author): Email: Ghaedi.hadi@gmail.com

Cite as: Farsi, Sirus, Ghaedi, Hadi. Effects of spirulina supplementation and nonlinear resistance training on liver enzymes in obese women. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2020; 7(1): 55-64.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مقدمه

چاقی و بیماری‌های مرتبط با آن (دیابت نوع ۲، بیماری ایسکمیک قلب ، بیماری مزمن کلیه، کبد چرب و سرطان‌های مختلف) از مهم‌ترین دلایل مرگ در جهان هستند (۱). طبق آمار سازمان بهداشت جهانی (WHO)[۱]، اضافه وزن و چاقی به عنوان تجمع چربی غیرطبیعی یا بیش از حد تعریف‌شده و ممکن است سلامت را مختل کند (۲). داده‌های رصد جهانی بهداشت WHO در سال ۲۰۱۴ نشان می‌دهد که چاقی در سطح جهان در ۱۵٪ از زنان و ۱۱٪ از مردان در سن ۱۸ سال و بالاتر رخ می‌دهد. ارتباط مثبت و مستقیم بین شیوع NAFLD [۲]و شاخص‌های چاقی نشان داده شده است (۳). در میان بیماری‌های کبدی از جمله کبد چرب نیز می‌تواند با چاقی ایجاد شود که می‌بایست قبل از ایجاد آن، مداخلات پیشگیرانه صورت گیرد (۴). عملکرد کبدی نرمال برای متابولیسم اهمیت خاصی دارد و ممکن است از تمرینات ورزشی اثر پذیرد. تست‌های معمول در دسترس برای بررسی عملکرد کبد شامل پایش نشانگران آنزیمی (AST، ALT، ALP و GGT) و غیر آنزیمی (بیلی‌روبین سرم، تست-های نرمال شده بین‌المللی و آلبومین سرم) است (۵).

گزارش شده است که با انجام ۸ هفته تمرین مقاومتی، چربی کبد حدود ۱۳درصد کاهش می یابد؛ همچنین افزایش اکسیداسیون چربی در طول تمرین زیربیشینه، بدون هیچ تغییری در وزن بدن مشاهده گردیده است (۶). تمرینات ورزشی تأثیر مفید زیادی روی عملکرد کبد دارد و موجب بهبود متابولیسم و ظرفیت آنتی‌اکسیدانتی آن می‌شود (۷). متعاقب تمرینات هوازی نشان داده شده که مارکرهای آنزیمی کبدی در بیماران NAFLD به طور معناداری کاهش و عملکرد کبد بهبود می‌یابد (۸–۱۰). به طور کلی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انواع تمرین مقاومتی تا حدی متفاوت از تمرین هوازی است. بنابراین تعیین پروتکل تمرین مقاومتی مطلوب که بتواند سطوح آنزیم‌های کبدی را تعدیل کند، از اهمیت زیادی برخوردار است. تمرینات مقاومتی غیرخطی، نوعی از تمرینات مقاومتی است که تغییرات روز به روز بیشتری را در محرک‌های تمرینی ایجاد می‌کند و باعث کاهش آسیب‌های عضلانی می‌شود (۱۱) و در آن تغییرات اساسی در شدت و حجم تمرین از یک جلسه تمرینی به جلسه تمرینی بعدی ایجاد می‌شود (۱۲). روش غیرخطی ظرفیت بالایی برای افزایش دانسیته مویرگی و آنزیم‌های اکسایشی و همچنین آسیب عضلانی کمتری ایجاد می‌کند (۱۳). این نکته حائز اهمیت است زیرا پاسخ‌های التهابی به ورزش‌های آسیب‌زا فراتر از ورزش‌های غیر آسیب‌زا است (۱۳). همچنین، روش غیرخطی نسبت به روش خطی ظرفیت بالاتری برای افزایش قدرت دارد (۱۲).

در دهه‌های اخیر استفاده از طب گیاهی به عنوان یک روش درمانی، در افزایش شرایط ضداکسایشی و یا پاکسازی رادیکالهای آزاد، توجه فراوانی را به خود معطوف ساخته است (۱۴) و در کنار برخی از داروهای صنعتی و غیراستروئیدی برای کنترل و تعدیل علائم و شاخص‌های نامطلوب بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌گردد (۱۵). اسپیرولینا[۳]گونه‌ای از سیانوباکتریوم[۴] است که متعلق به جنس Athrospira از خانواده Oscillatoriaceae است که به دلیل داشتن مواد مغذی بسیار مهم به عنوان یک ماده افزودنی غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۶). اسپیرولینا منبع عالی پروتئین طبیعی است (حدود ۶۰٪ پروتئین قابل هضم). این ماده حاوی پروتئین بدون چربی، کم‌کالری و بدون کلسترول با تمام اسیدهای آمینه، فیتو مواد مغذی، آنتی‌اکسیدان‌ها، کربوهیدرات‌ها، مخاط‌های پلی ساکارید، ویتامین‌ها و مواد معدنی کمیاب است و از هضم چربی در رژیم غذایی جلوگیری می‌کند، از این رو باعث کاهش جذب آن توسط بدن می‌شود (۱۷). همچنین حاوی آنتی‌اکسیدان است که می‌تواند به محافظت از سلول در برابر صدمه کمک کند. شواهد جمع آوری شده نشان می‌دهد که اسپیرولینا از بیماری کبد چرب جلوگیری می‌کند و خاصیت هایپوگلیسمی و هیپولیپیمیک را دارد. فیکوسیانین[۵]، یک رنگ آبی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی مشتق شده از اسپیرولینا ، گزارش‌شده است که پارامترهای مرتبط با اختلال عملکرد عروق، از جمله تجمع پلاکت‌های خون، التهاب عروق، و باعث تغییر پروفایل لیپیدی می‌شود (۱۶). کپسول نرم اسپیرولینا باعث تحرک دستگاه گوارش می‌شود، سموم روده را از بین می‌برد، یبوست را بهبود می‌بخشد. این ماده می‌تواند جذب آنالوگ‌های لیپوفیلیک توسط دستگاه روده را کاهش دهد، احتراق مقدار گرما را کنترل کند، از ذخیره چربی جلوگیری کند. اسپیرولینا از طریق تبدیل چربی به قند و پروتئین، متابولیسم چربی را سرعت می‌بخشد. بسیاری از افراد آن را به عنوان یک سرکوب‌کننده اشتهای طبیعی مؤثر می‌دانند (۱۷). اعتقاد بر این است که خاصیت ضدالتهابی ، آنتی‌اکسیدانی و تثبیت‌کننده غشای اسپیرولینا در بیماری مزمن کبد مؤثر است. داده‌های حاصل از کارآزمایی های بالینی انسان و مطالعات حیوانی نشان داده است که اسپیرولینا برای مصرف انسان بی‌خطر است اگرچه کمتر عوارض جانبی گزارش‌شده در ادبیات احتمالاً به دلیل آلودگی آن هنگام کشت و استخراج است (۱۸). آزمایشات بالینی نشان می‌دهد که اسپیرولینا در شرایط استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش مانع از آسیب‌دیدگی عضلات اسکلتی می‌شود و می‌تواند تولید آنتی‌بادی را تحریک کرده و بیان ژن‌های رمزگذاری کننده سیتوکین را برای القاء پاسخ‌های سیستم ایمنی و ضد تحریک‌کننده تنظیم و یا پایین‌تر کند. مکانیسم (های) مولکولی که اسپیرولینا باعث تحریک این فعالیت‌ها می‌شود نامشخص است، اما فیکوسیانین و β کاروتن مولکول‌های مهمی در این ارتباط هستند (۱۹). یک مدل موش استئاتوهپاتیت غیرالکلی نشان داد که تجویز فیکوسیانین به‌طور قابل توجهی تولید ROS را در میتوکندری‌های کبدی و لکوسیتها کاهش داده است (۲۰). مطالعات مختلف به اثرات سودمند احتمالی اسپیرولینا بر غلظت لیپیدهای سرم خون (۲۱, ۲۲) و گلوکز ناشتا (۲۳) اشاره دارد. اثرات آن بر وزن بدن یا فشارخون منجر به کاهش کوچک اما چشمگیر این پارامترها در حیوانات منجر می‌شود (۲۴). همچنین به اثرات مفید مکمل اسپیرولینا بر پروفایل لیپیدی، متغیرهای التهابی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، قند خون ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله شده در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ اشاره شده است (۲۵, ۲۶). به طور کلی از اسپیرولینا برای درمان سوء تغذیه و تعدیل عملکرد سیستم ایمنی و همچنین بهبود انواع بیماری‌ها از جمله چاقی، هایپرکلسترولمی، فشارخون شریانی، مقاومت به انسولین، دیابت و بیماری کبد چرب غیرالکلی استفاده می‌شود (۲۷).

از نشانه‌های آسیب و فشار به کبد آنزیم‌های کبدی (AST، ALT و ALP) هستند (۲۸, ۲۹). علاوه بر این، مطالعه‌ای نشان داد ۳ ماه رژیم غذایی و ورزش موجب بهبود آنزیم کبدی می‌شود (۲۹). مرادی کلارده و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مکمل کورکومین آنزیم‌های کبدی را در مردان مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی بهبود می‌بخشد (۳۱). نشان داده شد ۱۲ هفته تمرین مقاومتی غیرخطی در زنان یائسه چاق مبتلا به کبد چرب غیرالکلی عملکرد کبد را بهبود داد که دلیل آن کاهش معنادار سطوح ALT و

[۱] World Health Organization
[2] Non-alcoholic fatty liver disease
[۳] Spirulina
[۴] cyanobacterium
[۵] Phycocyanin

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

ASTمشخص گردید (۳۲). اخیراً گزارش شده که در پسران بزرگسال چاق، افزایش فعالیت بدنی به تنهایی، مستقل از محدودیت کالری، برای کاهش چربی کل مفید است، چاقی احشایی، و چربی داخل کبدی را بهبود می‌بخشد و باعث تناسب قلبی تنفسی (CRF) می‌شود (۳۳). در دختران بزرگسال چاق، ابزار ورزش به تنهایی به عنوان راهکاری برای کاهش عوامل خطرناک متابولیک مرتبط با چاقی در حال حاضر نامشخص است. با توجه به سطح پایین‌تر فعالیت بدنی در دختران نسبت به پسران و این واقعیت که فعالیت بدنی در دوران نوجوانی در دختران به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد (۳۴). و با توجه به اینکه هنوز مطالعه‌ای تأثیر ترکیب تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا بر آنزیم‌های کبدی زنان چاق را مورد بررسی قرار نداده و ابهامات زیادی در خصوص اثرات هم‌افزای این دو متغیر وجود دارد. لذا هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر یک دوره مکمل‌گیری اسپیرولینا همراه با تمرین مقاومتی غیرخطی بر آنزیم‌های کبدی زنان چاق بود.

روش پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه دارونما می باشد که به صورت دو سو کور در چهار گروه انجام شد. ۴۰ زن چاق با شاخص توده بدنی (BMI) ۳۰ و بالاتر به‌طور تصادفی در چهار گروه تمرین مقاومتی غیرخطی، مکمل اسپیرولینا، تمرین مقاومتی غیرخطی +مکمل اسپیرولینا و دارونما (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. قبل از شروع پژوهش ماهیت، اهداف و خطرات این مطالعه در جلسه حضوری برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و از آنان جهت شرکت در این مطالعه رضایت‌نامه کتبی اخذ گردید. ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرینات در جلسه نمونه‌گیری حاضر شده و از چهار گروه در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه خونی گرفته شد. بعد از آن، مداخلات به مدت ۸ هفته انجام شد. گروه تمرین مقاومتی+مکمل هر دو مداخله تمرین مقاومتی غیرخطی و اسپیرولینا را باهم دریافت کرد. گروه دارونما و مکمل در طی این مدت، بدون شرکت در فعالیت ورزشی منظم، به انجام کارهای روزمره و زندگی عادی می‌پردازند. افراد گروه مکمل، روزانه ۲ عدد کپسول اسپیرولینا ۵۰۰ میلی‌گرمی در وعده‌های صبح و عصر مصرف کردند و گروه دارونما روزانه ۲ عدد کپسول نشاسته ۵۰۰ میلی-گرمی در وعده‌های صبح و عصر مصرف کردند (۳۵). کپسول‌های هر دو گروه مکمل و دارونما در شکل و اندازه مشابه مصرف شد. برنامهٔ تمرین مقاومتی غیرخطی شامل اجرای تمرین وزنه در شدت‌های مختلف و با تأکید بر استقامت عضلانی و با یک الگوی زمان‌بندی منعطف است. پروتکل تمرینی بر اساس مقاله قائدی و همکاران (۲۰۱۹) ارائه شده است و شرح کامل آن در جداول ۱ و ۲ آمده است (۳۶).

۴۸ ساعت بعد از پایان تمرینات نیز آزمودنی‌ها در نمونه‌گیری دوم حاضر شدند و از هر چهار گروه در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه خونی گرفته شد. برای هر نمونه غلظت AST، ALT و ALP به‌وسیله روش رنگ سنجی آنزیماتیک اندازه‌گیری شد. ضمن اینکه وزن و شاخص توده بدن نیز اندازه‌گیری و محاسبه گردید. جهت مقایسه و بررسی تغییرات متغیرها در چهار گروه پژوهش و در دو زمان خون‌گیری، از آزمون آماری تحلیل واریانس مدل آمیخته بین- درون گروهی در یک طرح ۲×۴ (۴ گروه و ۲ زمان) استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت معنادار نیز از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

جدول ۱. برنامه تمرین مقاومتی غیرخطی

حرکات				
پرس پا	۱× ۴۰/۲۰ *	۲× ۶۰/۱۵	۳× ۷۵/۱۰	۳× ۹۰/۴	۴× ۹۵/۲
پرس سینه تخت	۱× ۴۰/۲۰	-	۳× ۷۵/۱۰	۳× ۹۰/۴	۴× ۹۵/۲
پرس سینه شیب‌دار	-	۲× ۶۰/۱۵	-	-	-
پارویی نشسته	۱× ۴۰/۲۰	۲× ۶۰/۱۵	۳× ۷۵/۱۰	۳× ۹۰/۴	۴× ۹۵/۲
لیفت مرده	۱× ۴۰/۲۰	۲× ۶۰/۱۵	۳× ۷۵/۱۰	۳× ۹۰/۴	۴× ۹۵/۲
شکم با زانوی خم	۱ ×۲۰	۲ ×۲۰	۳ ×۱۵	۳ ×۱۸	۳ ×۲۰
کشش بالای سر	-	۲× ۶۰/۱۵	-	-	-
پشت ران	۱× ۴۰/۲۰	۲× ۶۰/۱۵	۳× ۷۵/۱۰	۳× ۹۰/۴	-
بلند شدن روی پنجه پا	۱× ۴۰/۲۰	۲× ۶۰/۱۵	۳× ۷۵/۱۰	۳× ۹۰/۴	-
پرس ارتشی	۱× ۴۰/۲۰	۲× ۶۰/۱۵	۳× ۷۵/۱۰	۳× ۹۰/۴	-
کشش هالتر با چانه	۱× ۴۰/۲۰	۲× ۶۰/۱۵	۳× ۷۵/۱۰	۳× ۹۰/۴	-
جلوبازو هالتر	۱× ۴۰/۲۰	۲× ۶۰/۱۵	۳× ۷۵/۱۰	۳× ۹۰/۴	-

* ۴۰٪ یک تکرار بیشینه، ۲۰ تکرار در یک نوبت

استراحت بین حرکات در شدت‌های خیلی سبک یک دقیقه، سبک و متوسط یک تا دو دقیقه، سنگین سه تا چهار دقیقه و خیلی سنگین پنج تا هفت دقیقه است

جدول ۲. ترتیب جلسات تمرین

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
جلسه۱	L	L	M	VL	M	L	VL	H
جلسه۲	M	VL	H	H	M	M	M	VL
جلسه۳	L	H	L	L	L	H	L	M

شدت خیلی سبک (VL)، سبک (L)، متوسط (M)، سنگین (H) و خیلی سنگین (VH)

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۳ گزارش شده است. ضمن اینکه نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته بین–درون آزمودنی‌ها و آزمودن تعقیبی توکی نیز به ترتیب در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد وزن و شاخص توده بدن در دو گروه تمرین+ اسپیرولینا و تمرین در مقایسه با دو گروه دیگر به طور معنادار کاهش یافت ($P<0.05$). بین تغییرات وزن و شاخص توده بدن دو گروه تمرین+ اسپیرولینا و تمرین ($P>0.05$) و نیز بین تغییرات وزن و شاخص توده بدن دو گروه اسپیرولینا و دارونما تفاوت معنادار نبود ($P>0.05$). نتایج همچنین نشان داد تفاوت معنی‌داری در میزان آنزیم‌های AST ($p=0.25$)، ALT ($p=0.92$) و ALP ($p=0.76$) بین گروه‌ها وجود ندارد.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار متغیرها در دو زمان اندازه‌گیری

متغیر	گروه	قبل از مداخله	بعد از مداخله
وزن (کیلوگرم)	تمرین+اسپیرولینا	۷۶/۱۰ ± ۷/۴۷	۷۲/۸۰ ± ۷/۱۷
	تمرین	۸۲/۳۰ ± ۴/۱۹	۷۹/۷۰ ± ۳/۹۱
	اسپیرولینا	۷۶/۸۰ ± ۷/۰۵	۷۷/۲۰ ± ۶/۹۴
	دارونما	۷۸/۳۰ ± ۸/۸۸	۷۸/۹۰ ± ۸/۹۹
BMI (kg/m^2)	تمرین+اسپیرولینا	۳۰/۹۳ ± ۰/۶۱	۲۹/۶۰ ± ۰/۷۵
	تمرین	۳۰/۵۰ ± ۰/۳۸	۲۹/۵۴ ± ۰/۳۱
	اسپیرولینا	۳۰/۹۰ ± ۰/۳۴	۳۱/۰۷ ± ۰/۵۰
	دارونما	۳۰/۴۰ ± ۰/۴۶	۳۰/۷۲ ± ۰/۲۹
AST (U/L)	تمرین+اسپیرولینا	۱۴/۶۰ ± ۱/۹۵	۱۳/۲۰ ± ۲/۲۹
	تمرین	۱۳/۸۰ ± ۲/۶۹	۱۲/۶۰ ± ۱/۶۴
	اسپیرولینا	۱۴/۶۰ ± ۲/۱۷	۱۴ ± ۲/۱۶
	دارونما	۱۳/۹۰ ± ۲/۹۲	۱۴ ± ۲/۴۰
ALT (U/L)	تمرین+اسپیرولینا	۱۴/۷۰ ± ۲/۲۶	۱۴/۱۰ ± ۲/۰۲
	تمرین	۱۴/۷۰ ± ۲/۰۵	۱۴/۲۰ ± ۱/۸۷
	اسپیرولینا	۱۳/۵۰ ± ۲/۱۲	۱۳/۳۰ ± ۱/۱۵
	دارونما	۱۴/۳۰ ± ۱/۲۵	۱۴/۴۰ ± ۰/۶۹
ALP (U/L)	تمرین+اسپیرولینا	۱۷۶ ± ۳/۴۹	۱۷۲/۴۰ ± ۱/۸۳
	تمرین	۱۷۵/۲۰ ± ۵/۴۳	۱۷۲/۸۰ ± ۴/۸۴
	اسپیرولینا	۱۷۵/۲۰ ± ۴/۷۳	۱۷۴ ± ۳/۶۲
	دارونما	۱۷۵/۸۰ ± ۵/۸۲	۱۷۴/۷۰ ± ۴/۸۳

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته بین–درون آزمودنی‌ها

متغیر	F	P	اندازه اثر
وزن	۵۳/۴۸	۰/۰۰۱ *	۰/۸۱
BMI	۵۱/۴۳	۰/۰۰۱ *	۰/۸۱
AST	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۱۰
ALT	۰/۱۵	۰/۹۲	۰/۰۱۳
ALP	۰/۳۹	۰/۷۶	۰/۰۳

* معنادار در سطح $P\leq0.05$

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی توکی جهت شناسایی محل تفاوت معنادار

مقایسه جفتی	وزن	BMI
تمرین+ اسپیرولینا / تمرین	۰/۲۹	۰/۰۹
تمرین+ اسپیرولینا / اسپیرولینا	۰/۰۰۱ *	۰/۰۰۱ *
تمرین+ اسپیرولینا / دارونما	۰/۰۰۱ *	۰/۰۰۱ *
تمرین / اسپیرولینا	۰/۰۰۱ *	۰/۰۰۱ *
تمرین / دارونما	۰/۰۰۱ *	۰/۰۰۱ *
اسپیرولینا / دارونما	۰/۹۵	۰/۹۸

* معنادار در سطح $P\leq0.05$

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

بحث و نتیجه گیری

بیماری‌های کبدی مهم‌ترین دلیل افزایش ترانس آمینازها در سرم هستند (۳۷). آنزیم‌های AST و ALT از آنزیم‌های درگیر در سوخت وساز کبدی هستند و به طور کلی افزایش آن‌ها شاخصی از بیماری سلول‌های کبدی می‌باشد. افزایش آنزیم ALP نیز نشان دهنده بیماری کبد و مسیر صفراوی است(۳۸). بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، هیچ‌کدام از گروه‌ها تغییر معناداری در آنزیم‌های کبدی نشان ندادند و در این خصوص تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد. همسو با یافته‌های حاضر، اسلنتز[۱] و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود، تغییر معنی‌داری در میزان آنزیم ALT و AST افراد بزرگسال دارای اضافه وزن، پس از تمرین مقاومتی مشاهده نکردند (۳۹). بمبن[۲] و همکاران (۲۰۰۷) نیز در مطالعه خود نشان دادند که تمرین مقاومتی کم شدت، تغییر معنی‌داری در میزان ALP ایجاد نمی‌کند (۴۰). در مقابل یافته‌های هالسوورث[۳] در سال ۲۰۱۱و همکاران نشان داد که تمرین مقاومتی باعث کاهش ۱۳٪ چربی کبد بدون کاهش وزن می‌شود که می‌تواند ناشی از تغییر حساسیت به انسولین، انتقال لیپیدها و تعادل انرژی باشد (۴۱). دیپانو[۴] و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تمرین هوازی همراه با تمرین مقاومتی در مردان چاق با NAFLD باعث کاهش آنزیم ALT شد (۴۲). آلی[۵] و همکاران نیز دریافتند که هشت هفته تمرین مقاومتی در مردان چاق ALT، AST و GGT را کاهش می‌دهد (۴۳). کاهش معنی‌دار آنزیم‌های ALT و AST در اثر تمرین ورزشی و رژیم غذایی در تحقیقات مختلف را به افزایش حساسیت به انسولین بافتی و کبدی، افزایش اکسیداسیون کبدی، کاهش فعالیت و مهار آنزیم‌های لیپوژنیک و نیز در نتیجه کاهش چربی کبدی نسبت داده‌اند (۴۴). علت اختلاف در نتایج این تحقیقات احتمالاً ناشی از تفاوت در نوع آزمودنی‌های به کار گرفته شده در مطالعه هالسوورث و همکاران مبتلا کبد چرب غیرالکلی بودند، یا تفاوت در پروتکل تمرین مقاومتی در مطالعه دیپانو تمرین هوازی و مقاومتی با هم استفاده شده بود و در مطالعه آلی نیز تمرین مقاومتی به شیوه سنتی با شدت‌های ۳۰٪، ۵۰٪ و ۷۰٪ 1-RM استفاده شده بود. جنس و نوع آزمودنی‌ها نیز در تحقیقات ذکر شده متفاوت بود.

هر چند در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری در مقدار آنزیم‌های کبدی گروه‌های تجربی مشاهده نشد و باعث کاهش معنی‌دار این آنزیم‌ها نشد اما در عین حال مشخص گردید که تمرینات مقاومتی غیرخطی به‌تنهایی و یا با مکمل اسپیرولینا تأثیرات سوء بر آنزیم‌ها و عملکرد کبدی ندارد. با اینکه معمولاً انتظار می‌رود تمرین ورزشی منظم، میزان آنزیم‌های کبدی را کاهش دهد، ترتیبیان و همکاران (۲۰۰۹) افزایش معنی‌دار ALP را پس از ۹ هفته تمرین هوازی با شدت زیاد (۴۵) و برزگر زاده و دبیدی روشن (۱۳۹۱)، افزایش معنی‌دار سطوح آنزیم‌های ALT، AST و ALP موش‌های صحرایی ماده را پس از ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی تداومی و تناوبی روی نوارگردان، مشاهده کرده‌اند (۲۸). این نتایج متفاوت ممکن است به دلیل تفاوت در ویژگی‌های فردی مثل تفاوت سنی، بیمار بودن با نبودن، شرایط آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها، وجود سطوح پایه بالاتر یا طبیعی آنزیم‌های AST، ALP و ALT در شرکت‌کنندگان باشد. با توجه به محدوده‌های مرجع برای آنزیم‌ها، مشاهده می‌شود که سطوح پایه آن‌ها با هم متفاوت است و این می‌تواند یکی از دلایل تفاوت در تغییر مقادیر این آنزیم‌ها (آمینوترانسفرازها در مقایسه با آلکالین فسفاتاز) باشد. علاوه بر این، در مطالعات فوق، نوع تمرینات یا شدت‌ها و مدت‌های متفاوتی استفاده شده است. در واقع، نوع فعالیت‌های ورزشی به کارگرفته نیز اثرات متفاوتی را بر سیستم‌های ترشحی و متابولیسمی می‌گذارد (۳۷). که این امر شاید یکی از دلایل ناهمخوانی نتایج مطالعات باشد. آنزیم‌های AST و ALT از آنزیم‌های درگیر در سوخت و ساز کبدی هستند. چون کبد در فعالیت‌های استقامتی بیشتر از دیگر فعالیت‌ها ایفای نقش می‌کند؛ بنابراین احتمال آسیب غشای سلول‌های کبدی در فعالیت‌های درازمدت و استقامتی زیاد است (۴۶). در صورتی که اگر تمرین از نوع مقاومتی سنگین باشد، قسمت اعظم انرژی لازم آن، از طریق بی‌هوازی تأمین می‌شود و سلول‌های کبدی به ویژه آنزیم‌های آن، زیاد در تولید انرژی لازم درگیر نیستند؛ پس آسیب آن‌ها نیز کمتر خواهد بود (۴۷, ۴۸). با توجه به نتایج بدست آمده احتمالاً تمرینات مقاومتی در اشخاصی که دارای بیماری کبد چرب نیستند و دارای سطوح طبیعی این آنزیم‌ها هستند، تأثیر چندانی در تغییر آنزیم‌های کبدی ندارد. آمینوترانسفرازها در سرم طبیعی، فعالیت اندکی دارند و در اثر تمرینات و رقابت‌های استقامتی، کوتاه‌مدت و شدید، برونگرا و حتی ورزش‌هایی که در آن‌ها وزن بدن تحمل نمی‌شوند، مقادیر آنزیم‌های فوق افزایش می‌یابد (۴۹).

التهاب کبدی باعث پیشرفت بیماری از طریق فعال‌سازی سلول‌های استلات کبدیHSC می‌شود که نقش مهمی در ایجاد فیبروزکبدی ایفا می‌کنند و در صورت عدم درمان به سمت سیروز و سرطان سلول‌های کبدی پیشرفت می‌کند که البته با کنترل بیماری و عدم ایجاد سیروز، سرطان قابل پیشگیری است (۵۰). فعالیت ورزشی می تواند اکسیداسیون لیپیدها را تحریک و سنتز لیپیدها را در درون کبد مهار کند، که این اعمال به واسطهٔ فعالسازی مسیر AMPKانجام می شود. این آنزیم با افزایش نسبتAMP بهATP در بافتها تحریک و فعال می شود، که این افزایش نتیجه محرک فیزیولوژیکی فعالیت ورزشی است. هنگام فعالیت ورزشی، AMPK فعال می شود و فعالیت آن بعد از اتمام فعالیت ورزشی در عضله، کبد و بافت چربی باقی می ماند (۵۱). مشخص شده است که مقادیر AST، ۱۲ ساعت پس از شروع ورزش افزایش می‌یابد؛ در روز دوم، به بالاترین حد خود می‌رسد و در طول ۴ تا ۵ روز، به حد طبیعی خود باز می‌گردد. این در حالی است که مقادیر ALT، ۴ تا ۶ ساعت بعد از شروع ورزش، افزایش یافته؛ در روز دوم به بیشترین حد خود تا ۱۲ برابر حد طبیعی رسیده و در روز سوم به حد طبیعی بر می‌گردد (۳۷). اگر چه فعالیت سرمی هر دو آنزیم AST و ALT هر زمان که یکپارچگی سلول‌های کبدی تحت تأثیر بیماری‌ها قرار گیرند، بالا می‌رود، ولی ALT، آنزیم اختصاصی‌تری برای کبد می‌باشد (۵۲). روش‌های آزمایشگاهی نیز در نتایج تأثیر گذارند؛ زیرا نیمه‌عمر و شرایط نگهداری و اندازه‌گیری هر کدام از آنزیم‌ها با یکدیگر متفاوت است و عدم توجه و دقّت کافی به این مسئله می‌تواند سبب تغییر نتایج شود(۳۷). شاخص توده بدنی (BMI) با خطر کبد چرب همراه است ، با این حال ، رابطه دوز–پاسخ بین تغییرات مداوم BMI و خطر کبد چرب به طور واضح تعریف نشده است (۵۳). تحقیقات نشان داده‌اند کاهش پنج تا ده درصد وزن بدن با تغییرات پاتوفیزیولوژیک همراه است که منجر به حساسیت بیشتر به انسولین، کاهش اسیدهای چرب در کبد، کاهش در مکانیسم‌های التهابی و بهبود سطح آنزیم‌های ALT و AST می‌گردد (۵۴). در پژوهش حاضر علی‌رغم کاهش معنادار وزن و شاخص توده بدن در دو گروه تمرین+اسپیرولینا و تمرین، تغییر معناداری در هیچ‌کدام از آنزیم‌ها مشاهده نشد. لذا نیاز است که بررسی‌های

[۱] Slentz
[۲] Bemben
[۳] Hallsworth
[۴] De Piano
[۵] Alie

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

بیشتری در این زمینه انجام شود. همچنین یکی از دلایل احتمالی دیگر برای مشاهده عدم تأثیر معنادار، شاید عدم کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌ها باشد.

در مورد تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا بر آنزیم‌های کبدی ال تانتاوی[۱] (۲۰۱۶) در بررسی اثرات آنتی‌اکسیدانی مکمل اسپیرولینا در برابر آسیب کبدی ناشی از استات سرب در موش صحرایی نشان دادند مسمومیت با سرب منجر به افزایش قابل توجه در فعالیت ALT و AST شد و مکمل اسپیرولینا موفق به بهبود پارامترهای بیوشیمیایی سرم و کبد شدند و از تغییرات قابل توجه ناشی از استات سرب در پلاسما و وضعیت آنتی‌اکسیدانی کبد جلوگیری کرد (۱۷). برخی مطالعات گزارش کرده‌اند اسپیرولینا با افزایش آنزیم‌های خاص (هگزوکیناز) در کبد سبب افزایش برداشت گلوکز خون توسط کبد می‌شود. همچنین با فعال شدن این آنزیم، به طور کلی متابولیسم کربوهیدرات‌ها افزایش و سنتز داخلی چربی‌ها در بدن کاهش می‌یابد. در نهایت، مصرف اسپیرولینا می‌تواند به کاهش قند خون و بهبود پروفایل چربی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو کمک کند (۵۵). احتمالاً از دلایل تناقض در یافته‌های ذکر شده و نتایج تحقیق حاضر می‌توان به تفاوت در وضعیت آزمودنی‌ها و وضعیت آنزیم‌های کبدی اشاره کرد.

در مورد تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا و تمرین بر آنزیم‌های کبدی تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است و پژوهش حاضر برای اولین بار انجام شده است. اگرچه نیازمند پژوهش‌های بیشتری هستیم، اما در پژوهش حاضر تغییر معناداری در آنزیم‌های کبدی زنان چاق در اثر مصرف مکمل اسپیرولینا مشاهده نشد. با این حال، برخی مطالعات به بررسی اثر دیگر گیاهان آنتی‌اکسیدان بر آنزیم‌های کبدی پرداخته‌اند. رادیکال‌های آزاد باعث تخریب غشاهای سلولی از جمله هپاتوسیت‌های کبد می‌شود. با تخریب غشاهای هپاتوسیت، فعالیت آنزیم‌های کبدی افزایش می‌یابد و همین عامل باعث می‌شود که آنزیم‌هایی که در حالت طبیعی درون سیتوزول سلول قرار دارند وارد جریان خون شوند و افزایش فعالیت این آنزیم‌ها بیانگر میزان و نوع آسیب کبدی است (۵۰).

همان‌طور که در گزارش‌های پیش گفته ذکر شد، اثر تمرین بدنی بر آنزیم‌های کبدی، در همه مطالعات یکسان نبوده است. امروزه تمرین مقاومتی غیرخطی، توسعه یافته و در جامعه گرایش زیادی به آن وجود دارد؛ به علاوه، باید گزینه‌های مختلفی برای ارائه به جامعه وجود داشته باشد تا این امکان فراهم گردد که همگان بنا بر علاقه و امکانات خود، از ورزش‌های مورد نظرشان بهره‌مند شوند. با اینکه تمرینات مقاومتی، به طور وسیع در بین افراد سالم گسترش یافته است، اما در خصوص تأثیر مثبت آن‌ها بر بهبود یا پیشگیری از بیماری‌های مختلف از جمله بیماران کبد چرب در افراد چاق، دیدگاه روشنی وجود ندارد. در تحقیق حاضر همان‌طور که گفته شد در مورد اثر مکمل اسپیرولینا و تمرین مقاومتی غیرخطی بر آنزیم‌های کبدی تفاوت معناداری مشاهده نشد. این در حالی بود که هیچ‌کدام از آنزیم‌های کبدی در پژوهش حاضر تحت هیچ تغییر معناداری قرار نگرفتند. این عدم معناداری ممکن است مربوط به محدودیت های تحقیق شامل(اثر تغذیه روی پاسخ های حاصل از فعالیت ورزشی. عدم کنترل میزان انگیزش آزمودنی ها به هنگام شرکت در تمرین و آزمون، عدم کنترل اثر استرس، عدم کنترل دقیق میزان فعالیت آزمودنیها در خارج از ساعات پژوهش با این وجود نیازمند مطالعات بیشتری در این زمینه هستیم.

نتیجه‌گیری

احتمالاً هشت هفته مکمل‌گیری اسپیرولینا همراه با تمرین مقاومتی غیرخطی اثر معناداری بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی زنان چاق و در نتیجه بهبود عملکرد کبدی آن‌ها ایجاد نمی‌کند هر چند بررسی میانگین آنزیم‌های کبدی قبل از مداخله و بعد از مداخله روند کاهش آنزیم‌های کبدی را نشان داد. احتمالا کافی نبودن طول دوره تمرین و مصرف مکمل و البته عدم کنترل دقیق رژیم غذایی شاید از دلایل آن باشد. همچنین احتمال دارد، آسیب کبدی در نتیجه چاقی به حدی ایجاد نشده است که اثرگذاری تمرین و مکمل را نیازمند باشد. با این حال، از آنجا که این پژوهش برای اولین بار انجام شد، جهت نتیجه‌گیری بهتر، باید پژوهش‌های آینده با کنترل دیگر متغیرهای اثرگذار و تعداد آزمودنی بیشتر انجام شود.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از کلیه افراد شرکت‌کننده در تحقیق و افرادی که در تدوین مقاله، گردآوری مطالب، کمک‌های مالی و یا تکنیکی همکاری نموده‌اند، قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

منابع

1.Fan J-G, Kim S-U, Wong VW-S. New trends on obesity and NAFLD in Asia. Journal of Hepatology. 2017;67(4):862-873.

2.Organization WH. Fact sheet: Dengue and severe dengue, 2017 (http://www. who. int/mediacentre/factsheets/fs117/en/). Accessed; 2017.

3.Younossi ZM, Otgonsuren M, Henry L, Venkatesan C, Mishra A, Erario M, et al. Association of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) with hepatocellular carcinoma (HCC) in the United States from 2004 to 2009. Hepatology. 2015;62(6):1723-1730.

4. Bedogni G, Miglioli L, Masutti F, Tiribelli C, Marchesini G, Bellentani S. Prevalence of and risk factors for nonalcoholic fatty liver disease: the Dionysos nutrition and liver study. Hepatology. 2005;42(1):44-52.

5.Limdi J, Hyde G. Evaluation of abnormal liver function tests. Postgraduate medical journal. 2003;79(932):307-312.

6. Jorkesh Morteza, Ebadi Habib. Effect of six weeks endurance, resistance and combined endurance-resistance training on liver ALT and AST enzymes in ovariectomized rat. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2019; 6(1): 78-85.

7.Zelber-Sagi S, Nitzan-Kaluski D, Goldsmith R, Webb M, Zvibel I, Goldiner I, et al. Role of leisure-time physical activity in nonalcoholic fatty liver disease: a population-based study. Hepatology. 2008;48(6):1791-1798.

8.Angulo P. Nonalcoholic fatty liver disease. New England Journal of Medicine. 2002;346(16):1221-1231.

9.Aoi W, Ichiishi E, Sakamoto N, Tsujimoto A, Tokuda H, Yoshikawa T. Effect of exercise on hepatic gene expression in rats: a microarray analysis. Life sciences. 2004;75(26):3117-3128.

10.Gholami N, Salekzamani Y, Nahandi MZ, Sokhtehzari S, Monazami AH, Nejad MR. The effect of aerobic exercise on serum level of liver enzymes and liver echogenicity in patients with non alcoholic fatty

[۱] El-Tantawy

Copyright ©The authors

24.Lu J, Yang Y, Chen L, Ren D, Cai M, Wang J, et al. In vivo antihypertensive effect of Val-Glu-Pro in spontaneously hypertensive rats. Prog Biochem Biophys. 2011;38:353-360.
25. Lee EH, Park J-E, Choi Y-J, Huh K-B, Kim W-Y. A randomized study to establish the effects of spirulina in type 2 diabetes mellitus patients. Nutrition Research and Practice. 2008;2(4):295-300.
26. Anitha L, Chandralekha K. Effect of supplementation of Spirulina on blood glucose, glycosylated hemoglobin and lipid profile of male non-insulin dependent diabetics. Asian Journal of Experimental Biological Sciences. 2010;1(1):36-46.
27. 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):418-423.
28. Barzegarzadeh-Zarandi H, Dabidy-Roshan V. Changes in some liver enzymes and blood lipid level following interval and continuous regular aerobic training in old rats. J Shahrekord Univ Med Sci. 2012; 14 (5) :13-23.[In Persian]
29.Kim HJ, Lee YH, Kim CK. Biomarkers of muscle and cartilage damage and inflammation during a 200 km run. European journal of applied physiology. 2007;99(4):443-447.
30. Cinar K, Coban S, Idilman R, Tuzun A, Sarioglu M, BEKTAS M, et al. Long-term prognosis of nonalcoholic fatty liver disease: Is pharmacological therapy actually necessary? Journal of gastroenterology and hepatology. 2006;21(1):169-173.
31. Moradi Kelardeh B, Keshavarz S, Karimi M. Effects of Nonlinear Resistance Training with Curcumin Supplement on Liver Enzymes in Men with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. Report of Health Care. 2017;3(1):1-9.
32.Baharak Moradi Kelardeh, Mohammad Ali Azarbayjan, Maghsoud Peeri, Hasan matin homaee4. Effects of Nonlinear Resistance Training on Liver Biochemical Marker Levels in Postmenopausal Women with Nonalcoholic Fatty Liver Disease. J Rehab Med. 2017; 5(4): 136-145. .[In Persian]
33.Lee S, Bacha F, Hannon T, Kuk JL, Boesch C, Arslanian S. Effects of aerobic versus resistance exercise without caloric restriction on abdominal fat, intrahepatic lipid, and insulin sensitivity in obese adolescent boys: a randomized, controlled trial. Diabetes. 2012;61(11):2787-2795.
34. Lee S, Deldin AR, White D, Kim Y, Libman I, Rivera-Vega M, et al. Aerobic exercise but not resistance exercise reduces intrahepatic lipid content and visceral fat and improves insulin sensitivity in obese adolescent girls: a randomized controlled trial. American journal of physiology-endocrinology and metabolism. 2013;305(10):E1222-E9.
35. Ahmadian T, Tofighi A. The effect of 6-Week aerobic exercises with the spirulina supplementation consumption on aerobic performance in non-athletic girls. 3. 2016; 8 (15) :37-43.[In Persian]
36. Ghaedi Hadi, Farsi Siros, Taghipour Asrami Amir, Kaka Raheleh. The Effect of Nonlinear Resistance Training with Supplementation of Spirulina on serum Leptin and Ghrelin in obese women. Journal of Applied liver disease. Gastroenterology and Hepatology from bed to bench. 2013;6:2013-6 (Suppl. 1): Gastroenterol Hepatol Bed Bench ; 6 (Suppl. 1): S112-S116.
11.Nikseresht M, Hafezi Ahmadi MR, Hedayati M. Detraining-induced alterations in adipokines and cardiometabolic risk factors after nonlinear periodized resistance and aerobic interval training in obese men. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2016;41(10):1018-1025.
12.Fleck S. Non-linear periodization for general fitness & athletes. Journal of human kinetics. 2011;29(Special Issue):41-45.
13.Kraemer WJ, Fleck SJ. Optimizing strength training: designing nonlinear periodization workouts: Human Kinetics; 2007.
14. Solimani Shahram, Tofighi Asghar, Babaei Solmaz. Effect of 6 weeks aerobic training accompanied by dietary supplementation of spirulina on Oxidative stress index in obese inactive men followed by one session exhaustive exercise. Biannual Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2018; 5(2): 36-44.
15.Agrawal A. Pharmacological activities of flavonoids: a review. International journal of pharmaceutical sciences and nanotechnology. 2011;4(2):1394-1398.
16.Szulinska M, Gibas-Dorna M, Miller-Kasprzak E, Sulibursk a J, Miczke A, Walczak-Gałezewska M, et al. Spirulina maxima improves insulin sensitivity, lipid profile, and total antioxidant status in obese patients with well-treated hypertension: A randomized double-blind placebo-controlled study. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2017;21(10):2473-2481.
17.El-Tantawy WH. Antioxidant effects of Spirulina supplement against lead acetate-induced hepatic injury in rats. Journal of traditional and complementary medicine. 2016;6(4):327-331.
18. Bhatia KK, Puri S, Kaur R, Ahluwalia KK, Ahluwalia AS. Efficacy of Spirulina as Hepatoprotectant: A Review. Vegetos-An International Journal of Plant Research. 2016;29(special):129-136.
19. Wu Q, Liu L, Miron A, Klímová B, Wan D, Kuča K. The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of Spirulina: an overview. Archives of toxicology. 2016;90(8):1817-1840.
20. Pak W, Takayama F, Mine M, Nakamoto K, Kodo Y, Mankura M, et al. Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of spirulina on rat model of non-alcoholic steatohepatitis. Journal of clinical biochemistry and nutrition. 2012:12-18.
21.Parikh P, Mani U, Iyer U. Role of Spirulina in the control of glycemia and lipidemia in type 2 diabetes mellitus. Journal of Medicinal Food. 2001;4(4):193-199.
22.Samuels R, Mani U, Iyer U, Nayak U. Hypocholesterolemic effect of Spirulina in patients with hyperlipidemic nephrotic syndrome. Journal of medicinal food. 2002;5(2):91-96.
23. Moura LPd, Gurjão ALD, Jambassi Filho JC, Mizuno J, Suemi C, Mello MARd. Spirulina, exercise and serum glucose control in diabetic rats. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia. 2012;56(1):25-32.

Copyright ©The authors

marker of metabolism of bone formation in young women. 2009; 16(4):79-88.[In Persian]
46. Vakili J, Sasan RA, Ordibazar F. Effect of 8 weeks endurance training with Chlorella Vulgaris supplementation on liver enzymes levels in women with type 2 diabetes. Majallah-i pizishki-i Danishgah-i Ulum-i Pizishki va Khadamat-i Bihdashti-i Darmani-i Tabriz. 2019;40(6):88-97.
47. Mougios V. Exercise biochemistry: Human Kinetics Publishers; 2019.
48. Bashiri J, Hadi H, Bashiri M, Nikbakht H, Gaeini A. Effect of concurrent creatine monohydrate ingestion and resistance training on hepatic enzymes activity levels in non-athlete males. Iranian journal of endocrinology and metabolism. 2010;12(1):42-47.[In Persian]
49. Martínez AC, Villa G, Aguiló A, Tur JA, Pons A. Hand strike-induced hemolysis and adaptations in iron metabolism in Basque ball players. Annals of nutrition and metabolism. 2006;50(3):206-213.
50. Bagherieh hagh H S, Nasri S, Kerishchi Khiabani P. The Effects Of Romarinus Officinalis Leaf Hydroalcoholic Extract On Histopathology And Enzymes Activity Of Liver In Alloxan Induced Diabetic Rats. ijdld. 2018; 17 (4) :189-197.[In Persian]
51. Fathi m, Khairabadi s, Ramezani f, Hejazi k. Histopathology And Enzymes Activity Of Liver In Alloxan Induced Diabetic Rats. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2018;17(4):189-97. .[In Persian]
52. Burtis C, Ashwood E, Bruns D. Clinical biochemistry tietz: analyte and pathophysiology. translate by: Amirrasouli H. Tehran: Ketab Arjmand publication; 2011. p26.
53. Fan R, Wang J, Du J. Association between body mass index and fatty liver risk: A dose-response analysis. Scientific reports. 2018;8(1):1-7.
54. Brea A, Puzo J. Non-alcoholic fatty liver disease and cardiovascular risk. International journal of cardiology. 2013 Aug 20;167(4):1109-1117.
55. Hooshmand B, Attarzade Hosseini S, Kordi M, Davaloo T. The effect of 8-week aerobic exercise with spirulina supplementation consumption on plasma levels of MDA, SOD and TAC in men with type 2 diabetes. Sport Physiol Manag Investig. 2018;10(4):139-148.[In Persian]
Health Studies in Sport Physiology. 2019; 6(1): 69-77.[In Persian]
37. Barani F, Afzalpour ME, Ilbiegi S, Kazemi T, Mohammadi Fard M. The effect of resistance and combined exercise on serum levels of liver enzymes and fitness indicators in women with nonalcoholic fatty liver disease. Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2014;21(2):188-202.
38. Ranjbar K, Nazem F, Hashemi S. Effect of Continuous Aerobic Training on Serum Levels of Liver Injury Indices in Rats with Myocardial Infarction. 2016;18 (1):46-53.[In Persian]
39.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. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2011;301(5):E1033-E9.
40. Bemben D, Palmer I, Abe T, Sato Y, Cramer J, Bemben M. Effects of a Single Bout of Low Intensity KAATSU Resistance Training on Markers of Bone Turnover in Men: 2754Board# 28 8: AM–9: AM. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2006;38(5):S531.
41. Hallsworth K, Fattakhova G, Hollingsworth KG, Thoma C, Moore S, Taylor R, et al. Resistance exercise reduces liver fat and its mediators in non-alcoholic fatty liver disease independent of weight loss. Gut. 2011;60(9):1278-1283.
42. de Piano A, de Mello MT, Sanches PdL, da Silva PL, Campos RM, Carnier J, et al. Long-term effects of aerobic plus resistance training on the adipokines and neuropeptides in nonalcoholic fatty liver disease obese adolescents. European journal of gastroenterology & hepatology. 2012;24(11):1313-1324.
43. Alie M, Matinhommaee H, Azarbayjani M, Peeri M. The effect of resistance training intensity on enzymatic and nonenzymatic markers of liver function in obese males. Ind J Fund Appl Life Sci. 2015;5(2):101-110.
44. Nabizadeh Haghighi A, Shabani R. Comparing Effects of Medication Therapy and Exercise Training with Diet on Liver enzyme Levels and Liver Sonography in Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD). J Fasa Univ Med Sci. 2016; 5 (4) :488-500.[In Persian]
45. Tartibian B, MOUTAB SN. Effects of 9-weeks high intensity aerobic exercises on parathyroid hormone and

Copyright ©The authors