Journal of Birjand University of Medical Sciences

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[1], Mehdi Mogharnasi[1]*, Marziyeh Saghebjoo[1], Mohammad Malekaneh[2], Hadi Sarir[3]

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

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

مقاله اصیل پژوهشی

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[۱]، محمد ملکانه[۲]، هادی سریر[۳]

چکیده

زمینه و هدف: مکمل‌های گیاهی توأم 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 وکاربردی بود. به همین منظور۶۰ مرد دارای اضافه وزن و چاق با شاخص توده بدن بیشتر از ۲۵ (کیلوگرم بر متر مربع) و با دامنه سنی۳۰ 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 مدّت هشت هفته روزانه دو عدد کپسول۵۰۰ 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 ست‌ها اجرا شد.

یافته‌ها: مقادیر تری گلیسیرید، لیپوپروتئین پرچگال آزمودنی‌ها بین گروه‌های تحقیق تفاوت معنی‌داری را نشان دادند ($P<۰/۰۵$). 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؛ امّا مقادیر لیپوپروتئین پرچگال، آلانین آمینو ترانسفراز در گروه تمرین+ اسپیرولینا افزایش معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد جلبک سبز– آبی (اسپیرولینا) توأم 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 نمابر: ۰۵۶۳۲۲۰۲۲۴۰ پست الکترونیکی: mogharnasi@birjand.ac.ir

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

مقدمه

چاقی نتیجه افزایش بافت چربی اضافی و عدم تعادل بین غذای دریافتی و انرژی مصرفی می‌باشد و به عنوان یک اپیدمی 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). فعّالیت بدنی باعث می‌شود خطر بیماری‌های قلبی- عروقی و عواملی نظیر کلسترول تام، تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین خیلی کم چگال، عامل خطر بیماری‌های قلبی[1] و درصد چربی زیر پوستی[2] کاهش یابد و از طرف دیگر، فعالیت بدنی باعث می‌شود عامل محافظ قلب - عروق یعنی لیپوپروتئین پرچگال افزایش یابد (۳). در تحقیق جهانتیغ و همکاران پس از هشت هفته تمرین ترکیبی و مصرف مکمل سیر[3] در پسران غیرفعال تری گلیسیرید کاهش معنی‌داری داشته و امّا آدیپونکتین و لیپوپروتئین پر چگال افزایش معنی‌داری داشت (۴). افراد دارای اضافه وزن و چاق عمدتاً به بیماری‌های قلب و عروق، دیابت و کبد چرب و.. مبتلا می‌شوند(۵). آسپارتات آمینوترانسفراز [4]و آلانین آمینوترانسفراز [5]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 تری گلیسیرید، 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 قهفرخی و همکاران پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی به همراه مصرف مکمل چای سبز افزایش معنی‌داری لیپوپروتئین پرچگال و کاهش معنی‌داری سطوح آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز را مشاهده کردند؛ امّا مقادیر سطوح گلوکز ناشتا، تری‌گلیسیرید، کلسترول‌تام، لیپوپروتئین کم چگال تغییر معنی‌داری نداشت (۸). امروزه استفاده از مکمّل‌های گیاهی توأم با تمرینات ورزشی مورد توجه محققان قرار گرفته است. امروزه در دنیا از جلبک سبز-آبی اسپرولینا به عنوان یک مکمل غذایی غنی مطرح است حاوی ویتامین‌های بتا کاروتن، B، E، پروتئین‌های با ارزش بالا، مواد معدنی و اسید گاما لینولئیک است (۹). بررسی‌ها نشان داده است که مکمّل 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 علّت 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 توام با مصرف اسپیرولینا در مردان دارای اضافه وزن و چاق افزایش معنی‌داری سطوح آیریزین را مشاهده کردند (۱۳). گلستانی و همکاران متعاقب چهار هفته تمرین تناوبی با شدت بالا توأم با مصرف مکمل اسپیرولینا افزایش معنی‌داری سطوح نسفاتین-۱ و امنتین-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 شیوع اضافه وزن و چاقی و تمایل مردم به سمت مکمل‌های طبیعی، بدون ماده افزودنی و به‌خصوص 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.

[1] Risk Factor(RF)
[2] Percent of Body fat (BFP)
[3] Allium Sativum
[4] Aspartate aminotransferase (ALT)
[5] Alanine aminotransferase (AST)

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

روش تحقیق

روش اجرای این تحقیق نیمه تجربی، کاربردی و به صورت یک سورکور، بود. نداشتن بیماری‌هایی از جمله: دیابت، سرطان، 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 (PAR-Q)[1] مورد بررسی قرار گرفت. همچنین آسیب دیدگی و عدم حضور در تمرینات 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 تمرین + اسپیرولینا، تمرین+ دارونما، اسپیرولینا، دارونما به روش تصادفی ساده (با جایگزین) قرار گرفتند. سپس به آزمودنی‌ها اطلاع رسانی لازم در خصوص مکان، زمان، شیوه اجرای تمرینات نحوه مصرف مکمل اسپیرولینا توسط محقق انجام شد و آزمودنی‌ها رضایت خود را برای حضور در این تحقیق کاملا آگاهانه اعلام نمودند.

مصرف مکمل اسپیرولینا و کنترل رژیم غذایی

آزمودنی‌های گروه‌های تمرین + اسپیرولینا، اسپیرولینا به مدت هشت هفته روزانه دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیرولینا را در دو نوبت صبح و عصر مصرف نمودند(۱۷). همچنین گروه‌های تمرین+ دارونما، دارونما کپسول دارونما (محتوی نشاسته) ۵۰۰ میلی گرمی با وزن، ظاهر و بسته کاملا شبیه با کپسول‌های اسپیرولینا دریافت کردند. مکمل اسپیرولینا 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 خوراک (FFQ)[2] ارزیابی شد(۱۸). این پرسشنامه هفته‌ای یک بار هر هفته توسط آزمودنی‌ها تکمیل می‌شد و اطلاعات دریافتی یادداشت می‌شد. کدهای مواد غذایی مصرفی ذکر شده در پرسشنامه با استفاده هرم راهنمای مواد غذایی وزارت جهاد کشاورزی ایالات متحده آمریکا (USDA)[3] مشخص شد. میانگین انرژی دریافتی درشت مغذی‌ها (کربوهیدرات، چربی، پروتئین) به صورت هفتگی با نرم افزار تغذیه N4[4] تحلیل شد.

برنامه تمرین

برنامه تمرینی بر اساس طراحی نیک سرشت و همکاران، (۱۹) و طبق مدل پیشنهادی فلک (۲۰) در فضای سرپوشیده و در دمای (۲۴-۲۰) 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 و۴۰ 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 تمرین محاسبه و آزمودنی‌ها برنامه تمرین را طبق درصد یک تکرار بیشینه جدید اجرا نمودند (جدول۱ و ۲). محتوای تمرینات مقاومتی در این تحقیق، در ۱۲ ایستگاه و۱۲ 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 هالتر تا چانه، جلو بازو با هالتر بود که با رعایت اصل اضافه بار با فواصل استراحتی بین ست‌ها و ایستگاها به ترتیب ۱، ۱-۲و ۳-۵ دقیقه به ترتیب برای شدت‌های خیلی سبک، سبک و متوسط، سنگین انجام شد.

((۰/۰۲۷۸×تعداد تکرار تا خستگی)/ ۱/۰۲۷۸) / وزن جا به جا شده (کیلوگرم)= یک تکرار بیشینه

[1] Physical Activity Readiness Questionaire
[2] Food Frequency questionnaire
[3] United States Department of Agriculture
[4] Nutritionist4

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

سنجش بیوشیمیایی

نمونه‌گیری در دو نوبت پیش آزمون و ۴۸ ساعت پس از پایان جلسه تمرین با رعایت ۱۲ ساعت به حالت ناشتایی به میزان ۱۰ میلی‌لیتر بین ساعت ۷ تا۱۰ صبح توسط کارشناس علوم آزمایشگاهی با بستن شریان بند از سیاهرگ آنتی کوبیتال بازویی سمت چپ گرفته شد و[1]به منظور جلوگیری از لخته شدن در لوله‌های CBC از ماده ضد انعقاد (EDTA) استفاده شد. نمونه خونی در هر دو نوبت (پیش آزمون و پس آزمون) فورا با دستگاه سانتریفیوژ Rotofix32A مدل Hettieh ساخت کشور آلمان سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه و دمای محیط) شد و پلاسما 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 مربیان متخصص اجرا نمودند (جدول ۲، ۱). به منظور اندازه‌گیری مقادیر لیپوپروتئین کم چگال، کلسترول، تری گلیسیرید، لیپوپروتئین پرچگال، آسپارات ترانس آمیناز، آلانین آمینوترانسفراز از دستگاه prestige 24 و selectr ساخت کشور آلمان استفاده شد.

ملاحظات اخلاقی

این تحقیق پس از اخذ مجوز کمیته اخلاق 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 هلیسنکی و انجمن روانشناسی آمریکا [2] تمامی شرایط از جمله، تغییر رویکرد در موقع خطرناک، دادن اطلاعات به آزمودنی‌ها از خطرات روانی، تصمیم منسجم در یافته‌ها و به دور از فریبکاری، 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.

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<۰/۰۵ استفاده شد. تمامی مراحل با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شد.

جدول ۱- ترتیب جلسات در برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
جلسه اول	L	L	M	VL	M	L	VL	H
جلسه دوم	M	VL	H	H	M	M	M	VL
جلسه سوم	L	H	L	L	L	H	L	M

خیلی سبک(VL) سبک(L) متوسط(M) سنگین(H)

[1] Ethylenediaminetetra-acetic.Acid
[2] American Psychological Association

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

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

شدت حرکات	خیلی سبک			سبک			متوسط			سنگین		
حرکات	ست	تکرار	مقاومت (د صد)	ست	تکرار	مقاومت	ست	تکرار	مقاومت (د صد)	ست	تکرار	مقاومت
پرس پا	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
پرس سینه	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
پرس سینه شیب دار	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	–	–	–	–	–	–
پارویی نشسته	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
لیفت مرده	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
شکم با زانوی خمیده	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
کشش از بالا	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	–	–	–
بلند شدن روی پنجه پا	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
پشت ران	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
پرس شانه	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
کشش هالتر تا چانه	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰
جلو بازو با هالتر	۱	۲۰	۴۰	۲	۱۵	۶۰	۳	۱۰	۷۵	۳	۴	۹۰

یافته‌ها

میانگین سن (سال) و قد (متر) آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرین+ اسپیرولینا، تمرین+ دارونما، اسپیرولینا و دارونما در جدول ۴ذکر شده است. طبق آزمون آنالیز واریانس یک طرفه متغیرهای تحقیق لیپوپروتئین پرچگال(P=۰/۵۳)، لیپوپروتئین کم چگال(P=۰/۶۲)، آلانین آمینو ترانسفراز (P=۰/۹۹) و کلسترول (P=۰/۹۳) اسپارتات آمینو ترانسفراز (P=۰/۸۲) و تری گلیسیرید(P=۰/۹۹) در مرحله پیش آزمون تفاوت معنی‌داری نداشتند. اطلاعات جمع آوری شده با پرسشنامه بسامد خوراک (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>۰/۰۵) (جدول ۳). میانگین، انحراف معیار و تغییرات درون گروهی و بین گروهی شاخص‌های توصیفی متغیرها قبل و بعد از مداخله در چهار گروه مورد مطالعه در جدول ۴ آمده است. در مقایسه بین گروهی مقادیر تری‌گلیسیرید بین گروه‌های تمرین+ اسپیرولینا و اسپیرولینا، تمرین+ اسپیرولینا و دارونما و تمرین+ دارونما و دارونما و مقادیر لیپوپروتئین پرچگال بین گروه‌های تمرین+ دارونما و دارونما تفاوت معنی‌داری داشت (جدول۵ و ۴) (P<۰/۰۵). همچنین در بررسی درون گروهی طبق آزمون T همبسته مقادیر اسپارتات آمینو ترانسفراز و کلسترول در گروه‌های تمرین + اسپیرولینا، سطوح تری گلیسیرید، لیپوپروتئین کم چگال در گروه تمرین+ اسپیرولینا و تمرین+ دارونما کاهش معنی‌داری را نشان داد؛ امّا مقادیر لیپوپروتئین پرچگال، آلانین آمینو ترانسفراز در گروه تمرین+ اسپیرولینا افزایش معنی‌داری داشت(جدول۴) (P<۰/۰۵). در گروه دارونما مقادیر تری گلیسیرید، کلسترول، لیپوپروتئین پرچگال، لیپوپروتئین کم چگال، آلانین آمینو ترانسفراز، اسپارتات آمینو ترانسفراز تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

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

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

جدول۴- تغییرات متغیرهای تحقیق در گروه‌های مختلف

آماره / متغیر	گروه	تمرین+ اسپیرولینا	تمرین+ دارونما	اسپیرولینا	دارونما	P بین گروهی
		انحراف استاندارد± میانگین	انحراف استاندارد± میانگین	انحراف استاندارد± میانگین	انحراف استاندارد± میانگین	
سن (سال)	-	۳۶/۰۰±۶/۱۹	۳۷/۰۶±۶/۴۴	۳۹/۳۳±۱۰/۹۶	۳۵/۴۰±۸/۷۱	-
تری گلیسیرید (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	پیش آزمون	۱۸۱/۴۶ ± ۵۴/۴۷	۱۸۴/۱۳ ± ۳۱/۹۶	۱۷۹/۴۰ ± ۴۳/۸۴	۱۸۵/۲۰ ± ۳۱/۷۵	*۰/۰۱
	پس آزمون	۱۵۳/۲۶ ± ۳۷/۵۳	۱۶۴/۲۰ ± ۳۱/۰۹	۱۶۵/۹۳ ± ۴۷/۹۴	۱۸۰/۶۰ ± ۳۰/۷۸	
	P درون گروهی	*۰/۰۱	*۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۲۴	
لیپوپروتئین پرچگال (میلی گرم بر دسی لیتر)	پیش آزمون	۳۸/۰۶ ± ۳/۴۷	۳۶/۲۶ ± ۴/۲۸	۳۷/۶۶ ± ۳/۴۵	۳۷/۶۶ ± ۷/۱۲	*۰/۰۴
	پس آزمون	۴۲/۱۳ ± ۳/۸۱	۳۷/۴۶ ± ۴/۳۲	۳۸/۴۶ ± ۵/۸۷	۳۸/۶۰ ± ۵/۴۸	
	P درون گروهی	*۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۶۸	۰/۶۷	
لیپوپروتئین کم چگال (میلی گرم بر دسی لیتر)	پیش آزمون	۱۰۴/۶۶ ± ۲۲/۰۴	۹۸/۷۳ ± ۱۷/۲۶	۹۶/۹۳ ± ۱۹/۷۵	۹۵/۸۶ ± ۱۹/۹۴	۰/۲۹
	پس آزمون	۹۱/۴۶ ± ۲۰/۷۷	۹۰/۷۳ ± ۱۶/۵۴	۹۴/۵۳ ± ۲۰/۰۸	۹۱/۱۳ ± ۲۵/۶۵	
	P درون گروهی	*۰/۰۱	*۰/۰۱	۰/۵۸	۰/۴۶	
کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)	پیش آزمون	۱۷۴/۸۷ ± ۳۰/۶۴	۱۷۷/۳۳ ± ۳۱/۶۶	۱۷۷/۴۰ ± ۲۹/۸۰	۱۷۲/۲۶ ± ۲۴/۳۸	۰/۰۵
	پس آزمون	۱۵۷/۷۳ ± ۳۳/۲۸	۱۷۳/۹۳ ± ۳۰/۳۰	۱۷۲/۰۰ ± ۴۵/۲۵	۱۶۷/۲۶ ± ۲۹/۵۱	
	P درون گروهی	*۰/۰۱	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۲۱	
آلانین آمینو ترانسفراز (میلی گرم بر دسی لیتر)	پیش آزمون	۱۸/۰۰ ± ۳/۷۰	۱۸/۲۷ ± ۷/۲۴	۱۷/۶۳ ± ۳/۸۲	۲۰/۳۶ ± ۱۱/۹۵	۰/۴۷
	پس آزمون	۱۸/۴۵ ± ۵/۶۸	۱۹/۱۸ ± ۶/۳۸	۱۸/۴۵ ± ۶/۹۰	۲۵/۸۱ ± ۱۳/۳۱	
	P درون گروهی	*۰/۰۳	۰/۶۵	۰/۷۵	۰/۹۷	
اسپارتات آمینو ترانسفراز (میلی گرم بر دسی لیتر)	پیش آزمون	۲۲/۵۹ ± ۳/۳۶	۲۲/۵۴ ± ۸/۶۷	۲۷/۱۸ ± ۱۲/۳۵	۲۷/۹۰ ± ۱۱/۸۹	۰/۲۰
	پس آزمون	۱۸/۹۰ ± ۶/۹۶	۱۹/۰۹ ± ۶/۰۴	۲۱/۰۹ ± ۷/۵۴	۲۵/۸۱ ± ۱۳/۳۱	
	P درون گروهی	*۰/۰۳	۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۲۸	

*نشان تفاوت معنی‌داری آماری

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

جدول ۵- آزمون تعقیبی LSD متغیرهای لیپوپروتئین پر چگال و تری گلیسیرید در گروه‌های مختلف تحقیق

متغیر	گروه	گروه‌ها	انحراف استاندارد± میانگین	سطح معنی داری
تری گلیسیرید (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	تمرین+ اسپیرولینا	تمرین+ دارونما	۶/۸۳ ±۲/۴۰	۰/۷۲
		اسپیرولینا	۱۵/۰۰ ±۲/۴۰	*۰/۰۳
		دارونما	۱۹/۴۶ ±۲/۴۰	*۰/۰۱
	تمرین+ دارونما	تمرین+ اسپیرولینا	۲/۴۰ ±۲/۴۰	۰/۷۲
		اسپیرولینا	۱۲/۶۰ ±۲/۴۰	۰/۰۷
		دارونما	۱۷/۰۶ ±۲/۴۰	*۰/۰۱
	اسپیرولینا	تمرین+ اسپیرولینا	۱۵/۰۰ ±۲/۴۰	*۰/۰۳
		تمرین+ دارونما	۱۲/۶۰ ±۲/۴۰	۰/۰۷
		دارونما	۴/۴۶ ±۲/۴۰	۰/۵۱
	دارونما	تمرین+ اسپیرولینا	۱۹/۴۶ ±۲/۴۰	*۰/۰۱
		تمرین+ دارونما	۱۷/۰۶ ±۲/۴۰	*۰/۰۱
		اسپیرولینا	۴/۴۶ ±۲/۴۰	۰/۵۱
لیپوپروتئین پرچگال (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	تمرین+ اسپیرولینا	تمرین+ دارونما	۱/۱۳ ±۱/۴۹	۰/۱۵
		اسپیرولینا	۰/۳۳ ±۱/۴۹	۰/۸۲
		دارونما	۲/۲۰ ±۱/۴۹	۰/۱۴
	تمرین+ دارونما	تمرین+ اسپیرولینا	-۱/۱۳ ±۱/۴۹	۰/۱۵
		اسپیرولینا	۲/۴۶ ±۱/۴۹	۰/۱۰
		دارونما	۴/۳۳ ±۱/۴۹	*۰/۰۱
	اسپیرولینا	تمرین+ اسپیرولینا	-۰/۳۳ ±۱/۴۹	۰/۸۲
		تمرین+ دارونما	-۲/۴۶ ±۱/۴۹	۰/۱۰
		دارونما	۲/۲۰ ±۱/۴۹	۰/۲۱
	دارونما	تمرین+ اسپیرولینا	-۲/۲۰ ±۱/۴۹	۰/۱۴
		تمرین+ دارونما	-۴/۳۳ ±۱/۴۹	*۰/۰۱
		اسپیرولینا	-۲/۲۰ ±۱/۴۹	۰/۲۱

*نشان تفاوت معنی‌داری آماری

بحث

در مقایسه بین گروهی مقادیر لیپوپروتئین پرچگال بین گروه‌های تمرین+ دارونما و دارونما همچنین مقادیر تری گلیسیرید بین گروه‌های تمرین+ اسپیرولینا و اسپیرولینا، تمرین+ اسپیرولینا و دارونما و تمرین+ دارونما و دارونما تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین در بررسی درون گروهی مقادیر اسپارتات آمینو ترانسفراز و کلسترول در گروه‌های تمرین + اسپیرولینا و لیپوپروتئین کم‌چگال و تری گلیسیرید در گروه تمرین+ اسپیرولینا و تمرین+ دارونما، کاهش معنی‌داری داشته؛ امّا مقادیر لیپوپروتئین پرچگال، آلانین آمینو ترانسفراز در گروه تمرین+ اسپیرولینا افزایش معنی‌داری داشت. با توجه به این که تحقیق مستقیمی که تمرینات مقاومتی دایره‌ای و مصرف مکمل اسپیرولینا 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 جهانتیغ و همکاران، مقرنسی و همکاران، نژاد سلیم و همکاران همسو و با نتایج پژوهش الله وردی و همکاران، حیدری و همکاران و ایزدی قهفرخی و همکاران ناهمسو است. علّت تفاوت در نتایج تحقیقات مختلف ممکن است ریشه در عواملی همچون مدت و شدت دوره تمرین، پروتکل تمرین، همچنین نژاد سلیم و جنس

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

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 هوازی تناوبی با شدت بالا و متوسط مشاهده کردند؛ امّا سطوح پلاسمایی کلسترول کاهش معنی‌داری داشت (۲۳، ۲۲). ناهمسویی تغییرات لیپوپروتئین پرچگال و کم چگال احتمالا به دلیل نوع تمرین متفاوت باشد. همچنین نژاد سلیم و همکاران پس از هشت هفته تمرین مقاومتی در مردان دارای اضافه وزن و چاق مبتلابه کبد چرب کاهش معنی‌داری سطوح اسپارتات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز را مشاهده کردند (۷). همسویی نتایج نژاد سلیم و همکاران با تغییرات آنزیم‌های 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 علّت اثر تمرینات بر مکانیسم‌های داخلی بدن است که در دستگاه غدد درون ریز، به‌خصوص 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). دیوراز 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 به‌خصوص تری گلیسیرید، کلسترول تام، لیپوپروتئین کم چگال با تحقیق حاضر به نظر می‌رسد در نوع شیوه تمرین باشد. همچنین جهانتیغ 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، تری‌گلیسیرید و لیپوپروتئین کم چگال کاهش معنی‌داری داشت؛ امّا مقادیر لیپوپروتئین پر چگال افزایش معنی‌داری یافت (۵) که یافته‌ها با نتایج تحقیق حاضر همسو است. تمرین مقاومتی به‌طور مطلوب باعث کاهش لیپوپروتئین کم چگال (۲۶) و افزایش لیپوپروتئین با چگالی بالا می‌شود (۲۷). در مجموع پاسخ‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی تمرین مقاومتی را از تمرینات هوازی متمایز نمایان ساخته است. از سویی دیگر بین شیوه‌های مختلف تمرین مقاومتی، روش دایره‌ای برای دانسیته مویرگی و آنزیم‌های 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 می گذارد (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 آنابولیک 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 انداختن 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

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

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

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد مکمل گیاهی اسپیرولینا توأم با تمرین مقاومتی بهتر از تمرین به تنهایی در متابولیسم لیپیدها به‌خصوص چربی زیر پوستی و احشایی در افراد چاق مؤثرتر باشد. البته تأیید نتایج به‌دست آمده به بررسی بیشتری نیاز دارد. همچنین چون آزمودنی‌ها انسان بود، نقش کنترل برنامه رژیم غذایی در کسب نتایج مختلف و متفاوت را نباید نادیده گرفت. تفاوت‌ها ممکن است ریشه در عواملی همچون مدت و شدت دوره تمرین، پروتکل تمرین، همچنین نژاد و جنس آزمودنی‌ها باشد. لذا پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی تغییرات نیمرخ لیپیدی و آنزیم های کبدی با اجرای شیوه‌های متفاوت تمرین و با شدت‌های مختلف بررسی شود، همچنین مصرف مکمل اسپیرولینا با دوزهای مصرف بالاتر و با کنترل کامل رژیم غذایی در محیط‌های شبانه‌روزی که نظارت بیشتری بر آزمودنی‌ها وجود دارد مورد مطالعه قرار گیرد.

تقدیر و تشکّر

این مقاله برگرفته از کار جانبی رساله دکتری مصوب شده به شماره (۷۹۵/د/۱۳۹۸) دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند می‌باشد. از همه آزمودنی‌هایی که در این تحقیق ما را یاری کردند، تشکّر و قدردانی می‌نماییم.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در تحقیق حاضر وجود ندارد.

منابع:

1- Monteiro AG, Aoki MS, Evangelista AL, Alveno DA, Monteiro GA, Picarro 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.

2- Galic 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

3- 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.

4- 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

5- 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

6- 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.

7- 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.

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

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.

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.

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.

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. ijdld. 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

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.

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

19- Nikseresht M A-AH, Azarbayjani 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.

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. [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.

24- Goto K, Ishii N, Takamatsa 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

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.

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.

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]

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

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.

[DOI: 10.32592/JBirjandUnivMedSci.2021.28.3.103]