

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال ششم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۳۹۸

صفحات ۶۹-۷۷

مقاله پژوهشی

تاثیر تمرین مقاومتی غیر خطی همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا بر لپتین و گرلین سرم زنان چاق

راحله کاکا^۱، هادی قائدی^{۲*}، سیروس فارسی^۳، امیر تقی پور اسرمی^۴
تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۲۵

چکیده

هدف: چاقی بزرگ ترین چالش سلامت همگانی در قرن حاضر است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر تمرین مقاومتی غیر خطی همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا بر سطوح لپتین و گرلین زنان چاق بود. **روش شناسی:** بدین منظور ۴۰ زن چاق ($BMI \geq 30$) و بالاتر به طور تصادفی در چهار گروه تمرین مقاومتی غیر خطی، مکمل اسپیرولینا، تمرین مقاومتی غیر خطی + مکمل اسپیرولینا و دارونما (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. 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 و سطوح سرمی لپتین و گرلین اندازه گیری شد. برنامه تمرین مقاومتی غیر خطی شامل اجرای تمرین وزنه در شدت های مختلف و با تاکید بر استقامت عضلانی و با یک الگوی زمان بندی منعطف بود. افراد گروه مکمل، روزانه ۲ عدد کپسول اسپیرولینا ۵۰۰ میلی گرمی مصرف کردند. قبل و بعد از مداخله، نمونه خونی گرفته شد. جهت آزمون فرضیه ها از تحلیل واریانس آمیخته بین-درون گروهی در یک طرح 4×2 (۴ گروه و ۲ زمان) استفاده شد و در صورت مشاهده تفاوت معنادار نیز از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. **یافته ها:** تغییر معناداری در سطوح گرلین مشاهده نشد. سطوح لپتین در دو گروه تمرین + اسپیرولینا و تمرین در مقایسه با دو گروه دیگر به طور معنادار کاهش یافت. بین تغییرات متغیرهای دو گروه تمرین مقاومتی غیر خطی + اسپیرولینا و تمرین مقاومتی غیر خطی و نیز بین تغییرات متغیرهای دو گروه اسپیرولینا و دارونما تفاوت معنادار نبود. **نتیجه گیری:** احتمالاً هشت هفته تمرین مقاومتی غیرخطی منجر به بهبود متابولیسم چربی در جهت پیشگیری بیماری های ناشی از اضافه وزن و چاقی نظیر بیماری های قلبی و دیابت در زنان چاق می شود.

واژه های کلیدی: تمرین مقاومتی، اسپیرولینا، هورمون لپتین و گرلین، چاقی.

نحوه ارجاع: قائدی هادی، فارسی سیروس، تقی پور اسرمی امیر، کاکا راحله. تاثیر تمرین مقاومتی غیر خطی همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا بر لپتین و گرلین سرم زنان چاق. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۸؛ ۶(۱): ۶۹-۷۷.



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

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران.
۲. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران. (نویسنده مسئول):
ghaedi.hadi@gmail.com
۳. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران.
۴. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده فنی و حرفه ای سما، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران.

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology

Volume 6, Number 1
Spring /Summer 2019
69-77

Original Article

The Effect of Nonlinear Resistance Training with Supplementation of Spirulina on serum Leptin and Ghrelin in obese women

Raheleh Kaka¹, Hadi Ghaedi^{*2}, Siros Farsi³, Amir Taghipour Asrami⁴

Received 10 June 2019; Accepted 16 July 2019

Abstract

Aim: Obesity is the greatest public health challenge in ages. The purpose of this study was to investigate the effect of nonlinear resistance training along with supplementation of Spirulina on serum Leptin and Ghrelin in obese women. **Methods:** A sample of 40 healthy obese women with body mass index $BMI \geq 30$ were selected through stratified sampling method. They were randomly assigned to four groups of nonlinear resistance training, Spirulina supplement, nonlinear resistance training + Spirulina supplementation and Placebo ($n=10$). Interventions were done for 8 weeks. 24 hours before and 48 hours after the end of the interventions, blood samples were taken from all four groups in a 12-hour fasting state. For each sample, leptin and Ghrelin serum levels were measured by ELISA method. The nonlinear resistance training program included exercising weight training at varying intensity, with emphasis on muscular endurance. Supplements and placebo daily consumed 2 capsules of 500 mg of Spirulina or starch. In order to compare and evaluate the variables in four groups of research and in two blood sampling times, the inter-interstitial analysis of variance analysis was used in a 4×2 test and the Tukey's test was used to find means that are significantly different from each other. **Results:** There was no significant change in the level of Ghrelin. Leptin levels decreased significantly in the two groups nonlinear resistance training + Spirulina supplementation and nonlinear resistance training compared to the other two groups. There was no significant difference between the variables of the two nonlinear resistance training + Spirulina supplementation and nonlinear resistance training groups and between the variables of the two groups of Spirulina and placebo. **Conclusions:** Probably eight weeks of nonlinear resistance training will lead to improved fat metabolism in overweight and obesity-related diseases such as heart disease and diabetes in obese women.

Keywords: Resistance Training, Spirulina, Leptin and Ghrelin hormones, Obese Women



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

1. MSc. Department Exercise Physiology, Islamic Azad University Of Lamerd, Lamerd, Iran.

2. Associate Professor of Exercise Physiology, Islamic Azad University Of Lamerd, Lamerd, Iran. (Corresponding Author): ghaedi.hadi@gmail.com

3. Assistant Professor of Exercise physiology, Islamic Azad University Of Larestan, Larestan, Iran.

4. Associate Professor of Exercise physiology, Sama Technical and Vocational College of Qaemshahr, Qaemshahr, Iran.

Cite as: 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 Health Studies in Sport Physiology*. 2019; 6(1): 69-77.

لپتین یک هورمون چربی مانند است که به طور عمده در بافت چربی سفید تولید می شود. همچنان که محتوای چربی افزایش می یابد میزان ترشح آن نیز افزایش می یابد و باعث ارسال سیگنال هایی به گیرنده ها در هیپوتالاموس می شود تا اشتها را کاهش و هزینه انرژی را افزایش دهد. نقش فیزیولوژیکی اصلی لپتین احتمالاً از طریق جلوگیری از ترشح آن در طول گرسنگی و لاغری، برای افزایش اشتها است (۲). شواهد اخیر نشان می دهد که لپتین اثرات CCK^۲ را در مهار مصرف غذا تقویت می کند و این تعامل در چاقی متوقف می شود (۱۶). با وجود تحقیقات متعدد نقش پاتوفیزیولوژیک لپتین در چاقی انسان کمتر مشخص شده است. این نقص ممکن است ناشی از عواملی مانند ناتوانی لپتین در عبور از تأخیر خونی مغز، ناتوانی در جفت شدن با نورپپتید Y و در نتیجه تغییر در مقدار دریافت غذا و نقص در پیام رسانی به گیرنده لپتین در مغز باشد (۱۷). نقش فعالیت بدنی جهت انتقال لپتین به مغز، به عنوان راهی برای غلبه بر مقاومت به لپتین پیشنهاد شده است (۲). نشان داده شده است، مقدار لپتین سرم با درصد چربی بدن همبستگی زیادی دارد و به دنبال کاهش وزن، مقدار لپتین نیز کاهش می یابد (۳). این مفهوم که مشارکت در تمرینات ورزشی، فعالیت لپتین را تقویت می کند بر اساس شواهدی که تمرین، هنگامی که با کاهش وزن همراه است، باعث کاهش قابل توجهی در غلظت لپتین ناشتا دارد، حمایت می شود (۱۸). یک مطالعه اخیر در افراد دارای اضافه وزن و چاق نشان داد که غلظت لپتین در هر دو حالت ناشتایی و پس از مصرف غذاهای پر انرژی و کم انرژی بعد از مداخله ورزشی که منجر به کاهش ۳/۵ کیلوگرمی وزن شد، کاهش معنی داری داشت. (۱۹). گزارش های موجود در مورد تأثیر فعالیت ورزشی بر مقدار لپتین سرم کاملاً متناقض اند. به طوری که هم کاهش (۲۰، ۲۱)، هم افزایش (۲۲) و هم عدم تغییر معنادار (۲۳، ۲۴) لپتین با تمرینات ورزشی گزارش شده است.

در مجموع، پاسخ های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انواع تمرین مقاومتی تا حدی متفاوت از تمرین هوازی است. بنابراین تعیین پروتکل تمرین ورزشی مطلوب که بتواند سطح هورمون های تنظیم کننده اشتها را تعدیل کند، از اهمیت زیادی برخوردار است. از بین انواع روشهای تمرین مقاومتی، روش غیرخطی ظرفیت بالایی برای افزایش دانسیته مویرگی و آنزیمهای اکسایشی و همچنین آسیب عضلانی کمتری ایجاد می کند (۲۵). این نکته حایز اهمیت است زیرا پاسخهای التهابی به ورزشهای آسیب زا فراتر از ورزشهای غیرآسیب زا است (۲۵). همچنین، روش غیرخطی نسبت به روش خطی ظرفیت بالاتری برای افزایش قدرت دارد (۲۶).

از طرف دیگر نقش مداخلات تغذیه ای در کنار برنامه های تمرینی بسیار اهمیت دارد. در همین راستا، اخیراً توجه زیادی به گیاهان دارویی به دلیل طبیعی بودن و نداشتن عوارض آنها شده است. اسپیرولینا یک منبع درمانی شناخته شده است. مطالعات تجربی در داخل بدن و در شرایط آزمایشگاهی در مورد اثربخشی آن در درمان کم خونی، مسمومیت کبدی، بیماریهای قلبی عروقی، هایپرگلیسمی، هایپرلیپیدمی، نقص ایمنی، فرآیندهای التهابی و تقویت مقاومت ایمنی در چندین نوع سرطان، کاهش کلسترول، HIV و سایر بیماری های ویروسی انجام شده است. اسپیرولینا منبع عالی فیکوبیلی پروتئین ها است که به دلیل خاصیت ضد سرطانی، آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، محافظت کننده کبدی و خواص مهار رادیکال مورد مطالعه قرار می گیرد. علاوه بر ارزش غذایی آن، اسپیرولینا نیز در کاربردهای آرایشی مورد استفاده قرار گرفته است و از سال ۲۰۰۳ به عنوان یک ماده مؤثر کاملاً ایمن شناخته شده است (FDA). این ویژگی ها، همراه با تکنیک

تا سال ۲۰۳۰ تعداد افراد دارای اضافه وزن و چاقی ۱،۳۵ میلیارد و ۵۷۳ میلیون در سطح جهان تخمین زده شد. چاقی با ایجاد خطرات سلامتی مانند دیابت نوع ۲، فشار خون بالا، بیماری عروق کرونر، بیماری های کبدی و سرطان همراه است. این اثرات مضر چاقی ناشی از تغییر در عملکرد فیزیولوژیکی ناشی از تجمع بافت چربی است. اگرچه چندین گزینه درمانی برای مدیریت چاقی توسط FDA^۱ تأیید شده است، این رویکردها پرهزینه و دارای عوارض جانبی جدی از جمله علائم روانپزشکی هستند. بنابراین، توسعه مواد غذایی کاربردی به عنوان یک استراتژی ضد چاقی ایمن و مؤثر، ضروری به نظر می رسد (۱). ضمن اینکه متخصصین پزشکی، روش های غیر دارویی از جمله ورزش و فعالیت بدنی را برای کاهش وزن و پیشگیری از بسیاری بیماری ها توصیه می کنند (۲).

شواهد، از نقش محور روده - مغز در تنظیم غذا و حفظ وزن بدن حمایت می کند. هورمون های پپتیدی تولید شده در دستگاه گوارش (GI)^۲ و بافت چربی باعث اشتها هم در حیوان و هم در انسان می شوند (۳). به تازگی پژوهشگران هورمون هایی کشف کرده اند که در تنظیم تعادل انرژی و سرانجام تنظیم وزن بدن دخالت دارند. از جمله این هورمون ها می توان به گرلین، آدیپونکتین، لپتین، ابستاتین و رزیستین اشاره کرد (۴).

گرلین، پپتیدی ۲۸ اسیدآمینهای است که به طور عمده از معدۀ انسان و حیوانات جداسازی می شود (۵). اگر چه گرلین لیگاندی را گیرنده ترشح دهنده هورمون رشد می شناسد (۵)، ولی این هورمون در تنظیم رفتار دریافت غذا (۶)، هومئوستاز انرژی و تنظیم وزن (۷) از طریق سازوکارهایی مستقل از هورمون رشد مشارکت دارد (۸). افزایش غلظت گرلین پلاسمایی پیش از وعده غذایی و کاهش آن پس از مصرف غذا بیانگر آن است که گرلین در تنظیم کوتاه مدت تعادل انرژی نقش دارد (۹). گزارش شده است که سطح پلاسمایی گرلین در حالت ناشتا و پس از غذا در افراد چاق نسبت به افراد با وزن طبیعی کمتر بود. ضمن اینکه در سایر مطالعات تغییرات کوچکی در مورد سطوح ناشتایی گرلین افراد چاق مشاهده شد (۲).

تزیق طولانی مدت گرلین در جوندگان باعث افزایش مصرف غذا و کاهش مصرف انرژی می شود و سرانجام به افزایش وزن می انجامد (۶). سطوح پلاسمایی گرلین در شرایط تعادل مثبت انرژی کاهش و در شرایط تعادل منفی انرژی افزایش می یابد. مواردی همچون سوء تغذیه، روزه داری، محرومیت غذایی، کاهش قندخون، کم وزنی مزمن، کاهش وزن (تغذیه ای یا ترکیب غذایی و فعالیت بدنی) موجب افزایش میزان سطوح گرلین می شوند، همچنین سطح گرلین با افزایش یا کاهش در BMI نیز تغییر می یابد (۱۰). به نظر می رسد که پاسخ گرلین به تمرین های مختلف بدنی (کوتاه مدت و طولانی مدت) با روش های مختلف تمرینی متفاوت باشد. در این زمینه مطالعاتی انجام شده است که نتایج ضد و نقیضی را گزارش کرده اند. در برخی مطالعات، پس از یک جلسه تمرین شدید تغییری در سطح گرلین مشاهده نشد (۱۱). در مقابل در یک مطالعه، یک جلسه تمرین منجر به کاهش غلظت گرلین شد (۱۲). از سویی دیگر، برخی مطالعات افزایش سطح گرلین، بویژه همراه با کاهش وزن را نشان دادند (۱۳). همچنین لیدی و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که غلظت گرلین به طور معنی داری در گروه کاهش وزن ناشی از تمرین کاهش داشته است (۱۴). در مقابل فوسترشوبرت و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه ای تأثیر ۱۲ ماه تمرین اینتروال هوازی بر روی ۱۷۳ زن دارای اضافه وزن، را بررسی کردند. پس از اجرای پروتکل، گرلین در افرادی که بیش از ۳ کیلوگرم وزن کم کردند ۱۸ درصد افزایش نشان داد (۱۵).

^۲ Cholecystokinin^۱ Food and Drug Administration^۲ Gastrointestinal

مدت ۱۲ هفته، سه جلسه در هفته حدود ۹۰-۶۰ دقیقه با نظارت دقيق انجام شد. گروه تمرين مقاومتى+مكمل هر دو مداخله تمرين مقاومتى غير خطى و اسپيروولينا را باهم دريافت كرد. گروه دارونما و مكمل در طى اين مدت، بدون شركت در فعاليت ورزشى منظم، به انجام كارهاى روزمره و زندگى عادى مى پردازند. افراد گروه مكمل، روزانه ۲ عدد كپسول اسپيروولينا ۵۰۰ ميلي گرمى (ساخت شركت ريحان نقش جهان ايران) در وعده هاى صبح و عصر به ترتيب ساعت ۹ و ۱۵ مصرف كردند و گروه دارونما روزانه ۲ عدد كپسول نشاسته ۵۰۰ ميلي گرمى در وعده هاى صبح و عصر مصرف كردند (۳۰). كپسول هاى هر دو گروه مكمل و دارونما در شكل و اندازه مشابه مصرف شد. معيارهاى خروج از تحقيق شامل سيگارى بودن، انجام منظم فعاليت ورزشى در ۶ ماه گذشته، مصرف الكل، بيمارى ريوى، بيمارى كليوى، انجام پيوند كبد، بيمارى قلى عروقى، مصرف استروژن، سابقه ابتلا به فشار خون بالا، اختلالات مزمن يا مصرف داروهاى خاص مانند استاتين ها، افزاينده هاى حساسيت انسولينى، داروهاى هپاتوتوكسيك، داشتن رژيم غذايى خاص و سابقه ابتلا به سرطان بود. از كليده شركت كنندگان خواسته شد تا پرسشنامه سلامت و پزشكى PAR-Q را براى بررسى سابقه بيمارى تكميل نمايند 4 روز قبل از شروع تمرين، آزمودنيها با حضور در سالن بدنسازى از اهداف مطالعه، چگونگى مراحل مختلف تحقيق، تعداد خونگيريه، روش تمرين و شيوه اجراى تمرين با وزنه مطلع شدند.

برنامه تمرين مقاومتى غيرخطى شامل اجراى تمرين وزنه در شدت هاى مختلف و با تاكيد بر استقامت عضلانى و با يك الكوى زمان بندى منعطف است. اين برنامه تمرين از پيش توسط نيك سرشت همكارانش (۲۰۱۴) ارايه شده است و شرح كامل آن در جداول ۱ و ۲ آمده است (۳۱).

هاى انتشار آن، توليد پايدار و محبوبيت تجارى آن، اسپيروولينا را به يك منبع جذاب براى اكتشاف و توليد پييدهاى فعال زيستى تبديل مى كند (۲۷). با توجه به اينكه تمرينات مقاومتى به توان قلبى عروقى كمترى نياز دارد، ولى مى تواند فوايد متابولىكى مشابهى با تمرين هوازى داشته باشد (۲۸). تاكنون برخى مطالعات اثرات مثبت تمرين مقاومتى را در افراد مختلف سنجيده اند (۲۹) اما اثر تمرين مقاومتى غيرخطى با توجه به شدتهاى متفاوت آن در هر جلسه تمرينى و آسيب عضلانى كمتر آن نسبت به تمرينات خطى (۱۲) در زنان چاق بررسى نشده است. ضمن اينكه هنوز مطالعه اى تاثير تركيب تمرين مقاومتى غير خطى همراه با مصرف مكمل اسپيروولينا بر لپتين و گرلين سرم زنان چاق را مورد بررسى قرار نداده و ابهامات زيادى در خصوص اثرات هم افزاى اين دو متغير وجود دارد. لذا هدف از پژوهش حاضر، بررسى تاثير تمرين مقاومتى غير خطى همراه با مصرف مكمل اسپيروولينا بر لپتين و گرلين سرم زنان چاق بود.

مواد و روش ها

اين پژوهش از نوع نيمه تجربى با طرح پيش آزمون و پس آزمون با گروه دارونما مى باشد كه به صورت دو سو كور در چهار گروه انجام شد. از بين زنان چاق $BMI \geq 30$ مراجعه كننده به سالن ورزشى تختى پارسيان، ۴۰ زن بدون تمرين به صورت داوطلبانه و هدفمند انتخاب شدند و به طور تصادفى در چهار گروه تمرين مقاومتى غير خطى، مكمل اسپيروولينا، تمرين مقاومتى غير خطى +مكمل اسپيروولينا و دارونما (هر گروه ۱۰ نفر) قرار گرفتند. قبل از شروع پژوهش ماهيت، اهداف و خطرات اين مطالعه در جلسه حضورى براى آزمودنى ها توضيح داده شد و از آنان جهت شركت در اين مطالعه رضایت نامه كتبه اخذ گرديد. ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرينات در جلسه نمونه گيرى حاضر شده و از چهار گروه در وضعيت ۱۲ ساعت ناشتاى نمونه خونى گرفته شد. بعد از آن، مداخلات به

جدول ۱. برنامه تمرين مقاومتى غير خطى

حرکات					
۹۵/۲ × ۴	۹۰/۴ × ۳	۷۵/۱۰ × ۳	۶۰/۱۵ × ۲	۴۰/۲۰ × ۱ *	پرس پا
۹۵/۲ × ۴	۹۰/۴ × ۳	۷۵/۱۰ × ۳	-	۴۰/۲۰ × ۱	پرس سينه تخت
-	-	-	۶۰/۱۵ × ۲	-	پرس سينه شيب دار
۹۵/۲ × ۴	۹۰/۴ × ۳	۷۵/۱۰ × ۳	۶۰/۱۵ × ۲	۴۰/۲۰ × ۱	پاروئى نشسته
۹۵/۲ × ۴	۹۰/۴ × ۳	۷۵/۱۰ × ۳	۶۰/۱۵ × ۲	۴۰/۲۰ × ۱	ليفتمرده
۳ × ۲۰	۳ × ۱۸	۳ × ۱۵	۲ × ۲۰	۱ × ۲۰	شكم با زانوى خم
-	-	-	۶۰/۱۵ × ۲	-	كشش بالاي سر
-	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	بلند شدن روى پنجه پا
-	۹۰/۴ × ۳	۷۵/۱۰ × ۳	۶۰/۱۵ × ۲	۴۰/۲۰ × ۱	پرس ارتشى
-	۹۰/۴ × ۳	۷۵/۱۰ × ۳	۶۰/۱۵ × ۲	۴۰/۲۰ × ۱	كشش هالتر با چانه
-	۹۰/۴ × ۳	۷۵/۱۰ × ۳	۶۰/۱۵ × ۲	۴۰/۲۰ × ۱	جلوبازو هالتر

* ۴۰٪ يك تكرر بيشينه، ۲۰ تكرر در يك نوبت

استراحت بين حرکات در شدت هاى خيلى سبك يك دقيقه، سبك و متوسط يك تا دو دقيقه، سنگين سه تا چهار دقيقه و خيلى سنگين پنج تا هفت دقيقه است

جدول ۲. ترتيب جلسات تمرين

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

شدت خيلى سبك (VL)، سبك (L)، متوسط (M)، سنگين (H) و خيلى سنگين (VH)

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 آزمون تعقیبی توکی نیز به ترتیب در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. 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 دارونما تفاوت معنادار نبود ($P > 0.05$) و نیز بین تغییرات وزن و شاخص توده بدن دو گروه اسپیرولینا و تمرین در مقایسه با دو گروه دیگر به طور معنادار کاهش یافت ($P < 0.05$). بین تغییرات لپتین دو گروه تمرین+ اسپیرولینا و تمرین تفاوت معنادار نبود ($P = 1$). بین تغییرات لپتین دو گروه اسپیرولینا و دارونما نیز تفاوت معنادار نبود ($P = 0.50$). تغییرات گرلین تفاوت معناداری را بین چهار گروه نشان نداد ($P = 0.29$).

۴۸ ساعت بعد از پایان تمرینات نیز آزمودنی‌ها در نمونه گیری دوم حاضر شدند و از هر چهار گروه در وضعیت ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه خونی گرفته شد. برای هر نمونه خونی نیز سطوح گرلین و لپتین اندازه گیری شد. ضمن اینکه وزن و شاخص توده بدن نیز اندازه گیری و محاسبه گردید. گرلین به شیوه الایزا و با کیت Biovendor ساخت کشور جمهوری چک اندازه گیری شد. لپتین به روش الایزا با استفاده از کیت Mercodia ساخت کشور سوئد اندازه گیری شد. قد با قد سنج سکا ساخت کشور آلمان مدرج که فرد بدون کفش بر روی آن می ایستد اندازه گیری شد. وزن با ترازوی دیجیتال ساخت کشور آلمان، بدون کفش و لباس معمولی اندازه گیری شد. شاخص توده بدنی نیز از طریق تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه شد. جهت مقایسه و بررسی تغییرات متغیرها در چهار گروه پژوهش و در دو زمان خون گیری، از آزمون آماری تحلیل واریانس آمیخته بین-درون آزمودنی‌ها در یک طرح 4×2 (۴ گروه و ۲ زمان) استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت معنادار نیز از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولوموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی و تایید شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SPSS 22 در سطح معنی داری $P > 0.05$ استفاده شد.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار متغیرها در دو زمان اندازه گیری

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
لپتین (ng/ml)	تمرین+اسپیرولینا	۳۶/۷۵ ± ۲/۵۶	۳۴/۰۷ ± ۳/۵۱
	تمرین	۳۴/۵۰ ± ۳/۶۸	۳۱/۹۰ ± ۳/۷۷
	اسپیرولینا	۳۵/۳۲ ± ۲/۴۸	۳۴/۹۲ ± ۲/۸۲
	دارونما	۳۵/۶۷ ± ۳/۰۱	۳۶/۱۹ ± ۲/۸۳
گرلین (pg/ml)	تمرین+اسپیرولینا	۴/۷۳ ± ۰/۸۴	۴/۷۶ ± ۰/۸۶
	تمرین	۴/۱۸ ± ۰/۶۹	۴/۲۱ ± ۰/۷۰
	اسپیرولینا	۴/۸۳ ± ۰/۶۵	۴/۸۳ ± ۰/۶۳
	دارونما	۴/۴۴ ± ۰/۶۴	۴/۴۵ ± ۰/۶۴

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
لپتین	۱۲/۰۷	* ۰/۰۰۱	۰/۵۰
گرلین	۱/۲۸	۰/۲۹	۰/۰۹

* معنادار در سطح $P \leq 0.05$

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

مقایسه جفتی	وزن	BMI	لپتین
تمرین+ اسپیرولینا / تمرین	۰/۲۹	۰/۰۹	۱
تمرین+ اسپیرولینا / اسپیرولینا	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۷
تمرین+ اسپیرولینا / دارونما	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۱
تمرین / اسپیرولینا	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۹
تمرین / دارونما	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۱
اسپیرولینا / دارونما	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۵۰

* معنادار در سطح $P \leq 0.05$

بحث و نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، سطوح سرمی لپتین در دو گروهی که تمرین مقاومتی غیر خطی انجام داده بودند یعنی گروه‌های تمرین و تمرین+اسپیرولینا به طور معنادار در مقایسه با دو گروه دیگر کاهش یافت. این کاهش تفاوت معناداری بین دو گروه تمرین و تمرین+اسپیرولینا نداشت و البته در دو گروه اسپیرولینا و کنترل نیز تغییر معناداری نشان ندادند. با این حال، سطوح سرمی گرلین تغییر معناداری نشان نداد، هرچند که در دو گروه تمرین در مقایسه با دو گروه دیگر افزایش یافته بود، اما به لحاظ آماری معنادار نبود. در رابطه با هم تمرین مقاومتی غیر خطی و هم مکمل اسپیرولینا، به نظر می‌رسد که این اولین پژوهشی است که در این زمینه انجام می‌شود. لذا در تفسیر یافته‌ها می‌بایست احتیاط کرد، زیرا نمی‌توان به سادگی نتایج این مطالعه را با دیگر مطالعات مورد مقایسه قرار داد. همچنین، معمولاً تأثیر تمرینات هوازی مورد مطالعه قرار گرفته است و مطالعات کمتری به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی پرداخته‌اند.

نتایج حاضر، حاکی از کاهش سطوح سرمی لپتین با تمرین مقاومتی غیرخطی بود. آثار لپتین در سیستم عصبی _ هورمونی نشان داده شده است. از سویی دیگر تمرینات منظم ورزشی با افزایش متابولیسم سلولی، تأثیر بسزایی در پیشگیری و درمان بیماری‌های مرتبط با چاقی و اضافه وزن و عوارض ناشی از آن دارد (۳۲). نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص کاهش معنادار لپتین با تمرین، با یافته‌های زیلابی بوری و همکاران (۱۳۹۲)، رحمانی نیا (۲۰۰۹)، مارتینز (۲۰۰۷) و ایراندوست (۱۳۹۰) همخوانی دارد و آن را تأیید می‌کند. اما در تضاد با یافته‌های حاضر، کیشالی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که هشت هفته تمرین دویدن با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب تغییر معناداری در لپتین سرمی مردان جوان غیرفعال ایجاد نمی‌کند. آنها علاوه بر کافی نبودن شدت و مدت تمرین برای اثرگذاری بر میزان لپتین، وجود عوامل مؤثر دیگری مانند تغییر در تولید یا پاک شدن لپتین، نسبت لپتین آزاد و لپتین متصل به پروتئین‌های پلاسما و تفاوت‌های فردی را مؤثر بر تنظیم لپتین سرمی بیان کردند (۳۳). لوندز و همکاران (۲۰۰۸) نیز پس از شش ماه تمرین هوازی، تغییری معنادار در غلظت لپتین سرم مردان و زنان مشاهده نکردند (۳۴). در تحقیق جونز و همکاران (۳۲) هفته تمرین هوازی با شدت ۶۵ تا ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و تانگ و همکاران (۱۲) هفته دویدن روی نوارگردان با شدت کمتر از ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) میزان لپتین سرم، تغییری معنادار را نشان نداد (۳۵) و آنها اعلام کردند که ترشح لپتین با تغییر در وزن بدن، شاخص توده بدن، چربی بدن و محیط دور کمر مرتبط است. این پژوهشگران بیان کردند، تمرین بدون این که کاهشی در وزن بدن به وجود آورد، نمی‌تواند سبب تغییر در سطوح لپتین شود. از طرف دیگر، جورومی و همکاران (۲۰۰۳) کاهش لپتین را در مردان و زنان بدون تغییر معنادار در وزن و توده چربی بدن نشان دادند. آنها بیان کردند که تمرین بر سطوح لپتین گردش خون در زنان نسبت به مردان اثر بیشتری دارد. از آنجاکه وزن بدن، تغییری نکرد، محققان چنین ذکر کردند که کم شدن سطوح لپتین در زنان، مستقل از کاهش وزن بدن ایجاد می‌شود (۳۶). تحقیقات انجام شده در رابطه با تأثیر دوره‌های طولانی مدت تمرین از تناقض کمتری برخوردار بوده و بیشتر محققین بر اثر مثبت این نوع دوره‌های تمرینی بر کاهش میزان لپتین سرم تأکید دارند (۳۷). فردوسی و همکاران، نشان دادند که هر سه روش تمرینی (استقامتی، مقاومتی و ترکیبی) موجب کاهش معنادار سطوح لپتین شد (۳۸). از طرف دیگر برخی از تحقیقات نتایجی متناقض نسبت به تحقیقات ذکر شده داشتند. برای

نمونه، صارمی پس از ۱۲ هفته تمرین عدم تغییر در سطوح لپتین و گرلین، بهبود کیفیت خواب، بهبود شاخص توده بدن، چربی احشایی و کل چربی شکمی را مشاهده کرد (۳۹). تفاوت در نتایج احتمالاً به تفاوت در پروتکل تمرینی و البته به تفاوت در وضعیت تمرینی و تندرستی آزمودنی‌ها دارد. به عنوان مثال، بیشتر تحقیقاتی که عدم تأثیر تمرین بر لپتین را گزارش کردند در زنان با وزن طبیعی انجام شده است، در حالیکه بیشتر تحقیقاتی که بر روی زنان چاق انجام شده است، کاهش لپتین سرم را گزارش کرده‌اند. نتایج پژوهش ابوزنادا و همکاران (۲۰۱۰) مبنی بر کاهش غلظت لپتین و بهبود شاخص توده بدنی پس از اجرای ۱۲ هفته تمرینات هوازی دویدن روی تردمیل در دو شدت ۶۰-۵۰ درصد و ۷۰-۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه (۴۰)، نشانگر این است که نقش شدت تمرین در تعدیل لپتین کم‌رنگ‌تر است؛ یعنی سطح لپتین به حجم تمرین حساس نیست (۴۱). بلکه تنظیم غلظت لپتین خون عمدتاً از تغییر ایجاد شده در تعادل انرژی تأثیر می‌پذیرد (۴۲). چرا که با وقوع کسر انرژی مسیرهای متابولیکی مؤثر در تنظیم بیان ژنی لپتین (مسیر احساس غذا یا مسیر بیوستنز هگزوزآمین) فعال شده و با کاهش جریان گلوکز در بافت چربی و برداشت آن توسط سلول‌های چربی، غلظت لپتین تعدیل می‌گردد (۴۳). در این راستا، دوریس و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند سطوح پلاسمایی لپتین پس از شرکت در ۱۲ هفته تمرینات استقامتی در غیاب تغییر در وزن و ترکیب بدن در آزمودنی‌های چاق با تغییر معنی داری همراه نخواهد بود (۴۴). با توجه به ارتباط غلظت لپتین با تغییرات وزن، چاقی و بافت چربی (۴۵)، نتایج به دست آمده در درجه اول به ظرفیت ورزش در کاهش وزن و توده چربی بدن نسبت داده شده است. تغییرات همراه با جریان مواد سوختی، غلظت‌های هورمونی گردش خون و هزینه انرژی فعالیت ورزشی می‌تواند غلظت لپتین را تحت تأثیر قرار دهد لذا به نظر می‌رسد در این خصوص و اینکه تا چه میزان تغییرات لپتین مربوط به تغییرات وزن، شاخص توده بدن و توده چربی است، نیاز به مطالعات بیشتری احساس می‌شود.

همچنین در پژوهش حاضر، مقادیر گرلین با تمرین مقاومتی غیرخطی اگرچه افزایش داشت اما این افزایش به لحاظ آماری معنادار نبود. در واقع تغییر معناداری در سطوح گرلین زنان چاق در پژوهش حاضر مشاهده نشد. بر خلاف یافته‌های حاضر، نتایج یک مطالعه نشان داد که سطوح گرلین پلاسمایی متعاقب یک فعالیت هوازی با شدت متوسط به میزان معنی‌داری کاهش می‌یابد (۴۶)؛ اما همسو با یافته‌های حاضر، یافته‌های مطالعه دیگری، عدم تغییر سطوح گرلین خون را به واسطه یک فعالیت ورزشی هوازی گزارش نمود (۴۷). در مطالعه دیگری نیز، ترکیب طولانی مدت رژیم غذایی و فعالیت ورزشی با افزایش ابستاتین و کاهش معنی دار لپتین، بدون تغییر در غلظت گرلین در افراد چاق همراه بود (۴۸). از طرفی یک مطالعه، کاهش معنی دار گرلین سرم را متعاقب ۴ هفته فعالیت ورزشی گزارش نمود (۴۹). در این زمینه، برخی مطالعات اظهار می‌دارند که چنانچه فعالیت ورزشی با برنامه‌های رژیم غذایی طولانی مدت با کاهش معنی دار وزن بدن همراه نباشد، به تغییری در مقاومت انسولین، انسولین، گرلین و سایر هورمون‌های پپتیدی منجر نخواهد شد (۴۸). از طرف دیگر، مگر و همکاران (۲۰۰۸) اثر ۳۳ هفته تمرین هوازی و مقاومتی را بر گرلین سرم مردان و زنان دارای اضافه وزن بررسی و افزایش سطح گرلین پلاسمای را مشاهده کردند، آنها دلیل افزایش گرلین پلاسمای را کاهش وزن در مدت تمرین مطرح کردند (۵۰). بررسی‌های لیدی و همکاران نیز نشان داد که انجام سه ماه تمرین هوازی با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب در زنان جوان با وزن طبیعی، باعث افزایش گرلین خون می‌شود و دلیل این افزایش را کاهش وزن مطرح کردند به طوری که در زنان با وزن طبیعی که از راه ترکیب

اول به ظرفيت ورزش در کاهش وزن و توده چربى بدن نسبت داده مى‌شود. در هر حال، عدم تغيير معنادر گرلين، نياز است در آينده با تغيير در طول مدت مطالعه و البته كنترل دقيق رژيم غذايى بررسى شود؛ زيرا نقش بالقوه رفتارهاى تغذيه‌اى و رژيم غذايى پرچرب بر افزايش ترشح گرلين از بافت‌هاى مترشحه آن به ويژه معده و ابتدائى روده كوچك نيز بارها گزارش شده است. از طرف ديگر مصرف مكمل اسپيرولينا اثر معنادارى را بر هيچ کدام از متغيرها نشان نداد و افزودن آن به تمرين مقاومتى نيز اثر تمرين را بيشتر نكرد. كافى نبودن دوز و مدت مصرف و البته عدم كنترل دقيق رژيم غذايى شايد از دلایل آن باشد. با اين حال، از آنجا كه اين پژوهش براى اولين بار انجام شد، جهت نتيجه گيرى بهتر، بايد پژوهش‌هاى آينده با كنترل ديگر متغيرهاى اثرگذار مانند رژيم غذايى و تعداد آزمودنى بيشتر انجام شود.

تقدير و تشكر

بدین وسیله از کلیه کسانی که در انجام مطالعه حاضر همکاری داشته اند تشکر و قدردانی می شود.

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

منابع

1. Heo MG, Choung SY. Anti-obesity effects of *Spirulina maxima* in high fat diet induced obese rats via the activation of AMPK pathway and SIRT1. *Food & function*. 2018; 9(9):4906-15.
2. Artinian NT, Fletcher GF, Mozaffarian D, Kris-Etherton P, Van Horn L, Lichtenstein AH, et al. Interventions to promote physical activity and dietary lifestyle changes for cardiovascular risk factor reduction in adults a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010; 122(4): 406-41.
3. Lean ME, Malkova D. Altered gut and adipose tissue hormones in overweight and obese individuals: cause or consequence. *International Journal of Obesity*. 2016 Apr; 40(4):622.
4. Kojima, M. and Kangawa, K. (2005): ghrelin. Structure and function, *Physiol Rev*: 85, 495- 522.
5. Kojima, M. Hosoda, H. Date, Y. Nakazato, M. Matsuo, H. and Kangawa, K. (1999). Ghrelin is a growthhormone- releasing acylated peptide from stomach, *Nature*: 402(6762), 656– 660.
6. Soares, JB. Leite-Moreira, AF. (2008). Ghrelin, des-acyl ghrelin and obestatin: three pieces of the same puzzle, *Peptides*: 29(7), 1255- 70.
7. Fujimiya, M. Asakawa, A. Fujino, K. Chen, C. Inui, A. (2006). Acylated ghrelin and des-acyl ghrelin exert different effects on the gastrointestinal motility in conscious rats, *International Congress Series*: 1287, 361-367.
8. Broom, DR. Stensel, DJ. Bishop, NC. Burns, SF. and Miyashita, M. (2007). Exercise-induced suppression of acylated ghrelin in humans, *J Appl Physiol*: 102, 2165-71.

فعاليت ورزشى و رژيم غذايى بيش از ۳ كيلوگرم کاهش وزن داشتند، افزايش معنادارى در سطح گرلين پلاسما مشاهده شد و در آزمودنى‌هاى كه کاهش وزن نداشتند، سطح گرلين ثابت باقى ماند (۱۴). از تحقيق‌هاى بالا چنين برمى آيد كه گرلين به تغييرهاى وزن حساس بوده، افزايش آن، رفتارى جبرانى در پاسخ به کاهش وزن است؛ به عبارت ديگر، افزايش گرلين ممكن است به عنوان سازوكارى جبرانى براى بازگرداندن وزن بدن به يك نقطه تنظيم شده عمل كند (۵۱). البته نقش کاهش وزن بر افزايش گرلين پلاسما در بعضى مطالعات تاثير ندهنده است (۵۲، ۵۳). همچنين، بررسى‌ها نشان مى‌دهند كه سطح گرلين پلاسما مى‌تواند به وسيله هورمون‌هاى از جمله انسولين و متابوليت‌هاى مانند گلوکز تنظيم شود؛ در واقع مشاهده شده است كه کاهش انسولين در حالت ناشتا سبب افزايش ترشح گرلين مى‌شود و بلافاصله بعد از غذاخوردن نيز، انسولين ترشح شده موجب سر كوب ترشح گرلين مى‌شود (۵۴). بوروگليو و همكاران نيز بيان كردند كه پيام‌هاى سبرى، مانند گلوکز و انسولين موجب کاهش و مهار گرلين مى‌شوند؛ بنابراين، اين امكان وجود دارد كه کاهش اين پيام‌ها بر اثر تمرين طولانى مدت و ناشتاى، اثر مهارى آنها را برداشته، زمينه را براى افزايش سطح گرلين فراهم سازد (۵۵). نقش بالقوه رفتارهاى تغذيه‌اى و رژيم غذايى پرچرب بر افزايش ترشح گرلين از بافت‌هاى مترشحه آن به ويژه معده و ابتدائى روده كوچك نيز بارها گزارش شده است (۵۶)؛ به طورى كه در يك مطالعه، تزريق روزانه گرلين به موش‌ها براى مدت طولانى، به افزايش سطوح بافت چربى منجر شد و محققان اظهار مى‌نمايند كه اين پديده احتمالاً به واسطه ايجاد تغيير در ديگر پيپتيدهاى معده‌اى در پاسخ به تزريق گرلين نيز حاصل شده است (۵۷). در پژوهش حاضر تغيير معنادارى در گرلين مشاهده نشد و در اين خصوص تفاوتى بين چهار گروه پژوهش وجود نداشت. شايد شدت و مدت تمرين جهت تاثير گذارى بر گرلين كافى نبوده است، چون افزايش ناچيز آن در دو گروهى كه تمرين مقاومتى غيرخطى انجام داده بودند مشاهده شد كه معنادر نبود.

در خصوص تاثير مصرف اسپيرولينا بر سطوح لپتين و گرلين، على‌رغم جستجوهايى كه انجام داديم، به نظر مى‌رسد تاكنون پژوهشى انجام نشده است. آنچه در پژوهش حاضر مشاهده شد، عدم تغيير معنادر لپتين و گرلين با مصرف اسپيرولينا بود، به طورى كه عدم تغيير معنادر در گروه اسپيرولينا مشاهده شد و افزودن اين مكمل به تمرين، اثر تمرين را بيشتر نكرد. با اين حال، مشخص شده است كه اسپيرولينا داراى خواص داروئى متعددى براى بيمارى‌هاى مختلف از جمله بيمارى‌هاى مرتبط با اضافه وزن و چاقى مى‌باشد (۵۸-۵۹). اما در پژوهش حاضر، اين مكمل اثر معنادارى نداشت كه ممكن است ناشى از كافى نبودن دوز و مدت مصرف آن باشد. در هر صورت از آنجا كه احتمالاً اين اولين پژوهش بوده است كه اثر همزمان تمرينات مقاومتى غيرخطى و مصرف مكمل اسپيرولينا را بر سطوح لپتين و گرلين بررسى کرده است، در تفسير يافته‌ها بايد احتياط كرد و جهت رسيدن به نتايجى كامل‌تر، نيازمند پژوهش‌هاى بيشترى مى‌باشيم.

نتيجه گيرى

بر اساس يافته‌هاى حاضر، چنين نتيجه گيرى مى‌شود كه احتمالاً هشت هفته تمرين مقاومتى غيرخطى منجر به بهبود شرايط متابوليسم چربى در جهت پيشگيرى از بيمارى‌هاى ناشى از اضافه وزن و چاقى نظير بيمارى‌هاى قلبى و ديابت در زنان چاق مى‌شود. مى‌توان گفت، کاهش غلظت لپتين از طريق ورزش، با تغييرات تعادل انرژى، بهبود حساسيت به انسولين، تغييرات هورمون‌هاى مرتبط با متابوليسم كربوهيدرات و چربى همراه است. با توجه به ارتباط غلظت لپتين با تغييرات وزن، چاقى و بافت چربى، نتايج به دست آمده در درجه

- energy intake and leptin levels in overweight women and men. *J Am Coll Nutr.* 27(2); PP: 195-208.
22. Fatouros IG, Tournis S, Leontsini D, et al. (2005). Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. *J Clin Endocrinol Metab.* 90 (11); PP: 5970-7.
 23. Plinta R, Olszanecka-Glinianowicz M, Drosdzol-Cop A, Chudek J, Skrzypulec-Plinta V (2011). The effect of three-month pre-season preparatory period and short-term exercise on plasma leptin, adiponectin, visfatin and ghrelin levels in young female handball and basketball players. *J of Endo Invest.* 35; PP: 595-601.
 24. Janghorbani M, Amini M, Willett WC, Gouya MM, Delavari A, Alikhani S, & Mahdavi A. (2007). First nationwide survey of prevalence of overweight, underweight, and abdominal obesity in Iranian adults. *Obesity.* 15(11); PP: 2797-808.
 25. Kraemer WJ, Fleck SJ. *Optimizing Strength Training: Designing Nonlinear Periodization Workouts.* Champaign, IL: Human Kinetics; 2007.
 26. Fleck SJ. Non-linear periodization for general fitness and athletes. *J Hum Kinet* 2011; 29A:41-5.
 27. Ovando CA, Carvalho JC, Vinícius de Melo Pereira G, Jacques P, Soccol VT, Soccol CR. Functional properties and health benefits of bioactive peptides derived from Spirulina: A review. *Food reviews international.* 2018 Jan 2;34(1):34-51.
 28. Benjamin K, Carson BG, Carson RG. The consequences of resistance training for movement control in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004 ; 59 : 730 – 754.
 29. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2005; 28:37-42.
 30. Hamdian, Tahereh; Tawfiqi, Asghar The effect of six weeks of aerobic exercise with spirulina supplementation on aerobic performance in non-athlete girls. *Sport and biomotor sciences, eighth year, number 1, consecutive 15, spring and summer 2016, pp:* 43-37.
 31. Nikseresht M, Sadeghifard N, Agha-Alinejad H, Ebrahim K. Inflammatory markers and adipocytokine responses to exercise training and detraining in men who are obese. *J Strength Cond Res* 2014;28(12):3399-410.
 32. Martins C, Morgan LM, Bloom SR, & Robertson MD. (2007). Effects of exercise on gut peptides, energy intake and appetite. *J of End.* 193(2); PP: 251-58.
 33. Kishali NF. Serum leptin level in healthy sedentary young men after a short-term exercise. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2011; 5(4): 522-526.
 34. Lowndes J, Zoeller F, Caplan JD, Kyriazis GA, Moynan M, Seip RI, et al. Leptin responses to long-term cardiorespiratory exercise training without concomitant weight loss: a prospective study. *Journal*
 9. Gil-Campos, M. Aguilera, CM. Canete, R. and Gil, A. (2006). A Ghrelin: a hormone regulating food intake and energy homeostasis, *Br J Nutr:* 96(2), 201–226.
 10. Yoshihara, F. Kojima, M. Hosoda, H. Nakazato, M. and Kangawa, K. (2002). Ghrelin: a novel peptide for growth hormone release and feeding regulation, *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care:* 5(4), 391- 5.
 11. Dall, R. Kanaley, J. Hansen, TK. Møller, N. Christiansen, JS. Hosoda, H. Kangawa, K. And Jorgensen, JO. (2002). Plasma ghrelin levels during exercise in healthy subjects and in growth hormone-deficient patients, *Eur J Endocrinol:* 147(1), 65–70.
 12. Ghanbari-Niaki A. (2006). Ghrelin and glucoregulatory hormone responses to a single circuit resistance exercise in male college students, *Clin Biochem:* 39(10), 966–70.
 13. Hansen, TK. Dall, R. Hosoda, H. Kojima, M. Kangawa, K. Christiansen, JS. and Jorgensen, JO. (2002): Weight loss increases circulating levels of ghrelin in human obesity, *Clin Endocrinol:* 56(2), 203-206.
 14. Leidy, HJ. Gardner, JK. Frye, BR. Snook, ML. Schuchert, MK. Richard, EL. And Williams, NI. (2004). Circulating ghrelin is sensitive to changes in body weight during a diet and exercise program in normal-weight young women, *J Clin Endocrinol Metab:* 89(6), 2659- 64.
 15. Foster – Schubert, KE. McTiernan, A. Frayo, RS. Schwartz, RS. Rajan, KB. Yasui, Y. Tworoger, SS. and Cummings, DE. (2005). Human plasma ghrelin levels increase during a one – year exercise program, *J clin Endocrinol Metab:* 90, 820–825.
 16. Akieda-Asai S, Poleni PE, Date Y. Coinjection of CCK and leptin reduces food intake via increased CART/TRH and reduced AMPK phosphorylation in the hypothalamus. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism.* 2014 Apr 8; 306(11):E1284-91.
 17. Scandinavian Simvastatin Survival Study Group. Randomized trial of cholesterol lowering in 4444 patients with coronary heart disease: the Scandinavian Simvastatin Survival Study (4S). *Lancet.* 1994 ; 344:1383Y1389
 18. Vatansever-Ozen S, Tiryaki-Sonmez G, Bugdayci G, Ozen G. The effects of exercise on food intake and hunger: relationship with acylated ghrelin and leptin. *J Sports Sci Med* 2011; 10: 283–291.
 19. Martins C, Kulseng B, Rehfeld JF, King NA, Blundell JE. Effect of chronic exercise on appetite control in overweight and obese individuals. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45: 805–812.
 20. Panahi Y, Pishgoo B, Jalalian HR, Mohammadi E, Taghipour HR, Sahebkar A, et al. Investigation of the effects of *Chlorella vulgaris* as an adjunctive therapy for dyslipidemia: Results of a randomized openlabel clinical trial. *Nutrition& Dietetics* 2012; 69(1): 13-19.
 21. Volpe SL, Kobusingye H, Bailur S, Stanek E. (2008). Effect of diet and exercise on body composition,



- and after reduction of overweight. : Clin Endocrinol (Oxf). 2008; 68(2):304-10.
49. Vestergaard ET, Dall R, Lange KH, Kjaer M, Christiansen JS, Jorgensen JO. The ghrelin response to exercise before and after growth hormone administration. J Clin Endocrinol Metab. 2007; 92(1):297-303.
 50. Mager U, Kolehmainen M, Mello V, Schwab U, Laaksonen D, Rauramaa R, et al. Expression of ghrelin gene in peripheral blood mononuclear cells and plasma ghrelin concentrations in patients with metabolic syndrome. Eur J Endocrinol 2008; 158: 499-510.
 51. De Souza M, Leidy H, O'Donnell E, Lasley B, Williams N. Fasting ghrelin levels in physically active women: relationship with menstrual disturbances and metabolic hormones. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 2004; 89: 3536-3542.
 52. Ravussin E, Tschop M, Morales S, Bouchard C, Heiman M. Plasma ghrelin concentration and energy balance: overfeeding and negative energy balance studies in twins. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 2001; 86: 4547.
 53. Morpurgo PS, Resnik M, Agosti F, Coppiello V, Sartorio A, Spada A. Ghrelin secretion in severely obese subjects before and after a 3-week integrated body mass reduction program. J Endocrinol Invest 2003; 26: 723-7. PMID: 14669825
 54. Saad M, Bernaba B, Hwu C, Jinagouda S, Fahmi S, Kogosov E, et al. Insulin regulates plasma ghrelin concentration. Endocrinol Metab 2002; 87: 3997-4000.
 55. Broglio F, Benso A, Castiglioni C, Gottero C, Prodham F, Destefanis S, et al. The endocrine response to ghrelin as a function of gender in humans in young and elderly subjects. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 2003; 88: 1537-1542.
 56. Sun Y, Asnicar M, Smith RG. Central and peripheral roles of ghrelin on glucose homeostasis. Neuroendocrinol. 2007; 86(3): 215–28.
 57. Gnanapavan S, Kola B, Bustin SA, Morris DG, McGee P, Fairclough P, et al. The tissue distribution of the mRNA of ghrelin and subtypes of its receptor, GHS-R, in humans. J Clin Endocrinol Metab. 2002; 87(6): 2988-91.
 58. Habib, M.A.B., Parvin, M., Huntington, T.C., Hasan, M.R., 2008. A Review on Culture, Production and Use of Spirulina as Food for Humans and Feeds for Domestic Animals and Fish. FAO Fisheries and Aquaculture Circular. No. 1034. FAO, Rome, pp. 33.
 59. Karkos PD, Leong SC, Karkos CD, Siraji N, Assimakopoulos DA. 2008. Review of spirulina in clinical practice: Evidence-Based human applications. e CAM Advance Access, 14: 1-4.
 - of sports medicine and physical fitness 2008; 48: 391-397.
 35. Jones T, Basilio JL, Brophy PM, McCammon MR, Hickner RC. Long-term exercise training in overweight adolescents improves plasma peptide YY and resistin. Obesity 2009; 17: 1189–1195.
 36. Jurimae J, Maestu J, Jurimae T. Leptin as a marker of training stress in highly trained male rowers? Eur J Appl Physiol 2003; 90:533-8.
 37. Shahidi F, Taghi Khani M, Aminian T, Kurdi M, Saghiri R, Arjomand M. [Long-term effects of aerobic exercise and increased concentration of selected hormones and leptin levels in women with excess weight] Sports science research Journal 1387, No. 21(Persian).
 38. Ferdosi M, Asad Mo. [The effect of endurance, resistance and concurrent trainings on plasma leptin levels of non-athlete males] Procedia - Social and Behavioral Sciences Journal 46 (2012) 311 – 315.
 39. Saremi, A, Shevandi N, Bayat Ne. [The effect of exercise on serum levels of ghrelin, leptin, and sleep quality in overweight and obese men] Arak University of Medical Sciences Journal 1391, Year 15, No. 1(Persian).
 40. Abuzenadah AM, El-Kader SMA, Aldahr MS. Impact of mild versus moderate intensity aerobic exercise training on leptin and selected innate immune system response in obese asthmatic patients. Mid East J Sci Res 2010; 5(1): 1-5.
 41. Noland RC, Baker JT, Boudreau SR, Kobe RW, Tanner CJ, Hickner RC, et al. Effect of intense training on plasma leptin in male and female swimmers. Med Sci Sport Exer 2001; 33(2): 227-31.
 42. Hickey MS, Calsbeek DJ. Plasma leptin and exercise: recent findings. Sport Med 2001; 31 (8): 583-9.
 43. Hulver MW, Houmard JA. Plasma Leptin and Exercise. Sport Med 2007; 33(7): 473-82.
 44. Devries MC, Hamadeh MJ, Glover AW, Raha S, Samjoo IA, Tarnopolsky MA. Endurance training without weight loss lowers systemic, but not muscle, oxidative stress with no effect on inflammation in lean and obese women. Free Rad Biol Med 2008; 54(4): 503-11.
 45. Benatti FB, Junior AHL. Leptin and endurance exercise: implications of adiposity and insulin. Revista Brasileira de Medicina do Esporte 2007; 13: 239e-244e.
 46. Malkova D, McLaughlin R, Manthou E, Wallace AM, Nimmo MA. Effect of Moderate-intensity Exercise Session on Preprandial and Postprandial Responses of Circulating Ghrelin and Appetite. Horm Metab Res. 2008; 40(6): 410-5.
 47. Whybrow S, Hughes DA, Ritz P, Johnstone AM, Horgan GW, King N, et al. The effect of an incremental increase in exercise on appetite, eating behaviour and energy balance in lean men and women feeding ad libitum. Br J Nutr. 2008;100(5):1109-15.
 48. Reinehr T, de Sousa G, Roth CL. Obestatin and ghrelin levels in obese children and adolescents before