

## Interactive effect of stevia aqueous extract and aerobic exercise on insulin resistance index and body composition of obese girls and boys during puberty

Mohsen RoknAbadi, Mohammadreza Rezaeipour\*,  
Maryam Banparvari, Omid Mohammaddoost

Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology,  
University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

\* Corresponding author e-mail: [Rezaeipour@ped.usb.ac.ir](mailto:Rezaeipour@ped.usb.ac.ir)

**Citation:** RoknAbadi M, Rezaeipour M, Banparvari M, Mohammaddoost O. Interactive effect of stevia aqueous extract and aerobic exercise on insulin resistance index and body composition of obese girls and boys during puberty. *Daneshvar Medicine* 2021; 29(2):54-66. doi: [10.22070/DANESHMED.2021.13597.1018](https://doi.org/10.22070/DANESHMED.2021.13597.1018)

### Abstract

**Background and Objective:** Puberty is affected by obesity. The aim was to investigate the interactive effect of stevia aqueous extract consumption and aerobic exercise on insulin resistance index and body composition of obese boys and girls during puberty.

**Materials and Methods:** Semi-experimental research; 60 obese boys and girls aged 12-17 years who were divided into four groups: aerobic exercise, stevia, aerobic exercise + stevia, and control. Fasting glucose and insulin levels were measured and the insulin resistance index was calculated by the HOMA-IR method. Subjects practiced three sessions a week for 12 weeks with an intensity of 60 to 85% of maximum heart rate. Supplement for 12 weeks daily 12 cc of the water-soluble extract was taken 3 times after the main meal. Data were analyzed by paired t-test, one-way analysis of variance, and Bonferroni test at the significant level of  $p < 0.05$  with SPSS-22.

**Results:** The decrease in body mass index, body fat mass, insulin, and serum glucose as well as the increase in net body mass in the aerobic + stevia exercise group were significant in girls and boys ( $p < 0.05$ ). HOMA-IR reduction was significant in all groups except the control group, but there was no significant difference between the changes in the two groups of aerobic exercise and control.

**Conclusion:** Aerobic exercise and consumption of aqueous stevia extract made favorable changes in the subjects' HOMA-IR and body composition, but some of these changes are due to the natural growth process during puberty.

**Keywords:** Aerobic training, Stevia aqueous extract, Insulin resistance index, Body composition

Received: 15 Feb 2021  
Last revised: 09 June 2021  
Accepted: 19 June 2021

# تأثیر تعاملی عصاره آبی استویا و تمرین هوازی بر شاخص مقاومت انسولین و ترکیب بدن دختران و پسران چاق در دوران بلوغ

نویسندگان: محسن رکن آبادی، محمدرضا رضایی پور\*، مریم بان پروری، امید  
محمد دوست

گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

Email: Rezaeipour@ped.usb.ac.ir

\*نویسنده مسئول: محمد رضا رضایی پور

## مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه و هدف:** دوران بلوغ تحت تأثیر چاقی است. هدف، بررسی تأثیر تعاملی مصرف عصاره آبی استویا و تمرین هوازی بر شاخص مقاومت به انسولین و ترکیب بدن پسران و دختران چاق در دوران بلوغ بود.

**مواد و روش ها:** تحقیق نیمه تجربی؛ ۶۰ پسر و دختر چاق ۱۷-۱۲ سال که در چهار گروه: تمرین هوازی، استویا، تمرین هوازی + استویا و کنترل قرار گرفتند. سطوح گلوکز و انسولین در حالت ناشتا اندازه گیری و شاخص مقاومت به انسولین به روش HOMA-IR محاسبه شد. آزمودنی ها به مدت ۱۲ هفته، هفته ای سه جلسه با شدت ۶۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه تمرین کردند. مکمل به مدت ۱۲ هفته روزانه ۱۲ سی سی عصاره به صورت محلول در آب را در ۳ نوبت پس از وعده غذای اصلی مصرف شد. داده ها با آزمون های تی وابسته و آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون بونفرونی در سطح معنی داری  $p < 0.05$  با spss-22 تجزیه و تحلیل شدند.

**نتایج:** کاهش شاخص توده بدنی، توده چربی بدن، انسولین و گلوکز سرم و همچنین افزایش توده خالص بدن در گروه تمرین هوازی + استویا در دختران و پسران معنی دار بود ( $p \leq 0.05$ ). در همه گروه ها بجز گروه کنترل کاهش HOMA-IR معنی دار بود؛ اما بین تغییرات آن در دو گروه تمرین هوازی و کنترل، تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

**نتیجه گیری:** تمرین هوازی و مصرف عصاره آبی استویا تغییرات مطلوبی در HOMA-IR و ترکیب بدنی آزمودنی ها ایجاد کرد اما بخشی از این تغییرات حاصل فرایند طبیعی رشد در دوران بلوغ است.

**واژه های کلیدی:** تمرین هوازی، عصاره آبی استویا، شاخص مقاومت به انسولین، ترکیب بدن

دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۷  
آخرین اصلاح ها: ۱۴۰۰/۰۳/۱۹  
پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۹

## مقدمه

شیوع چاقی، در دهه اخیر افزایش قابل توجهی پیدا کرده است به طوری که بیش از یک میلیارد از افراد بزرگسال جهان دارای اضافه‌وزن و حداقل ۳۰۰ میلیون نفر از آن‌ها چاق هستند (۱). امروزه اضافه‌وزن و چاقی، یک مشکل اساسی است که سلامتی انسان را به مخاطره انداخته است. چاقی، آشکارا روی سلامت فرد تأثیر گذاشته و سبب بروز بسیاری از بیماری‌ها نظیر قلبی-عروقی، دیابت، پرفشار خونی و غیره می‌شود (۲)، به طوری که تحقیقات نشان می‌دهد یک شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۵ کیلوگرم بر مترمربع موجب افزایش مقاومت به انسولین، پر انسولینی و پر قندی می‌شود (۳). دلیل بروز چاقی، معمولاً فقدان ورزش و افزایش انرژی دریافتی است بنابراین ورزش و بهبود عادات غذایی برای پیشگیری از چاقی توصیه می‌شود (۴).

پروتئین محصول ژن چاقی، هورمون ۱۹ کیلو دالتونی موسوم به لپتین می‌باشد که برای تنظیم وزن طبیعی ضروری است (۵). این هورمون، در سلول‌های بافت چربی تولید و پس از ترشح در خون پخش می‌شود و با اتصال به گیرنده‌هایی در هیپوتالاموس سبب تغییر ژن نروپپتیدهای کنترل کننده دریافت و مصرف انرژی می‌شود (۶). غلظت لپتین همبستگی مثبت و بالایی با میزان چربی بدن دارد و به موازات بالا رفتن ذخایر بافت چربی، مقدار آن نیز افزایش می‌یابد (۷). لپتین، ترشح انسولین از سلول‌های بنای جزایر لانگرهانس پانکراس را با تغییر عملکرد کانال‌های یونی، کاهش می‌دهد (۸). همچنین، لپتین با کاهش میزان گلوکز گردش خون، مستقل از عمل انسولین، باعث بهبود مقاومت به انسولین می‌شود (۹). از طرفی لپتین، با کنترل سنتز و ترشح عوامل التهابی مختلف از قبیل عامل نکروز تومور-آلفا و اینترلوکین ۶، در ایجاد مقاومت به انسولین دخالت دارد (۱۰). عوامل فیزیولوژیک مختلفی مانند انرژی دریافتی (۱۱)

فعالیت بدنی و گلوکوکورتیکوئیدها بر میزان لپتین اثر می‌گذارند (۱۲). فعالیت بدنی وقتی به صورت عاملی برای تعادل انرژی منفی در بدن به کار می‌رود، قادر است به کاهش وزن بدن و به ویژه چربی، منجر شود. انتظار می‌رود با کاهش میزان چربی بدن، مقدار تولید لپتین از این بافت نیز کاهش یابد (۱۳). مقاومت به انسولین یکی از اختلالات عمده موجود در افراد چاق محسوب می‌شود و یک وضعیت متابولیکی است که در طی آن میزان پاسخ‌دهی بافت‌ها به مقادیر فیزیولوژیک انسولین کمتر از حالت طبیعی است و سلول‌های بدن نسبت به اثرات انسولین مقاوم و با ایجاد پرفشار خونی، اختلال تحمل گلوکز و دیابت ملیتوس زمینه‌ساز بیماری قلبی-عروقی می‌شود (۱).

مقاومت به انسولین از ویژگی‌های اساسی سندرم متابولیک و نقص اولیه در گسترش دیابت نوع ۲ است. همچنین گزارش‌ها حاکی از نقش مقاومت به انسولین در گسترش بیماری‌های قلبی-عروقی است (۱۴). مقاومت به انسولین به صورت پاسخ ناقص گلوکز به میزان خاصی از انسولین تعریف می‌شود. در بسیاری از این بیماران برای جبران این نقص، برای حفظ سطح گلوکز، سطح انسولین در گردش افزایش می‌یابد (۱۵). افزایش مقاومت به انسولین در دوران بلوغ ممکن است در شروع آدرنارک (افزایش تولید آندروژن‌های آدرنوکورتیکال) دخیل بوده و سبب افزایش استروئیدهای جنسی گردد (۱۵)؛ بنابراین می‌تواند تسهیل کننده رشد جسمانی و کسب وزن در دوران بلوغ باشد (۱۶). از سوی دیگر، تغییرات این متغیر فیزیولوژیکی در دوران بلوغ ممکن است با بروز چاقی همراه باشد. مطالعات نشان می‌دهد مقاومت به انسولین در کودکان چاق بیشتر از کودکان با وزن طبیعی است؛ با این حال ورزش هوازی سبب بهبود مقاومت به انسولین می‌شود (۱۷). اولین بار آمیل در سال ۱۹۸۶ نشان داد، مقاومت به انسولین در کودکانی که بر اساس مقیاس تانر در مرحله ۳ و ۴ بلوغ قرار

با اعمال هر دو مداخله‌گر تمرینات هوازی و مصرف عصاره آبی استویا این تغییرات افزایش می‌یابند؟

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به صورت نیمه تجربی از نوع علی پس از وقوع می‌باشد. جامعه آماری؛ شامل پسران و دختران نوجوان چاق شهر زاهدان سال بود. پژوهش با مشارکت ۶۰ دانش‌آموز دختر و پسر نوجوان چاق با دامنه سنی ۱۷-۱۲ سال انجام شد که توانستند پروتکل تحقیق را به انجام برسانند. نمونه در دسترس محقق به صورت هدفمند از چهار مدرسه راهنمایی و دبیرستان شهر زاهدان انتخاب شد. دانش‌آموزان به صورت تصادفی ساده (قرعه‌کشی) در گروه‌های تمرین هوازی، تمرین هوازی+مصرف عصاره استویا، مصرف عصاره استویا و کنترل قرار گرفتند. در هر گروه هفت نفر دختر و هشت نفر پسر حضور داشتند.

پس از اندازه‌گیری قد، وزن و تعیین BMI آزمودنی‌های چاق بر اساس نقطه ۹۵ درصدی نمودار CDC-2000 انتخاب شدند (۲۰). با کسب مجوز از اداره کل آموزش و پرورش استان، ضرورت اجرای تحقیق و روش آن در جلسات جداگانه برای مدیران مدارس، دانش‌آموزان و والدینشان تشریح شد. پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه کتبی توسط والدین آزمودنی‌ها، از پرسشنامه سوابق پزشکی-ورزشی برای شناسایی واجدین شرایط استفاده شد. این معیارها شامل: داشتن سلامت جسمانی، خواب منظم، عدم مصرف هر نوع دارو، نداشتن سابقه بیماری خانوادگی از قبیل مشکلات قلبی-عروقی، فشار خون بالا، دیابت و چربی خون بالا، عدم شرکت در برنامه ورزشی منظم و یا رژیم غذایی خاص برای کاهش وزن بود.

قبل از نمونه‌گیری خون، دستورالعمل کتبی مبنی بر ۱۲ ساعت ناشتا بودن، داشتن خواب راحت، عدم مصرف غذای پرچرب یک روز قبل از آزمایش، عدم مصرف

داشتند، بیشتر از کودکان قبل از بلوغ و حتی افراد بالغ است (۱۸). بر اساس تحقیقات بعدی، اوج کاهش حساسیت به انسولین در مرحله ۳ بلوغ بود که با رسیدن نوجوان به مرحله ۵ بلوغ به حالت قبلی بازگشت (۱۹).

دیابت یکی از شایع‌ترین و هزینه‌سازترین بیماری‌های مزمن در سراسر جهان به شمار می‌رود که عوارضی همچون نارسایی عروقی و کلیوی، نابینایی و قطع عضو به دنبال دارد. دیابت با عوارض فراوان خود کیفیت زندگی بیماران را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و هزینه‌های اقتصادی فراوانی را بر فرد و جامعه تحویل می‌نماید. عدم کنترل دقیق بیماری، میزان پیدایش عوارض را در آینده افزایش خواهد داد. گیاه استویا یک شیرین‌کننده بسیار قوی و جایگزینی بسیار مناسب برای قندهای تصفیه شده است. شیرهای برگ‌های استویا شیرین‌کننده‌ی صد در صد طبیعی است. ترکیبات موجود در این گیاه میزان گلوکز را پایین نمی‌آورند اما شاخص گلیسمی بسیار پایینی در حد هیچ دارند. در واقع گیاه استویا باعث بالا رفتن انسولین نمی‌شود. با توجه به اینکه میزان مقاومت به انسولین اولیه می‌تواند منجر به بروز پاسخ متفاوت به برنامه‌های کاهش وزن در افراد چاق گردد و همچنین، میزان مقاومت به انسولین بین مراحل بلوغ نیز متفاوت است.

نقش ترکیبی تمرینات ورزشی و مکمل‌های گیاهی و همچنین نقش آن‌ها در روابط و مکانیسم‌های ارائه شده برای چاقی و مقاومت به انسولین کمتر مورد توجه قرار گرفته است. ما در این تحقیق ضمن بررسی اثر تمرینات هوازی بر میزان لپتین و مقاومت به انسولین، تأثیر این تمرینات را با اعمال عصاره آبی گیاه استویا بررسی خواهیم کرد تا دریابیم آیا می‌توان با مصرف عصاره آبی استویا تغییراتی را در میزان لپتین و وضعیت مقاومت به انسولین مشاهده کرد، یا اینکه

نصب کنند و فقط هنگام خواب و انجام فعالیت‌های ورزشی آن را از خود جدا کنند. عدد مربوط به تعداد گام توسط آزمودنی‌ها قبل از خواب شبانه ثبت می‌شد. آزمودنی‌ها در ابتدا و انتهای پروتکل و هر بار ۳ روز (دو روز غیر تعطیل و یک روز تعطیل) از پدومتر استفاده کردند (۱۸).

عصاره استویا از شرکت داروسازی گیاه اسانس با مجوز بهداشتی شماره ۱۲۲۸۱۸۰۷۵۰ تهیه گردید. گروه‌های مصرف عصاره استویا، روزانه ۱۲ سی سی عصاره را در حالیکه در هر وعده ۴ سی سی آن را در یک لیوان آب حل نموده‌اند پس از وعده غذای اصلی دریافت کردند (۲۱).

اطلاعات حاصله با نرم افزار SPSS-22 در سطح معنی‌داری  $p < 0/05$  تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آمار استنباطی تی وابسته برای مقایسه پیش و پس آزمون درون گروهی و برای مقایسه بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. آزمون تعقیبی بونفرونی نیز به منظور تعیین تفاوت‌های بین گروهی استفاده گردید.

### نتایج

در جدول ۱، مشخصات آزمودنی‌ها و متغیرهای تحقیق قبل از مداخله در گروه‌های پژوهش ارائه شد.

دارو، عدم انجام فعالیت ورزشی و عدم تغییر رژیم غذایی به همراه تاریخ، زمان و مکان نمونه‌گیری در اختیار آزمودنی‌ها و والدین‌شان قرار گرفت. از هر آزمودنی پنج میلی‌لیتر نمونه خونی از ورید بازویی دست راست گرفته شد. ترکیب بدنی آزمودنی‌ها با دستگاه ارزیابی ترکیب بدن In body 3.0 متعلق به شرکت BIOSPACE ساخت کشور کره جنوبی به روش مقاومت بیوالکتریکی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری گلوکز خون از کیت پارس آزمون ساخت ایران به روش فتومتریک؛ برای اندازه‌گیری انسولین سرم از کیت MONOBIND ساخت کشور آمریکا به روش الایزا و شاخص مقاومت به انسولین با استفاده از مدل هومئوستاز ارزیابی مقاومت به انسولین<sup>۱</sup> (HOMA-IR) انجام شدند.

گروه تمرین هوازی به مدت ۱۲ هفته، هفته‌ای سه جلسه تحت نظر محقق دویدند (۱۷). از فرمول (سن-۲۲۰) برای برآورد ضربان قلب بیشینه استفاده شد (۱۹). در دو هفته اول آزمودنی‌ها با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه دویدند (۱۶)، سپس شدت آن تا هفته آخر بین ۶۰ الی ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه حفظ شد. مدت تمرین در هفته اول ۱۵ دقیقه بود که پس از آن هر دو هفته ۵ دقیقه به زمان تمرین اضافه شد. به طوری که آزمودنی‌ها در هفته آخر به مدت ۴۵ دقیقه دویدند (۱۶). همچنین ۱۰ دقیقه گرم کردن و پنج دقیقه سرد کردن در ابتدا و انتهای برنامه تمرینی اجرا شد. شدت تمرینات با استفاده از دستگاه ضربان سنج پلار کنترل شد. در طی انجام پروتکل تحقیق از آزمودنی‌ها خواسته شد شیوه زندگی، سطح فعالیت بدنی، میزان و نوع رژیم غذایی معمول خود را تغییر ندهند. سطح فعالیت بدنی با استفاده از ابزار پدومتر (گام سنج) ساخت کشور چین اندازه‌گیری شد. بدین صورت که از آزمودنی‌ها خواسته شد پدومتر را در سمت راست کمر بند خود به صورت عمودی

<sup>۱</sup>. Homeostatic Model Assessment-Insulin Resistance

جدول ۱. توصیف و همگنی ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و متغیرهای تحقیق در زمان پایه (قبل از مداخله)

متغیر	گروه	انحراف استاندارد $\pm$ میانگین	نمره همسان‌سازی
قد (سانتی‌متر)	تمرین هوازی	۱۶۱/۴ $\pm$ ۸/۹۹	۰/۴۱
	استویا	۱۵۷/۴ $\pm$ ۹۸/۶۹	
	تمرین هوازی+استویا	۱۶۱/۳ $\pm$ ۷۸/۶۱	
	کنترل	۱۶۰/۴ $\pm$ ۶۵/۱۹	
وزن (کیلوگرم)	تمرین هوازی	۶۵/۴ $\pm$ ۱۲/۶۴	۰/۳۵
	استویا	۶۴/۵ $\pm$ ۷۶/۳۶	
	تمرین هوازی+استویا	۶۳/۱ $\pm$ ۳۲/۱۹	
	کنترل	۶۴/۳ $\pm$ ۷۶/۰۶	
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	تمرین هوازی	۲۸/۹ $\pm$ ۳۷/۴۷	۰/۴۲
	استویا	۳۰/۶ $\pm$ ۰۳/۲۶	
	تمرین هوازی+استویا	۲۷/۵ $\pm$ ۲۷/۱۷	
	کنترل	۲۸/۴ $\pm$ ۰۳/۶۶	
توده خالص بدن (کیلوگرم)	تمرین هوازی	۴۴/۲ $\pm$ ۶۷/۰۱	۰/۱۸
	استویا	۵۲/۲ $\pm$ ۸۴/۶۱	
	تمرین هوازی+استویا	۵۱/۴ $\pm$ ۸۴/۹۱	
	کنترل	۴۸/۶ $\pm$ ۷۵/۱۶	
توده چربی بدن (کیلوگرم)	تمرین هوازی	۲۷/۴ $\pm$ ۷۵/۷۹	۰/۲۵
	استویا	۲۸/۶ $\pm$ ۷۷/۹۷	
	تمرین هوازی+استویا	۳۰/۱۲ $\pm$ ۱۵/۱۴	
	کنترل	۳۰/۱۹ $\pm$ ۲۲/۷۱	
گلوکز (mg/dl)	تمرین هوازی	۹۱/۱۳ $\pm$ ۶۶/۳۲	۰/۳۲
	استویا	۸۹/۱۰ $\pm$ ۲۲/۳۳	
	تمرین هوازی+استویا	۸۸/۱۱ $\pm$ ۶۶/۵۹	
	کنترل	۸۷/۱۴ $\pm$ ۲۲/۳۱	
انسولین (Iu/ml)	تمرین هوازی	۲۴/۹ $\pm$ ۱۱/۳۷	۰/۲۷
	استویا	۲۱/۱۲ $\pm$ ۲۲/۳۳	
	تمرین هوازی+استویا	۲۳/۰ $\pm$ ۱۱/۰۱	
	کنترل	۲۰/۰ $\pm$ ۲۲/۰۷	

این کاهش از نظر آماری معنی دار نبود ( $p \geq 0/05$ ). همچنین نشان داد که ۱۲ هفته تمرین هوازی همزمان با مصرف مکمل آبی استویا موجب کاهش معنی داری شاخص مقاومت به انسولین ( $P=0/04$ )، غلظت انسولین ( $P=0/02$ )، گلوکز ( $P=0/02$ )، وزن، شاخص توده بدن، توده خالص بدن و توده چربی بدن ( $p \leq 0/05$ ) می شود.

نتایج آزمون **t** (در جدول ۲)، نشان می دهد، ۱۲ هفته تمرین هوازی تأثیر معنی داری بر شاخص مقاومت به انسولین، انسولین، گلوکز و توده خالص بدن دارد ( $p \leq 0/05$ )؛ ۱۲ هفته مصرف عصاره آبی استویا تأثیر معنی داری بر شاخص مقاومت به انسولین و توده چربی دارد ( $p=0/05$ ،  $p=0/007$ ). همچنین غلظت انسولین، گلوکز، وزن، شاخص توده بدن، توده خالص بدن و توده چربی بدن بعد از ۱۲ هفته مصرف مکمل آبی استویا کاهش یافت اما

جدول ۲. آزمون t وابسته در ارتباط با تغییرات شاخص مقاومت به انسولین و ترکیب بدن دختران و پسران چاق در گروه های تحقیق

مقدار P	مقدار t	درجات آزادی	گروه	متغیر
*0/002	3/80	14	تمرین هوازی	شاخص مقاومت به انسولین
*0/005	2/79	14		انسولین
*0/01	1/32	14		گلوکز
0/20	2/19	14		وزن
0/21	3/63	14		شاخص توده بدن
*0/01	1/23	14		توده خالص بدن
0/24	2/29	14		توده چربی بدن
*0/007	1/84	14	گروه مکمل استویا	شاخص مقاومت به انسولین
0/21	1/32	14		انسولین
0/17	1/45	14		گلوکز
0/06	2/01	14		وزن
0/11	1/11	14		شاخص توده بدن
0/14	2/06	14		توده خالص بدن
*0/05	2/87	14		توده چربی بدن
*0/04	2/26	14	تمرین هوازی توأم با مکمل استویا	شاخص مقاومت به انسولین
*0/02	2/65	14		انسولین
*0/02	3/82	14		گلوکز
*0/001	4/36	14		وزن
*0/04	2/43	14		شاخص توده بدن
*0/03	1/36	14		توده خالص بدن
*0/01	1/54	14		توده چربی بدن

هوازی+مصرف مکمل استویا و گروه تمرین هوازی در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش پیدا کرد ( $p=0/01$ )، ( $p=0/04$ )؛ اما بین گروه تمرین به تنهایی و مصرف مکمل استویا به تنهایی تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $p=0/41$ ). همچنین بین مصرف مکمل استویا و گروه کنترل تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $p=1/00$ ).

نتایج تحلیل آماری آنالیز واریانس یک طرفه مرتبط با شاخص مقاومت به انسولین نشان داد که بین گروه‌های تجربی تحقیق و گروه کنترل تفاوت معنی داری وجود دارد ( $P=0/007$ ,  $P=0/006$ )؛ لذا از آزمون تعقیبی بونفرونی جهت مشخص نمودن تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. نتایج آزمون بونفرونی (در جدول ۳) نشان می‌دهد که شاخص مقاومت به انسولین در گروه تمرین

جدول ۳. آزمون تعقیبی بونفرونی شاخص مقاومت به انسولین در گروه‌های مختلف پژوهش

متغیر گروه ها	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	مقدار p
تمرین هوازی +	تمرین هوازی	۰/۱۹	۱/۰۰
	استویا	-۰/۴۲	۰/۲۱
	کنترل	-۰/۶۱	*۰/۰۱
تمرین هوازی	استویا	۰/۱۹	۰/۴۱
	کنترل	-۰/۵۵	*۰/۰۴
	کنترل	۰/۱۸	۱/۰۰

خود منجر به افزایش استروئیدهای جنسی در دسترس می‌گردد و فرایند بلوغ را تسریع می‌کند؛ اما آنچه مسلم است افزایش خطرات ناشی از چاقی را نباید نادیده گرفت. مطمئناً افزایش سطح فعالیت بدنی و داشتن رژیم غذایی مناسب در این دوران حساس که با رشد سریع و تغییرات زیادی در ترکیب بدنی همراه است، می‌تواند منجر به ارتقای سلامتی نوجوانان چاق گردد. نتایج تحقیقات گذشته بر روی کودکان و نوجوانان چاق نشان می‌دهد در اثر تمرینات ورزشی مقاومت به انسولین کاهش می‌یابد. این در حالی است که در گروه کنترل نیز کاهش معنی دار دیده شد که با نتایج بسیاری از تحقیقات گذشته مبنی بر کاهش طبیعی شاخص مقاومت به انسولین در انتهای بلوغ همخوانی دارد. مطالعه اوایاما<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد، عامل اصلی در کاهش HOMA-IR مقدار کاهش وزن بود نه مدت زمان اجرای مداخله، همچنین بین تغییرات HOMA-IR و کاهش وزن همبستگی معنی دار دیده شد (۲۲). این در حالی است که در آزمودنی‌های گروه تمرین هوازی کاهش معنی دار وزن در گروه دختران

## بحث

در حوزه فیزیولوژی ورزشی به مسئله بلوغ و تفاوت بین افراد از لحاظ سن بیولوژیکی، کمتر پرداخته شده است و در بسیاری مواقع، مقایسه آزمودنی‌ها در این دوران، در پس پرده سن تقویمی، پنهان مانده است. همان طور که قبلاً ذکر شد، افزایش مقاومت به انسولین در ابتدای نوجوانی با فرایند بلوغ در ارتباط است. یافته‌های ما نیز نشان داد هرچند غیر معنی دار، اما شاخص مقاومت به انسولین در گروه‌های تمرین هوازی+مکمل استویا و کنترل کاهش می‌یابد و این در حالی است که آزمودنی‌های ما همگی چاق بودند که به طور ذاتی با افزایش مقاومت به انسولین همراه است. مقاومت به انسولین در دوره بلوغ و هایپرانسولینی جبرانی ناشی از آن به صورت انتخابی فقط بر متابولیسم گلوکز و نه پروتئین، تأثیرگذار است. این مکانیسم با آثار آنابولیکی انسولین در دوران بلوغ همراه است. همچنین این شرایط باعث افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز<sup>۱</sup> (LPL) و ذخیره سازی بیشتر آن و کاهش هورمون‌های جنسی متصل به گلوبولین شده که



فاکتور رشد شبه انسولین<sup>۱۳</sup> IGF1, GH در اثر انسولین افزایش می‌یابد. چاقی با سطوح طبیعی و یا افزایش یافته فاکتور رشد شبه انسولین ۱ IGF1 آزاد همراه است (۲۴). بدین صورت که مقاومت به انسولین ممکن است سبب مهار تولید IGF1 و IGFBP2 گردد که پیامد آن افزایش سطوح IGF1 آزاد و آثار آنابولیکی آن بر رشد و سنتز پروتئین‌ها است؛ که رشد قابل توده بدون چربی در گروه تمرین هوازی را در پی داشت. بین تغییرات شاخص مقاومت به انسولین به تفکیک مراحل بلوغ، در دو گروه تمرین هوازی و کنترل در هر دو گروه پسران و دختران تفاوت معنی‌داری دیده نشد؛ بنابراین تفکیک اثر تمرین هوازی از فرایند طبیعی بلوغ در مطالعه ما به لحاظ آماری ممکن نشد، هرچند درصد تغییرات در گروه تمرین هوازی بیشتر از گروه کنترل بود. پس از گذشت ۱۲ هفته تغییراتی در ترکیب بدنی دو گروه تمرین هوازی و کنترل گروه دختران و پسران ایجاد شد که بخشی از آن حاصل رشد و بالیدگی جسمانی و بخشی دیگر حاصل اعمال متغیر مستقل (تمرین هوازی) بود. تغییرات وزن آزمودنی‌ها در پس‌آزمون گروه دختران و پسران نشان داد در گروه تمرین هوازی افزایش ۲/۱۱ درصدی معنی‌دار نبود؛ یعنی تمرین هوازی نتوانست منجر به کاهش وزن گردد در حالی که مطالعات مربوط به بزرگسالان با پروتکل‌های مشابه با تحقیق ما، عکس چنین نتایجی را در پی داشت. چنین تناقضی در مقایسه با آزمودنی‌های بزرگسال ریشه در افزایش توده خالص بدن در دوران بلوغ دارد. در مطالعه میلر<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۳) نشان داده شد در بزرگسالان، اجرای برنامه کاهش وزن (رژیم غذایی و یا ترکیبی از ورزش و رژیم غذایی) می‌تواند با کاهش توده خاص بدن حتی تا چهار کیلوگرم همراه باشد (۲۵). با این حال جلوگیری از افزایش چاقی و کاهش توده چربی بدن در اثر تمرین هوازی از فواید اجرای این مداخله بود که در مقایسه با نتایج تحقیقات مربوط به بزرگسالان جالب توجه است. نتایج مربوط به تغییرات شاخص توده بدن نشان داد پس از گذشت ۱۲ هفته، در گروه تمرین هوازی ۰/۳۸ درصد کاهش غیر معنی‌دار حاصل شد؛ اما در گروه کنترل تغییرات مشاهده شده معنی‌دار نبود. از سوی دیگر، پس از

و پسران دیده نشد. محل اختلاف بین نتایج مطالعه حاضر و مطالعه اوایاما و همکاران در اینجاست که آزمودنی‌های آن‌ها همگی در مرحله ۵ بلوغ قرار داشتند و احتمالاً به انتهای رشد توده بدون چربی رسیدند. همچنین آنان در تحقیقات خود از مکمل گیاهی استفاده نکرده بودند. در حالی که آزمودنی‌های ما رشد قابل توجهی در توده بدون چربی داشتند که وزن کاهش یافته توده چربی بدن در اثر تمرین هوازی را جبران کرد، بنابراین استدلال اوایاما و همکاران مبنی بر اینکه کاهش مقاومت به انسولین منوط به کاهش وزن است، در دوران بلوغ که با رشد وزن همراه است، صحیح به نظر نمی‌رسد. آبرامز<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای که بر روی نوجوانان چاق ۱۳ تا ۱۷ ساله انجام دادند به این نتیجه رسیدند که پس از اجرای برنامه چندگانه کاهش وزن، حداقل هشت درصد کاهش شاخص توده بدن لازم است تا مقاومت به انسولین کاهش یابد (۲۳). در این مطالعه مرحله بلوغ جنسی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری نشد. با این وجود علی‌رغم کاهش اندک شاخص توده بدن در مطالعه ما شاخص مقاومت به انسولین در گروه‌های تمرین هوازی کاهش یافت؛ که نشان می‌دهد کاهش درصد مشخصی از شاخص توده بدن نیز مانند کاهش وزن، نشانه قابل اعتمادی برای کاهش مقاومت به انسولین پسران چاق در دوران بلوغ محسوب نمی‌شود.

نتایج تحقیقات دیگر نشان داده است، کاهش شاخص مقاومت به انسولین پیامد کاهش قابل توجهی در توده چربی بدن است که در گروه‌های تمرین هوازی قابل توجه است؛ اما این همه ماجرا نیست، چرا که روند نزولی در شاخص مقاومت به انسولین آزمودنی‌های گروه کنترل (دختر و پسر)، بدون تغییر چندانی در توده چربی و حتی افزایش آن نیز رخ داده است. در مقابل شاید بتوان از تغییرات درصد چربی بدن به عنوان نشانگر بهتری برای کاهش مقاومت به انسولین در دوران بلوغ نام برد. چون در گروه تمرین هوازی علی‌رغم اینکه کاهش چندانی در وزن و شاخص توده بدن دیده نشد، نتایج مطالعه‌ای نشان داد، ترشح هورمون رشد<sup>۲</sup> GH در کودکان چاق در پاسخ به محرک‌های محیطی مانند ورزش و کاهش کالریک، کاهش می‌یابد؛ اما فعالیت گیرنده‌های سلولی هورمون رشد و

3. Insulin-like growth factor 1

4. Miller

1. Abrams

2. Growth Hormone

۱۲ هفته افزایش معنی‌دار توده خالص بدن در گروه‌های تمرین هوازی در دو سطح بلوغ، احتمالاً منجر به متابولیسم استراحتی بالاتر و سوختن چربی بیشتر و حتی در حالت استراحت شده است که حاصل آن کاهش بیشتر چربی بدن نسبت به گروه کنترل است. مطالعه هاسیک<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد آزمودنی‌های چاقی که از مقاومت به انسولین بالاتری برخوردارند در مقایسه با افراد دارای وزن طبیعی، از سطوح GH پایین‌تری برخوردارند؛ بنابراین کاهش وزن در این آزمودنی‌ها می‌تواند با GH بالاتر و اکسیداسیون بیشتر چربی به منظور پروتئین‌سازی و رشد بافت عضلانی در دوران رشد همراه باشد (۲۶).

همسو با یافته‌های ما، لایت<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود اظهار داشتند که کاهش وزن و شاخص مقاومت به انسولین متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی، مستقل از سن تقویمی و وضعیت بلوغی است (۲۷). هر چند در این مطالعه فقط سن ملاک وضعیت بلوغی در نظر گرفته شد. از سوی دیگر علی‌رغم اینکه اثر تعاملی بلوغ و تغییرات شاخص مقاومت به انسولین در مطالعه ما دیده نشد؛ اما این تغییرات پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی در پسران چاق هر چند غیر معنی‌دار؛ اما یکسان نبود با این حال بیشترین کاهش در توده چربی و درصد چربی بدن مربوط به گروه تمرین هوازی بود، این در حالی است که شاخص مقاومت به انسولین در این سطح بلوغی در شرایط پایه کمتر بود؛ بنابراین شاید بتوان با احتیاط چنین اظهار کرد که آزمودنی‌هایی که شاخص مقاومت به انسولین کمتری در شرایط پایه داشتند، به کاهش بیشتری در درصد چربی بدن دست پیدا کردند، هر چند بخشی از آن به سیر طبیعی در دوران رشد مربوط است که در گروه کنترل نیز دیده شد. مشابه با یافته‌های ما نتایج مطالعه پین‌هاس-هامیل<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد مقاومت به انسولین رابطه معکوسی با توانایی کاهش شاخص توده بدن پس از برنامه چندگانه کاهش وزن دارد و HOMA-IR یکی از عوامل پیش‌بینی کننده کاهش وزن است (۲۸). با این حال در تحقیق مک‌لاگین<sup>۴</sup> (۱۹۹۹) مقاومت به انسولین پیش‌بینی کننده کاهش

وزن ناشی از محدودیت کالری در زنان بزرگسال نبود. البته سن و جنس آزمودنی‌ها محل اختلاف یافته‌های ایشان با نتایج مطالعه ما بود (۲۹).

مطالعه مک موری و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان داد در حالت استراحت و دویدن با سرعت‌های مختلف، میزان اکسیداسیون چربی در کودکان چاق در مراحل ابتدایی بلوغ بیشتر از آزمودنی‌هایی بود که در اواسط بلوغ قرار داشتند که از دلایل احتمالی آن می‌توان به بالاتر بودن مقاومت به انسولین در اواسط بلوغ اشاره کرد (۲۷)؛ که تا حدودی با نتایج تحقیق ما همخوانی دارد. در تحقیق دیگری نشان داده شد، هایپرانسولینی در افراد چاق در مقایسه با افراد دارای وزن طبیعی در کاهش اثر لیپولیتیکی به فعالیت نقش دارد (۳۰)؛ بنابراین کمتر بودن سطوح انسولین سرم (در گروه دختران و پسران) در پیش‌آزمون می‌تواند با افزایش اکسیداسیون چربی در این سطح از بلوغ، متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی همراه باشد. از سوی دیگر، بین درصد چربی بدن و نسبت تبادل تنفسی در طول فعالیت رابطه مثبتی دیده شده است (۳۰)؛ بنابراین احتمال افزایش اکسیداسیون چربی به دلیل درصد چربی بدنی کمتر دور از انتظار نبود.

### نتیجه گیری

با افزایش بالیدگی جنسی افزایش معنی‌دار قد، وزن و توده خالص بدن و کاهش معنی‌دار درصد چربی پسران و دختران نوجوانان چاق دیده شد. چنین تفاوت بارزی در سن بیولوژیکی حاکی از تغییرات سریع جسمانی در دوران بلوغ دارد. پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی تغییرات مطلوبی در ترکیب بدنی از جمله افزایش توده بدون چربی، کاهش توده چربی بدن و درصد چربی حاصل شد. همچنین علی‌رغم کاهش شاخص مقاومت به انسولین در گروه تمرین هوازی ما شاهد کاهش آن در گروه کنترل نیز بودیم و تغییرات بین آن دو معنی‌دار نبود؛ بنابراین اینگونه به نظر می‌رسد که بخشی از این تغییرات حاصل فرایند طبیعی رشد در دوران بلوغ است. از سوی دیگر، با اینکه بسیاری از محققان کاهش شاخص مقاومت به انسولین را پیامد کاهش قابل توجهی در وزن، شاخص توده بدن و یا توده چربی بدن می‌دانند؛ اما دوران بلوغ از این قاعده مستثنی

1. Hosick

2. Leite

3. Pinhas-Hamiel

4. McLaughlin

شد. پس از آگاهی کامل آزمودنی‌ها از نحوه اجرای پژوهش، رضایت نامه کتبی اخذ گردید. نتایج آزمایش‌ها به اطلاع آزمودنی‌ها رسید و نیز داده‌ها نزد پژوهشگر محفوظ ماند.

### تشکر و قدردانی

تحقیق حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد و با حمایت مالی دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام گردید، از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه، اساتید محترم گروه علوم ورزشی و تمامی دانشجویان محترمی که ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

### مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش هم‌ی بخش‌های این تحقیق مشارکت فعال داشته‌اند.

### تعارض در منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچگونه تضاد منافی در مطالعه وجود ندارد.

است. در مقابل می‌توان از تغییرات درصد چربی بدن به عنوان نشانگر بهتری برای کاهش مقاومت به انسولین در این دوره نام برد. برخی محققان میزان مقاومت به انسولین در شرایط پایه را به عنوان پیش‌بینی‌کننده توانایی افراد در کاهش توده چربی بدن معرفی کرده‌اند، یافته‌های ما نیز نشان داد پسران و دختران چاقی که در مراحل پایانی بلوغ از شاخص مقاومت به انسولین کمتری برخوردار بودند، به کاهش بیشتری در توده چربی بدن دست پیدا کردند، با این وجود در تفسیر این نتایج باید محتاط بود چون تغییرات دیده شده در نمودارها اگرچه واضح به نظر می‌رسید؛ اما به دلیل تعداد کم آزمودنی‌ها در هر زیرگروه، معنی‌دار نشد. با این حال دلیل محکمی برای رد آن نیز در دسترس نیست؛ بنابراین مطالعه حاضر با گشودن پنجره جدیدی در این زمینه لزوم اجرای تحقیقات بیشتر را آشکار می‌سازد.

### ملاحظات اخلاقی

جهت رعایت ملاحظات اخلاقی از کمیته اخلاق دانشگاه سیستان و بلوچستان کد اخلاق به شماره IR.USB.REC.1398.020 برای این طرح دریافت

### منابع

- Guercio G, Rivarola MA, Chaler E, Maceiras M, Belgorosky A. Relationship between the growth hormone/insulin-like growthfactor-I axis, insulin sensitivity, and adrenal androgens in normal prepubertal and pubertal girls. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 2003; 88(3):1389-93. doi: 10.1210/jc.2002-020979.
- Azeri N, Rahmati M, Fathi M. The effect of endurance exercise on blood glucose, insulin and insulin resistance in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of studies conducted in Iran. *Journal of Diabetes and Metabolism* 2017; 17(2):65-78.
- Akbarzadeh S, Barghahi A, Rahbar A, Daneshi A, Najafpour Bushehri S, Pourkhalili Kh, et al. The effects of aqueous extract of stevia plant (*Stevia rebaudiana*) on serum concentration of vaspin and Angiopoietin-like Protein-3 in streptozotocin induced diabetic rats. *Iranian South Medical Journal* 2015; 18(2): 239-249.
- Teymouri A, Rahmani Nia F, Mirzaee B, Tajbakhsh R. Comparison of the effects of aerobic exercise and orlistat consumption on insulin resistance and lipid profile of obese men. *Quarterly Journal of Metabolism and Exercise* 2017; 6(2):137-51.
- Davoodi Z, Ghanbarzadeh M, Shakerian S, Habibi AH. The effect of different intensities of acute aerobic activity on plasma resistin concentration and insulin resistance in men with type 2 diabetes. *Journal of Fasa University of Medical Sciences* 2016; 6(1):79-86.
- Souri R, Assad MR, Brahui Z, Rezaian, N. The effect of aerobic exercise on serum adipoline levels and insulin

- resistance in overweight men. *Feyz Journal* 2015; 19(6):495-503.
7. Attarzadeh Hosseini SR, Mir A, Hejazi K, Mirsaidi M. The effect of eight weeks of combined training on some markers of insulin resistance in middle-aged men. *Journal of Mashhad University of Medical Sciences* 2015; 58(3):129-37. doi:10.22038/MJMS.2015.4521
  8. Nizam Doost Z, Saqib Joo M, Barzegar A. The effect of twelve weeks of aerobic exercise on serum levels of vaspin, fasting glucose and insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism* 2013; 14(2):99-104.
  9. Najafi F, Goodarzi N, Zanganeh MM, Zanganeh A, Haghazare L. Antidiabetic and hepatoprotective effects of bitter fraction of stevia rebaudiana alcoholic extract on streptozotocin-induced diabetic male mice. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences* 2017; 16:493-504.
  10. Zanganeh MM, Goudarzi N, Zanganeh A. Evaluation of anti-diabetic and hepatic protection effects of aqueous extract of stevia leaves in streptozotocin-induced diabetic mice. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences* 2018; 26(4):319-329
  11. Mashmoli b, Abdullah Puri FS, Fazeli Fard R, Shokohi M. The role of stevia consumption in lowering blood sugar levels and complications of diabetes. *Second National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture* 2015.
  12. Burt Solorzano CM, McCartney CR. Obesity and the puberta transition in girls and boys. *Reproduction* 2010; 140(3):399-410. doi: 10.1530/REP-10-0119.
  13. Rubin DA, McMurray RG, Harrell JS, Hackney AC, Thorpe DE, Haqq AM. The association between insulin resistance and cytokines in adolescents: the role of weight status and exercise. *Metabolism: clinical and experimental* 2008; 57(5):683-90. doi: 10.1016/j.metabol.2008.01.005.
  14. Goran MI, Gower BA. Longitudinal study on pubertal insulin resistance. *Diabetes* 2001; 50(11):2444-50. doi: 10.2337/diabetes.50.11.2444.
  15. Brandou F, Brun J-Fdr, Mercier J. Limited accuracy of surrogates of insulin resistance during puberty in obese and lean children at risk for altered gluoregulation. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2005; 90(2):761-7. doi: 10.1210/jc.2004-0329.
  16. Shalitin S, Abrahami M, Lilos P, Phillip M. Insulin resistance and impaired glucose tolerance in obese children and adolescents referred to a tertiary-care center in Israel. *International Journal of Obesity* 2005; 29(6):571-8. doi: 10.1038/sj.ijo.0802919.
  17. Poretsky L, Cataldo NA, Rosenwaks Z, Giudice LC. The insulin-related ovarian regulatory system in health and disease. *Endocrine Reviews* 20(4):535-82. doi: 10.1210/edrv.20.4.0374.
  18. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism: Clinical and Experimental* 2005; 54(11):1472-9. doi: 10.1016/j.metabol.2005.05.013.
  19. Brufani C, Tozzi A, Fintini D, Ciampalini P, Grossi A, Fiori R, et al. Sexual dimorphism of body composition and insulin sensitivity across pubertal development in obese Caucasian subjects. *European Journal of Endocrinology* 2009; 160(5):769-75. doi: 10.1530/EJE-08-0878.
  20. Ahmed ML, Ong KK, Dunger DB. Childhood obesity and the timing of puberty. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM* 2009; 20(5):237-42. doi: 10.1016/j.tem.2009.02.004.
  21. Hassani A, Ebrahimi M, Ramadanpour M. Investigating three consumers on consumer survival at the level of women enabling diabetes type two. *Journal of Knowledge and Education* 2015;10, 4.

22. Oyama LM, Nascimento CM, Carnier J, Piano Ad, Tock L, Sanches PdL, et al. The role of anorexigenic and orexigenic neuropeptides and peripheral signals on quartiles of weight loss in obese adolescents. *Neuropeptides*.2010; 44(6):467-74. doi: 10.1016/j.npep.2010.07.002.
23. Abrams P, Levitt Katz LE, Moore RH, Xanthopoulos MS, Bishop-Gilyard CT, Wadden TA, et al. Threshold for improvement in insulin sensitivity with adolescent weight loss. *The Journal of pediatrics* 2013; 163(3):785-90. doi: 10.1016/j.jpeds.2013.04.003.
24. Wong PC, Chia M, Tsou IY, Wansaicheong GK, Tan B, Wang JC, et al. Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. *Ann Academy of Medicine, Singapore* 2008; 37:286-93. PMID: 18461212.
25. Miller CT, Fraser SF, Straznicki NE, Dixon JB, Selig SE, Levinger I. Effect of diet versus diet and exercise on weight loss and body composition in class II and III obesity: a systematic review. *Journal of Diabetes and Metabolism* 2013; 4(6):1-6. DOI: 10.4172/2155-6156.1000281.
26. Hosick PA, McMurray RG, Hackney AC, Battaglini CL, Combs TP, Harrell JS. Differences in the GH-IGF-I axis in children of different weight and fitness status. *Growth hormone & IGF research: Official Journal of the Growth Hormone Research Society and the International IGF Research Society* 2012; 22(2):87-91. doi: 10.1016/j.ghir.2012.02.007.
27. Leite N, Carvalho HM, Padez C, Lopes WA, Milano GE, Radominski RB. Age and menarcheal status do not influence metabolic response to aerobic training in overweight girls. *Diabetology & Metabolic Syndrome* 2013; 25;5(1):7. doi: 10.1186/1758-5996-5-7.
28. Pinhas-Hamiel O, Lerner-Geva L, Copperman N, Jacobson MS. Insulin resistance and parental obesity as predictors to response to therapeutic life style change in obese children and adolescents 10-18 years old. *The Journal of adolescent health: official publication of the Society for Adolescent Medicine* 2008; 43(5):437-43. doi: 10.1016/j.jadohealth.2008.03.002.
29. McLaughlin T, Abbasi F, Carantoni M, Schaaf P, Reaven G. Differences in Insulin Resistance Do Not Predict Weight Loss in Response to Hypocaloric Diets in Healthy Obese Women 1. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 1999; 84(2):578-81. doi: 10.1210/jcem.84.2.5441.
30. Garcia JM, Iyer D, Poston WS, Marcelli M, Reeves R, Foreyt J, et al. Rise of plasma ghrelin with weight loss is not sustained during weight maintenance. *Obesity* 2006; 14(10):1716-23. doi: 10.1038/oby.2006.197.