Original Article

Comparison of the effect of 12 weeks of aerobic activity with light and heavy intensities on some factors related to obesity in obese and overweight children: A quasi-experimental study

Heidari A, Fathi M*, Mirnsouri R

Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities Sciences, Lorestan University, Khorramabad, I.R. Iran.

Received: 2022/05/10 | Accepted: 2022/11/6

Abstract:

Background: The age of onset of obesity and its consequences have decreased, this study aimed to compare the effect of 12 weeks of aerobic activity with light and heavy intensities on fat burning in obese and overweight children.

Materials and Methods: The statistical sample of this quasi-experimental study included 30 primary school male students with overweight and obesity (mean age 11±0.83 years and body mass index of 29.2±4.3 kg/m2). No diet control, they were randomly divided into three groups of light aerobic exercise (n=10), heavy aerobic exercise (n=10) and control (n=10). 24 hours after the first stage of blood sampling and fat assessment, the experimental groups performed aerobic activity (outdoor walking) with two intensities of light (40-50% HRmax) and heavy (80-70% HRmax) for 12 weeks. The control group did not perform any continuous physical activity. At the end of the 12-weeks exercise program, blood samples and fat assessment values were collected. Data were analyzed using paired t-test, one-way analysis of variance and Post hoc Tukey test using SPSS-24 software at $P \leq 0.05$.

Results: The results showed that both light and heavy aerobic exercise protocols decreased cholesterol, fat triglyceride, and serum leptin, LDL, BMI and HDL. However, heavy intensity aerobic exercise was significantly more effective on the above variables.

Conclusion: It seems intense aerobic exercise has a greater effect on fat burning in obese children.

Keywords: Aerobic activity, Fat burning, Overweight, Obesity

***Corresponding Author**
Email: fathi.m@lu.ac.ir
Tel: 0098 663 312 0097
Fax: 0098 663 312 0106

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, September, 2022; Vol. 27, No 5, Pages 539-547

Please cite this article as: Heidari A, Fathi M, Mirnsouri R. Comparison of the effect of 12 weeks of aerobic activity with light and heavy intensities on some factors related to obesity in obese and overweight children: A quasi-experimental study. ***Feyz*** 2022; 27(5): 539-7.

مقایسه تأثیر ۱۲ هفته فعالیت‌های هوازی با شدت‌های سبک و سنگین بر برخی عوامل مرتبط با چاقی در کودکان چاق و دارای اضافه‌وزن: یک مطالعه نیمه‌تجربی

عارف حیدری [۱]، محمّد فتحی [۲*]، رحیم میرنصوری [۳]

خلاصه:

سابقه و هدف: سنّ ابتلا به چاقی و پیامدهای آن کاهش یافته است، بنابراین هدف این پژوهش، مقایسه تأثیر ۱۲ هفته فعالیت‌های هوازی با شدت‌های سبک و سنگین بر چربی‌سوزی کودکان چاق و دارای اضافه‌وزن بود.

مواد و روش‌ها: نمونه آماری این پژوهش نیمه‌تجربی، ۳۰ دانش‌آموز پسر مقطع ابتدایی مبتلا به اضافه‌وزن و چاقی (با میانگین سنّ ۰/۸۳ ± ۱۱ سال و شاخص توده بدنی ۴/۳ ± ۲۹/۲ کیلوگرم بر مترمربع) بودند که بدون دخالت رژیم غذایی و به‌طور تصادفی به سه گروه کنترل (۱۰ نفر)، تمرینات هوازی سبک (۱۰ نفر) و تمرینات هوازی سنگین (۱۰ نفر) تقسیم شدند. ۲۴ ساعت پس از اوّلین مرحله خون‌گیری و ارزیابی چربی، گروه‌های تجربی فعالیت هوازی (پیاده‌روی در فضای باز) با دو شدت سبک (۵۰-۴۰ درصد HR_{max}) و سنگین (۸۰-۷۰ درصد HR_{max}) را به‌مدت ۱۲ هفته انجام دادند. گروه کنترل هیچ فعالیت جسمانی مستمری انجام نداد. در پایان ۱۲ هفته برنامه تمرینی، نمونه‌های خونی جمع‌آوری شد. با استفاده از آزمون‌های آماری t همبسته، تحلیل واریانس و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح $P\leq ۰/۰۵$ اطلاعات به‌دست‌آمده تجزیه‌وتحلیل شدند.

نتایج: نتایج این پژوهش نشان داد که هر دو پروتکل تمرین هوازی سبک و سنگین باعث کاهش میزان کلسترول، تری‌گلیسیرید درصد چربی، لپتین سرم، LDL، BMI و افزایش HDL آزمودنی‌ها شد. با این‌حال تمرین هوازی با شدت سنگین، به‌طور معنی‌داری، تأثیر بیشتری بر متغیرهای مذکور داشت.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که تمرینات هوازی با شدت سنگین تأثیر بیشتری بر چربی‌سوزی در کودکان چاق دارد.

واژگان کلیدی: فعالیت هوازی، چربی‌سوزی، اضافه‌وزن، چاقی

دوماه‌نامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و ششم، شماره ۵، آذر - دی ۱۴۰۱، صفحات ۵۴۷-۵۳۹

مقدمه

چاقی با طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها مانند تنگی نفس، سرطان، فشار خون، بیماری‌های قلبی - عروقی و دیابت همراه است. با این‌وجود نتایج مرتبط با سلامت، با کاهش وزن متوسط، حدود ۵ تا ۱۰ درصد و بالاتر به‌طور قابل‌توجهی بهبود می‌یابند [۱]. تمهیدات لازم جهت پیشگیری و درمان چاقی در دوران کودکی و نوجوانی می‌تواند ابتلا به بیماری‌های ناشی از چاقی و اضافه‌وزن در دوران بزرگسالی را کاهش دهد، زیرا اگرچه عوارض بسیاری از بیماری‌هایی که با چاقی در ارتباط هستند، در دوران بزرگسالی ظهور پیدا می‌کنند، اما بسیاری از بیماری‌های مرتبط با آن از دوران کودکی آغاز می‌شوند [۲] که موجب نگرانی مرتبط با سلامت آن‌ها می‌شود. این مرحله از عمر به‌عنوان زمان مهمّی جهت تعیین و پیشگویی چاقی در آینده می‌باشد [۳] که موجب افزایش مرگ در بزرگسالی می‌شود. توسعه و بهبود آمادگی جسمانی یکی از عوامل پیشگیری از چاقی و عوارض مرتبط با آن است که در این مورد پژوهش‌هایی صورت گرفته و [۴] مشخص شده است که فعالیت‌های هوازی در کاهش و کنترل وزن مؤثر عمل می‌کنند [۵]. زیرا در میتوکندری سلول عضلانی و در حضور اکسیژن، اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده چاقی سوبسترای مهمّی برای تولید انرژی در این نوع فعالیت‌ها هستند [۶]. در این‌خصوص مطالعات متعدد تأثیر فعالیت‌های هوازی با پروتکل‌های تمرینی متفاوت (از نظر مدت و شدت تمرین، طول دوره تمرینی و تعداد جلسات) را بررسی کرده‌اند [۴،۳]. به‌عنوان مثال، اریک و همکاران نشان دادند که فعالیت هوازی با شدت پایین‌تر، در مقایسه با فعالیت هوازی با شدت بالاتر به مصرف انرژی کمتری نیاز دارد [۶]. نتایج پژوهش جلالی (۱۳۹۷)، نشان داد که تمرینات همزمان مقاومتی - استقامتی موجب بهبود ترکیب بدنی دختران چاق می‌شود که این بهبود عمدتاً با کاهش میزان چربی بدن همراه بود [۷]. به‌نظر می‌رسد این موضوع تحت‌تأثیر جنسیت قرار ندارد، زیرا در پژوهشی فدایی (۱۳۹۶) نشان داد که ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه، بر ترکیب بدنی

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

***نشانی نویسنده مسؤول:**

خرم‌آباد، دانشگاه لرستان دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۶۶۳۳۱۲۰۰۹۷ **دورنویس:** ۰۶۶۳۳۱۲۰۱۰۶

پست الکترونیک: Fathi.m@lu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۰ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۱۴۰۱/۸/۱۵

پسران چاق در دوران بلوغ تأثیر مثبت و معناداری دارد. این پژوهشگر نشان داد که بافت چربی در این آزمودنی‌ها نسبت به آن‌هایی که تمرین نداشته بودند، کاهش معنی‌داری داشت [۸]. این یافته‌ها در کودکان نیز تأیید شد. به‌عنوان نمونه پژوهش پیرهادی (۱۳۹۴) نشان داد که تمرینات هوازی و مقاومتی باعث کاهش معناداری در ترکیب بدن کودکان دارای اضافه‌وزن شهرستان رباط‌کریم داشت [۹]. هرچند ممکن است عادت‌های غذایی در کشورهای مختلف، اثر فعالیت بدنی بر کاهش چربی بدن را کم‌رنگ کنند، اما Alves و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی، با عنوان تأثیر تمرینات ترکیبی با شدت‌های سه جلسه تمرین ترکیبی در مقابل دو جلسه تمرین ترکیبی در هفته بر ترکیب بدنی و آمادگی جسمانی کودکان چاق، تأثیر مشابهی را نشان دادند [۱۰]. Alves بیان کرد که فعالیت هوازی با شدت بالاتر باعث کاهش وزن و کاهش چربی شکمی بیشتری می‌شود [۱۰]؛ اما میزان شدت فعالیت ورزشی همیشه یکی از موضوعات مهم و مورد سؤال بوده است. با وجود تحقیقات زیادی که درمورد تأثیر شدت فعالیت بر میزان چاقی افراد انجام گرفته، اما به‌دلیل نتایج متناقض نتیجه‌گیری دقیق درباره تأثیر شدت‌های مختلف فعالیت‌های هوازی بر شاخص‌های مرتبط با چاقی سخت است. با توجه به این‌که ممکن است غفلت از دوران کودکی با بسیاری از بیماری‌ها به‌خصوص بیماری‌های قلبی - عروقی در دوران بزرگسالی مرتبط باشد، بنابراین ضرورت پژوهش در بین این گروه سنی لازم به نظر می‌رسد. از این‌رو تحقیق حاضر با هدف مقایسه تأثیر ۱۲ هفته فعالیت‌های هوازی با شدت‌های سبک و سنگین بر چربی‌سوزی کودکان چاق و دارای اضافه‌وزن مدارس انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش نیمه‌تجربی با کد اخلاق IR.LUMS.REC.1399.201 با طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون و گروه کنترل، شرکت‌کنندگان ۳۰ دانش‌آموز پسر چاق و دارای اضافه‌وزن مقطع ابتدایی (۱۰ تا ۱۲ سال) بودند. آزمودنی‌ها از سه مدرسه شهرستان ویسیان به‌طور خوشه‌ای طبقه‌بندی و در دسترس در صورت رضایت والدین انتخاب شدند. سپس براساس همسان‌سازی شاخص BMI به سه گروه تمرین هوازی با شدت سبک (۱۰ نفر)، تمرین هوازی با شدت سنگین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. با توجه به شیوع ویروس کرونا با همکاری شبکه بهداشت منطقه، تست کرونا از آزمودنی‌ها به عمل آمد و در صورت منفی بودن نتایج تست، تمرینات ورزشی (در فضای باز و با رعایت پروتکل‌های بهداشتی) بدون ریزش آزمودنی اجرا شد.

ارزیابی قد و وزن، در ابتدا قد و وزن آزمودنی‌ها به‌وسیله قدسنج و وزن‌سنج Seca آلمان به‌ترتیب با دقت ۵ میلی‌متر و ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن در کودکان با توجه به صدک (جدول cut off)، مطابق استاندارد WHO طبقه‌بندی شد [۱۱]. در این جلسه فرم‌های رضایت‌نامه و پرسشنامه وضعیت سلامت و اطلاعات پزشکی توسط اولیاء دانش‌آموزان تکمیل گردید. در جلسه بعدی نحوه اجرای فعالیت‌های هوازی سبک و سنگین آموزش داده شد. ارزیابی چربی زیرجلدی، میزان چربی زیرجلدی در سه ناحیه سینه، شکم و ران با استفاده از کالیپر SLIM GUIDE (کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد و مجموع آن در فرمول جکسون - پولاک جهت محاسبه چگالی بدن قرار داده شد و سپس چگالی به‌دست‌آمده در فرمول سیری درصد چربی بدن برآورد شد [۱۳،۱۲].

سینه + شکم + ران = S

(سن × ۰/۰۰۰۱۳۹۲) − (۰/۰۰۰۰۰۰۲۳ × S^2) + (۰/۰۰۰۹۹۲۹ × S) − d=۱/۹۹۴۹۲ (چگالی بدن) g/cm^2

درصد چربی بدن (فرمول سیری) = $\{(\frac{4.95}{d}) - ۴/۵\} \times ۱۰۰$

ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی خون، با توجه به پژوهش‌های قبلی [۱۵،۱۴]: برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی حدود ۱۰ سی‌سی خون از ورید قدامی بازویی راست در حالت استراحت (حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی) قبل از اجرای پروتکل فعالیت بدنی و ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه فعالیت بدنی نمونه‌گیری شد. نمونه‌های خونی درون لوله‌های یک‌بارمصرف بدون ماده ضدانعقاد خون درب‌دار منتقل شدند. بعد از لخته‌شدن برای جداسازی پلاسما به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد و نگهداری شد تا در زمان لازم استفاده شود. جهت ارزیابی لیپوپروتئین‌های خون از کیت شرکت پارس‌آزمون (ساخت ایران)، استفاده شد. همچنین برای اندازه‌گیری سطوح لپتین سرم، از کیت شرکت LDN ساخت کشور آلمان با روش الایزا، استفاده شد. آزمودنی‌ها برنامه تمرینات هوازی، تمرینات هوازی با شدت سبک را به‌مدت ۱۲ هفته (سه جلسه در هفته)، پس از گرم‌کردن اوّلیه (به‌مدت ۵ دقیقه)، راه رفتن با ۴۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه به‌مدت ۵۰ دقیقه و در پایان جلسه تمرینی سردکردن و کشش (به‌مدت ۵ دقیقه) را در فضای باز انجام دادند. این برنامه از هفته اوّل تا هفته دوازدهم به‌طور یکسان انجام شد. تمرینات هوازی با شدت سنگین، همانند پروتکل قبلی به‌مدت ۱۲ هفته (سه جلسه ۶۰دقیقه‌ای در هفته) اجرا شد که برنامه هر جلسه شامل ۵ دقیقه گرم‌کردن، ۵۰ دقیقه پیاده‌روی در فضای آزاد و ۵ دقیقه آخر نیز سردکردن با حرکات کششی بود. با این تفاوت که از هفته اوّل تا ششم شدت تمرین ۴۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود. از هفته

۷ تا ۱۲ شدت تمرین به‌میزان ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه افزایش یافت [۱۶]. در پایان هر مرحله از آزمون، میزان درک فشار (شاخص درک فشار ۱۰ نقطه‌ای بورگ) در پایان هر ۴ دقیقه از شرکت‌کننده‌ها پرسیده و در برگه مخصوص ثبت می‌شد. همچنین با اندازه‌گیری ضربان قلب بیشینه با گرفتن نبض (پس از آموزش توسط مجری به آزمودنی‌ها و راستی‌آزمایی آن طی چند وهله قبل از شروع تمرینات)، در چند نوبت حین تمرین (هر ۷ دقیقه یک‌بار)، شدت تمرین کنترل شد. در طول دوره ۱۲هفته‌ای، از همه شرکت‌کنندگان خواسته شد که عادت‌های غذایی خود را تغییر ندهند [۲]. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، با آزمون‌های شاپیرو–ویلک (جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها)، تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی توکی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

داده‌های مربوط به ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه در جدول شماره ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که قبل از شروع مطالعه، در متغیرهای سن، قد، وزن و مارکرهای جذب استخوان، تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه تجربی و گروه کنترل وجود نداشت ($P\leq$۰/۰۵) که نشان‌دهنده همگنی گروه‌ها از نظر ویژگی‌های مرتبط با مطالعه بود.

جدول شماره ۱– ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی گروه‌های تجربی و کنترل قبل از تمرین

متغیر (واحد)	تمرینات هوازی سبک	تمرینات هوازی سنگین	کنترل	P
سن (به سال)	۱۱/۱ ± ۰/۸۸	۱۱ ± ۰/۸۲	۱۰/۹ ± ۰/۸۸	۰/۸۷
قد (به سانتی‌متر)	۱۴۶/۶ ± ۸/۰۲	۱۵۰/۴ ± ۹/۱	۱۵۰/۱ ± ۵/۲	۰/۴۷
وزن (به کیلوگرم)	۶۶/۰۳ ± ۱۱/۹	۶۵/۷ ± ۱۱/۳	۶۷/۵ ± ۱۱/۱	۰/۴۸
کلسترول تام	۱۷۱/۱ ± ۲۴/۸	۱۵۶/۷ ± ۲۳/۹	۱۸۵/۸ ± ۲۱/۹	۰/۵۳
تری‌گلیسرید	۱۴۶/۵ ± ۲۴/۱	۱۷۰/۴ ± ۲۱/۲	۱۵۷/۲ ± ۳۰/۹	۰/۱۳
درصد چربی	۳۱/۱۳ ± ۱/۶۶	۳۱/۰۴ ± ۱/۹۷	۳۰/۱۴ ± ۲/۲۹	۰/۴۸
لپتین	۴۲/۵ ± ۳/۴۱	۳۹/۴ ± ۷/۸۶	۴۱/۲ ± ۴/۳۷	۰/۴۷
LDL	۸۹/۷ ± ۴/۴۹	۹۱/۲ ± ۹/۵۶	۹۷/۹ ± ۱۴/۸	۰/۱۹
HDL	۳۶/۴ ± ۴/۴۹	۳۳/۷ ± ۵/۲۱	۳۸/۳ ± ۱۴/۹	۰/۱۹
BMI	۲۸/۴۳ ± ۲/۹۱	۲۹/۰۷ ± ۳/۷۹	۳۰/۱۴ ± ۵/۸۹	۰/۶۸

براساس آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه و نتایج آزمون تعقیبی توکی همان‌طور که در جدول شماره ۲ هم ذکر شده است، در همه شاخص‌ها بین دو گروه تمرینی (تمرینات هوازی سبک و سنگین) با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده شد که سطح معنی‌داری این تفاوت‌ها در جدول ذکر شده است.

جدول شماره ۲– نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون شاخص‌های مورد مطالعه در سه گروه مورد مطالعه و مقادیر P جهت مقایسه دو گروه تمرین‌کرده با گروه کنترل

متغیر	گروه	میانگین و انحراف استاندارد		میزان تغییر (درصد)	P
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		بین گروهی
کلسترول تام	تمرینات هوازی سبک	۱۷۱/۱ ± ۲۴/۸	۱۵۷/۹ ± ۲۳/۹	−۷/۱۳	۰/۰۰۰۱
	تمرینات هوازی سنگین	۱۵۶/۷ ± ۲۳/۹	۱۳۸/۲ ± ۲۰/۹	−۱۳/۴	۰/۰۰۰۱
	کنترل	۱۸۵/۸ ± ۲۱/۹	۱۸۵/۴ ± ۲۳/۹	−۰/۲۲	۰/۵۷
تری‌گلیسرید	تمرینات هوازی سبک	۱۴۶/۵ ± ۲۴/۱	۱۳۸ ± ۲۲/۴	−۵/۸	۰/۰۰۰۱
	تمرینات هوازی سنگین	۱۷۰/۴ ± ۲۱/۲	۱۵۳/۹ ± ۲۰/۷	−۹/۷۴	۰/۰۰۰۱
	کنترل	۱۵۷/۲ ± ۳۰/۹	۱۵۷/۱ ± ۳۰/۲	−۰/۰۶	۰/۸۹
درصد چربی	تمرینات هوازی سبک	۳۱/۱۳ ± ۱/۶۶	۲۴/۵۶ ± ۱/۸۹	−۲۱/۱	۰/۰۰۰۱
	تمرینات هوازی سنگین	۳۱/۰۴ ± ۱/۹۷	۲۱/۳۹ ± ۲/۲۴	−۳۱/۱	۰/۰۰۰۱
	کنترل	۳۰/۱۴ ± ۲/۲۹	۳۰/۷۴ ± ۱/۲۱	+۱/۹۹	۰/۲۷

لپتین	تمرینات هوازی سبک	۴۲/۵ ± ۳/۴۱	۳۴/۲ ± ۳/۸۵	−۱۹/۵	۰/۰۰۰۱
	تمرینات هوازی سنگین	۳۹/۴ ± ۷/۸۶	۲۷/۴ ± ۵/۰۲	−۳۰/۵	۰/۰۰۰۱
	کنترل	۴۱/۲ ± ۴/۳۷	۴۱/۱ ± ۴/۰۱	−۰/۲۴	۰/۷۳
LDL	تمرینات هوازی سبک	۸۹/۷ ± ۴/۴۹	۸۳ ± ۴/۱۱	−۷/۴۷	۰/۰۰۰۱
	تمرینات هوازی سنگین	۹۱/۲ ± ۹/۵۶	۷۵/۷ ± ۷/۰۱	−۱۶/۹	۰/۰۰۰۱
	کنترل	۹۷/۹ ± ۱۴/۸	۱۰۳/۶ ± ۱۳/۱	+۵/۸۲	۰/۰۸
HDL	تمرینات هوازی سبک	۳۶/۴ ± ۴/۴۹	۴۰/۸ ± ۴/۱۱	+۱۲/۱	۰/۰۰۰۱
	تمرینات هوازی سنگین	۳۳/۷ ± ۵/۲۱	۴۳/۱ ± ۳/۹۳	+۲۷/۹	۰/۰۰۰۱
	کنترل	۳۸/۳ ± ۱۴/۹	۳۸/۶ ± ۱۴/۵	+۰/۷۸	۰/۴۹
BMI	تمرینات هوازی سبک	۲۸/۴۳ ± ۲/۹۱	۲۶/۲۴ ± ۲/۴۸	−۷/۷	۰/۰۰۰۱
	تمرینات هوازی سنگین	۲۹/۰۷ ± ۳/۷۹	۲۵/۶۴ ± ۳/۷۳	−۱۱/۸	۰/۰۰۰۱
	کنترل	۳۰/۱۴ ± ۵/۸۹	۳۰/۲۳ ± ۵/۶۳	+۰/۲۹	۰/۴۵
وزن	تمرینات هوازی سبک	۶۶/۰۳ ± ۱۱/۹	۶۳/۳ ± ۱۱/۶	−۷/۶	۰/۰۰۱
	تمرینات هوازی سنگین	۶۵/۷ ± ۱۱/۳	۵۷/۶ ± ۱۰/۹	−۱۱/۷	۰/۰۰۱
	کنترل	۶۷/۵ ± ۱۱/۱	۶۷/۸ ± ۹/۶	+۰/۲۸	۰/۴۴

براساس آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه و نتایج آزمون تعقیبی توکی همان‌طور که در جدول شماره ۳ هم ذکر شده است، در همه شاخص‌ها بین دو گروه تمرین هوازی سبک با گروه تمرین هوازی سنگین تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های مورد مطالعه مشاهده شد که سطح معنی‌داری این تفاوت‌ها در جدول ذکر شده است.

جدول شماره ۳- نتایج آزمون توکی مقایسه گروه تمرین هوازی سبک با گروه تمرین هوازی سنگین

گروه تمرین هوازی سبک با هوازی سنگین		
شاخص	مقادیر آزمون توکی	P
کلسترول	۵/۶	۰/۰۰۱
تری‌گلیسرید	۴/۵	۰/۰۱۲
مجموع درصد چربی	۹/۱	۰/۰۰۱
لپتین	۹/۵	۰/۰۰۱
LDL	۷/۶	۰/۰۰۱
HDL	۱۰/۲	۰/۰۱
BMI	۵/۱	۰/۰۰۱
وزن	۵/۲	۰/۰۱

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که فعالیت هوازی سبک و شدید نسبت به عدم فعالیت بدنی بر شاخص‌های مرتبط با چاقی و اضافه‌وزن تأثیر مطلوبی دارند. از آن‌جایی‌که هدف افراد دارای اضافه‌وزن و چاق از تمرینات ورزشی، کاهش وزن (کاهش چربی)، افزایش قابلیت‌های قلبی - عروقی و افزایش توده عضلانی است، دستیابی به شیوه تمرینی مناسب اهمیت ویژه‌ای دارد. یکی از این شیوه‌های تمرینی، تمرینات هوازی است. مقایسه میزان تغییرات کلسترول تام به‌دنبال ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت‌های سبک و سنگین نشان داد که بین تغییرات کلسترول تام دو گروه، تفاوت معناداری به نفع تمرینات هوازی با شدت سنگین وجود دارد. نتیجه حاصل از تحلیل این فرضیه با نتایج پژوهش‌های قاسمی [۱۴]، علیزاده [۱۵] و اسد [۱۶] همخوانی ندارد. از دلایل ناهمسو بودن نتیجه پژوهش حاضر با تحقیقات مذکور، می‌توان به شدت تمرینات هوازی سنگین در آن‌ها (که ۸۵-۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره بود) و آزمودنی‌های آن پژوهش‌ها که مردان بزرگسال فعال بودند، اشاره کرد. همچنین در پژوهش علیزاده و همکاران، از تمرینات هوازی متناوب و مداوم استفاده شد و آزمودنی‌های پژوهش نیز خانم‌های بزرگسال بودند. فعالیت منظم هوازی موجب کاهش کلسترول و نیز خطر بروز بیماری‌های قلبی - عروقی می‌شود [۱۷]. در این پژوهش، به نظر می‌رسد که هر دو نوع تمرین هوازی با شدت‌های سبک و سنگین از نظر مدت فعالیت آن‌قدر بوده که بتواند کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در سطوح کلسترول خون آزمودنی‌ها به وجود آورد [۱۸]. مقایسه تغییرات تری‌گلیسیرید به دنبال ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت‌های سبک و سنگین نشان داد که بین تغییرات تری‌گلیسیرید دو گروه، تفاوت معناداری به نفع تمرینات هوازی با شدت سنگین وجود دارد. نتیجه حاصل از تحلیل این فرضیه با نتایج پژوهش‌های قاسمی [۱۴]، علیزاده [۱۵] و اسد [۱۶] همخوانی ندارد. مقایسه تمرینات هوازی با شدت‌های سبک و سنگین نشان داد که بین تغییرات درصد چربی بدن دو گروه، تفاوت معناداری وجود داشت، با این توضیح که به‌دنبال تمرینات هوازی با شدت سنگین، کاهش بیشتری در درصد چربی بدن آزمودنی‌ها مشاهده شد. نتیجه

حاصل از تحلیل این فرضیه با پژوهش‌های Anna و همکاران [۱۹] و زیلایی [۲۰]، همخوانی دارد. در مقابل با نتایج پژوهش‌های قاسمی [۱۴] و اسد [۱۶] همخوانی ندارد. مقایسه تغییرات غلظت لپتین‌سرم به‌دنبال ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت‌های سبک و سنگین نشان داد که بین تغییرات غلظت لپتین‌سرم دو گروه، تفاوت معناداری به نفع گروه تمرینات هوازی سنگین وجود داشت. همسو با نتیجه این پژوهش، پیری [۲۱]، در تحقیقی با عنوان تعیین اثر هشت هفته تمرین‌های مقاومتی با الگوهای متفاوت بر سطوح سرمی لپتین، آدیپونکتین، تستوسترون و کورتیزول مردان بی‌تحرک، به این نتیجه رسید که به‌دنبال تمرینات مقاومتی شدید، افزایش بیشتری در سطوح آدیپونکتین و کاهش لپتین رخ داد. همچنین زیلایی [۲۰]، در تحقیقی با عنوان مقایسه تمرین هوازی با شدت بالا و متوسط بر سطح لپتین سرمی و اکسیداسیون چربی دختران جوان چاق به این نتیجه رسید که تمرینات با شدت متوسط در اثر کاهش توده چربی بر ترشح لپتین اثر می‌گذارد، ضمن این‌که این تمرینات با شدت بالا سبب افزایش ظرفیت اکسیداسیونی و بالطبع افزایش اکسیداسیون چربی در حین فعالیت می‌گردد. تحقیقات گذشته نشان دادند که تمرینات هوازی بدون اثر بر بافت چربی به تغییری در سطح لپتین در دختران چاق منجر نمی‌شود [۲۱]. البته این مسأله مورد توافق همه محققان نبوده، به‌طوری‌که نتیجه یکی از تحقیقات حاکی از آن است که تمرین مقاومتی مستقل از درصد چربی باعث کاهش سطح لپتین در مردان چاق می‌شود [۲۲]. بنابراین به‌نظر می‌رسد پاسخ حادّ تمرین به یک جلسه تمرین وابسته به جنس نیز می‌باشد. از طرفی در بیشتر تحقیقاتی که نشان دادند تمرین باعث کاهش لپتین می‌شود، کاهش بافت چربی یکی از دلایل این امر ذکر شده است. بنابراین می‌توان گفت که احتمالاً به‌خاطر تغییر وزن و شاخص توده بدنی، کاهش لپتین نیز رخ داده است. به‌طورکلی تحقیقات دو شرط را برای کاهش لپتین در پاسخ به یک جلسه تمرین قائل شده‌اند. اوّل، کالری مصرفی بیش از ۸۰۰ کیلوکالری باشد. دوم، تمرین به‌گونه‌ای باشد که باعث رهایی اسیدهای چرب آزاد شود [۲۳]. در مطالعات متعددی نیز تأثیر تمرینات ورزشی بر غلظت لپتین، مورد بررسی قرار گرفته است. در زنان چاق، پیاده‌روی با شدت ۸۰ –۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب برای ۴۵ دقیقه باوجود کاهش مقاومت به انسولین، غلظت لپتین را تغییر نمی‌دهد. همچنین، کاهش غلظت لپتین در قایقرانان حین تمرین بلافاصله و ۳۰ دقیقه پس از حداکثر پاروزدن مشاهده شده است [۲۴]. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که لپتین به فعالیت شدید کوتاه‌مدت در زمانی‌که تمام عضلات اصلی درگیر هستند، حساس می‌باشد. استدلال دیگری که می‌توان در زمینه تأثیر تمرینات هوازی با شدت سنگین بر کاهش سطوح لپتین پلاسمای آزمودنی‌های این پژوهش ارائه داد، این است که بخش عمده‌ای از اسیدهای چرب موردنیاز عضلات در حال فعالیت از طریق افزایش ۳ تا ۴ برابری لیپولیز تری‌گلیسیرید بافت چربی تأمین می‌شود. فعالیت ورزشی با شدت زیاد، مقدار جریان خون به بافت چربی را دو برابر می‌کند و سبب افزایش ده‌برابری یا بیشتر جریان خون به عضلات فعال بدن می‌شود که به‌عقیده بسیاری از پژوهشگران، کاهش چربی بدن، کاهش نسبت WHR و بهبود ترکیب بدن به‌دلیل بر هم خوردن تعادل بین انرژی دریافتی، مصرفی و ایجاد تعادل کالریک منفی، ممکن است به افزایش غلظت آدیپونکتین و کاهش لپتین پلاسما پس از تمرین منجر شود [۲۶،۲۵]. از طرفی برخی تحقیقات، وضعیت بیش‌تمرینی و افزایش کورتیزول را دلیل عدم کاهش لپتین سرمی مطرح کردند [۲۷،۲۵]. با این‌حال تأیید این موضوع به تحقیقات بیشتری نیاز دارد. همچنین، نقش کنترل تغذیه آزمودنی‌ها در کسب نتایج مختلف و گاه متفاوت را نباید از نظر دور داشت [۲۸،۲۷]. البته این تناقض می‌تواند ریشه در تفاوت گروه‌های مورد بررسی، نژاد، طول دوره تمرین، شدت، مدت و نوع پروتکل تمرین نیز داشته باشد. مقایسه میزان تغییرات LDL به‌دنبال ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت‌های سبک و سنگین نشان داد که بین تغییرات LDL دو گروه، تفاوت معناداری به‌نفع تمرینات هوازی با شدت سنگین وجود داشت. نتیجه حاصل از تحلیل این فرضیه با نتایج پژوهش‌های قاسمی [۱۴]، علیزاده [۱۵] و اسد [۱۶] همخوانی ندارد. همچنین در تحقیق اراضی، از نوع پروتکل تمرینی (که تمرینات ترکیبی، مقاومتی – هوازی و هوازی بود) و نیز سنّ آزمودنی‌ها که در پژوهش وی مردان میانسال بودند، می‌توان نام برد. مقایسه میزان تغییرات HDL به‌دنبال ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت‌های سبک و سنگین نشان داد که بین تغییرات HDL دو گروه، تفاوت معناداری به‌نفع تمرینات هوازی با شدت سنگین وجود داشت. نتیجه حاصل از تحلیل این فرضیه با نتایج پژوهش‌های قاسمی [۱۴]، علیزاده [۱۵] و اسد [۱۶] همخوانی دارد. قاسمی [۱۴]، در پژوهش خود با عنوان تأثیر دو نوع تمرین هوازی بر میزان اکسیده‌شدن لیپوپروتئین کم‌چگال و عوامل خطرزای قلبی – عروقی مردان غیرفعال، به این نتیجه رسید که به‌دنبال تمرینات هوازی سنگین (۸۵ – ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره)، غلظت HDL آزمودنی‌ها افزایش بیشتری در مقایسه با تمرینات هوازی سبک داشت. اسد [۱۶]، در پژوهش خود با عنوان اثر هشت هفته تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر میزان کلسترول LDL، HDL و آمادگی قلبی – تنفسی در مردان چاق، بیان کرد که واکنش HDL به تمرینات مقاومتی، هوازی و موازی متأثر از شدت تمرین بود و به‌نظر می‌رسد که اجرای تمرینات ترکیبی به‌نسبت اجرای تنهای تمرینات مقاومتی یا استقامتی اثربخشی بالاتری بر

عوامل خطرزای قلبی – عروقی دارد. در مقابل، نتیجه این فرضیه با نتایج پژوهش اراضی و همکاران [۲۹]، همخوانی ندارد. لیپوپروتئین پرچگال، از دیرباز به‌عنوان قوی‌ترین عامل پیش‌بینی تخمین وقوع بیماری‌های عروقی کرونر در تمام سنین در نظر گرفته شده است. نشان داده شده که سطوح کاهش‌یافته آن یک عامل خطرزای مستقل و مهمّ بیماری کرونر است. تأثیر تمرین‌های هوازی بر سطوح HDL در برخی تحقیقات به‌ویژه آن‌هایی که شدتشان بین ۷۰ تا ۹۰ درصد بود، گزارش شده است [۱۷]. رمضانی و همکاران نیز نشان دادند که در هر شدتی از تمرین، HDL افزایش می‌یابد. پاسخ واکنشی که به تمرین داده می‌شود، به فعالیت وابسته است (مقدار فعالیت به‌صورت آستانه تعریف‌شده و این مقدار از فردی به فرد دیگر متفاوت است)؛ به این معنی که اگر مقدار فعالیت کمتر از آستانه باشد، پاسخ معنی‌دار به‌وجود نمی‌آید [۳۰]. اگر فعالیت بیشتر از آستانه باشد، احتمال پاسخ معنی‌دار در متغیرهای مورد بررسی افزایش می‌یابد. یکی از سازوکارهای بالقوه برای افزایش تولید HDL، می‌تواند از طریق افزایش ناشی از تمرین در فعالیت لستین کلسترول آسیل ترانسفراز (LCAT) و کاهش کلیرنس HDL از طریق کاهش مرتبط با تمرین در فعالیت لیپاز کبدی باشد [۳۱]. مقایسه تمرینات هوازی با شدت‌های سبک و سنگین نشان داد که بین تغییرات BMI دو گروه، تفاوت معناداری وجود داشت، با این توضیح که به‌دنبال تمرینات هوازی با شدت سبک، کاهش بیشتری در BMI آزمودنی‌ها مشاهده شد. نتیجه حاصل از تحلیل این فرضیه با پژوهش‌های قاسمی [۱۴] و Chih و همکاران [۱۳]، همخوانی دارد. قاسمی [۱۴]، در پژوهش خود با عنوان تأثیر دو نوع تمرین هوازی بر میزان اکسیده‌شدن لیپوپروتئین کم‌چگال و عوامل خطرزای قلبی – عروقی مردان غیرفعال، به این نتیجه رسید که به‌دنبال تمرینات هوازی سنگین (۸۵ – ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره)، شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها کاهش بیشتری در مقایسه با تمرینات هوازی سبک داشت. Chih و همکاران [۱۳]، در تحقیقی با عنوان مقایسه تأثیر شدت تمرینات هوازی مختلف و مصارف انرژی بر ترکیبات بدن دانشجویان چاق کم‌تحرک در تایوان، به این نتیجه رسید که مداخله ۱۲ هفته ورزش با شدت بالا و صرف انرژی زیاد می‌تواند وزن بدن، چربی بدن، نسبت دور کمر به لگن، دور کمر و نسبت کمر به قد را به‌میزان قابل‌توجهی کاهش دهد، درحالی‌که یک مداخله تمرینی با شدت سبک می‌تواند وزن بدن و چربی بدن را به‌میزان قابل‌توجهی کاهش دهد. نتیجه این فرضیه با نتایج پژوهش اراضی [۲۹]، همخوانی ندارد. مطالعات نشان می‌دهد که در اثر تنفس عمیق و دیافراگمی در طی تمرین سطح انرژی مصرفی بالا می‌رود؛ چراکه علاوه‌بر عضلات فعال، عضلات تنفسی درگیر نیز انرژی بیشتری مصرف می‌کنند. از سوی دیگر تنفس عمیق و دیافراگمی باعث اکسیژن‌رسانی بهتر و بیشتر به عضلات فعال می‌شود. همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که از طریق تنفس عمیق و اکسیژن‌رسانی بهتر به بدن میزان حساسیت به انسولین در افراد بالا می‌رود و به این روش اکسایش چربی در بدن افزایش می‌یابد [۳۱]. بنابراین از آن‌جایی‌که تنفس عمیق و دیافراگمی یکی از رخدادهای مهم در تمرینات هوازی می‌باشد، این انتظار می‌رود که در اثر این تمرینات وزن کلّ بدن و شاخص توده بدن آزمودنی‌ها کاهش یابد. این نتیجه ممکن است حاکی از این مسأله باشد که در آزمودنی‌های هر دو گروه آزمایشی، ترکیب بدنی مطلوب‌تری حاصل شد و به‌عبارت بهتر شاخص توده بدنی با اجرای تمرینات هوازی کاهش یافت، این مسأله افزایش اکسیژن مصرفی در هر کیلوگرم از وزن بدن را به‌دنبال داشت و احتمال دارد در این زمینه تغییرات درون‌سلولی عضلانی و شبکه مویرگی بی‌تأثیر نباشد [۳۲]. از سوی دیگر، فعالیت‌های منظم ورزشی (نظیر هوازی)، موجب تغییراتی در میزان و سرعت جریان انرژی مصرفی بدن می‌شود و در کاهش وزن بدن و جلوگیری از چاقی مؤثر است [۳۳]. یکی از محدودیت‌های این پژوهش عدم کنترل مواد غذایی آزمودنی‌ها بود؛ بنابراین در مورد تعمیم نتایج این پژوهش باید این موضوع را مدنظر داشت.

نتیجه‌گیری

ضمن توجه به عدم کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌های این پژوهش مشخص شد که هر دو برنامه تمرین هوازی با شدت‌های سبک و سنگین، باعث افزایش چربی‌سوزی در کودکان چاق می‌شود که در مقام مقایسه، تمرینات هوازی با شدت سنگین تأثیر بیشتری بر چربی‌سوزی در کودکان چاق دارد. در خاتمه، با توجه به اثرگذاری مثبت تمرینات هوازی با شدت سنگین بر چربی‌سوزی دانش‌آموزان ابتدایی، پیشنهاد می‌شود که از تمرینات هوازی با شدت‌های سبک و سنگین می‌توان به‌عنوان یک روش تمرینی مؤثر برای افزایش چربی‌سوزی در دانش‌آموزان مبتلا به اضافه‌وزن و چاقی استفاده کرد. همچنین با توجه به مفرح بودن و آسان بودن انجام این‌گونه تمرینات برای کودکان چاق و دارای اضافه‌وزن، این‌گونه تمرینات به‌شدت پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه لرستان که در انجام این تحقیق محققان را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References:

[1] Theodora P, Stamatios T, Ioannis NS, George P, Myrto K, Ioannis GT, et al. Prevention and treatment of childhood and adolescent obesity: a systematic review of meta-analyses: ***World J Pediator*** 2019 15(4): 350-81.

[2] Seema K, Aaron SK. Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment? ***J Mayocp*** 2017; 92(2): 251-65.

[3] Suresh RN, Sandhya KD, Priyank DS, Santosh MW. Liposomes as potential carrier system for targeted delivery of polyene antibiotics. ***Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov*** 2013; 7(3): 202-14.

[4] Namiri-Kalantari R, Gao F, Chattopadhyay A, Wheeler AA, Navab KD, et al. The dual nature of HDL: Anti-Inflammatory and pro-Inflammatory. ***Biofactors*** 2015; 41(3): 153-9.

[5] Amy SS, Lirong T, Jason LL, Davidson WS. Proteomic diversity of high density lipoproteins: our emerging understanding of its importance in lipid transport and beyond. ***J Lipid Res*** 2013; 54(10): 2575-85.

[6] Erik AW, Amanda NSR, Lauren TP, Jeffery JH, Felicia LS, Richard AW, et al. Energy Expenditure and Intensity of Group-Based High-Intensity Functional Training: A Brief Report. ***J phys Act Health*** 2019; 16(6): 470-6.

[7] Jalali, Z., R. Shabani, and M. Nazari, Effects of concurrent resistance-endurance training on body composition, lipid profile and blood glucose homeostasis in obese girls: A clinical trial. ***Iran JPEN*** 2018; 4(4): 24-34. [in Persian]

[8] Fadaei, Rahmainia F, Mohebi H, Madah SM, Atr kar roshan Z. The effect of aerobic exercise on insulin resistance index and body composition of obese boys during puberty. ***Int J Appl Exerc Physio*** 2016: 29-42. [in Persian]

[9] Rostamizadeh M, Elmieh A, Rahmani Nia F. Effects of Aerobic and Resistance Exercises on Anthropometric Indices and Osteocalcin, Leptin, Adiponectin Levels in Overweight Men. ***J Arak Uni Med Sci*** 2019; 22 (1) :85-95. [in Persian]

[10] Alves ASR, Venâncio TL, Honório SAA, Martins JMC. Multicomponent training with different frequencies on body composition and physical fitness in obese children. ***Anais da Academia Brasileira de Ciências*** 2019; 91(4).

[11] Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. ***BMJ*** 2000; 320: 1240-3

[12] Qiang Z, Sheng YD, Xiao NS, Jing X, Yi C. Percent body fat is a better predictor of cardiovascular risk factors than body mass index. Braz ***J Med Biol Res*** 2012; 45(7): 591-600

[13] Chih HC, Ming CK, Long SW, Ding PY, Nai WK, Po FL, et al. Benefits of different intensity of aerobic exercise in modulating body composition among obese young adults: a pilot randomized controlled trial. ***Health Qual. Life*** 2017; 15(1):168.

[14] Ghasemi E, Afzalpour M E, Zarban A. Effect of a 10 week high intensity interval training supplemented with green tea on lipid profiles and body composition in overweight women. ***J Birjand Univ Med Sci*** 2016; 23 (3) :198-210. [in Persian]

[15] Alizadeh Z, Kordi R, Hosseinzadeh M, MansourNiya M. The effects of continuous and intermittent aerobic exercise on lipid profile and fasting blood sugar in women with a body mass index more than 25 kg/m2: a randomized controlled trial. ***Tehran Univ Med J*** 2011; 69(4): 253-9. [in Persian]

[16] Asad M. Effect of 8 weeks aerobic, resistance and concurrent training on cholestrol, LDL, HDL and cardiovascular fitness in obesity male. ***J. Appl. Sport Manag*** 2013; 1(3): 57-64. [in Persian]

[17] Imamoglu O, Akyol P, Satici A. The Effect of Aerobic Exercise and Weight-Lifting plus Aerobic Exercise on Blood Pressure and Blood Parameters in Sedentary Females. ***Eur J Phys Educ*** 2017; 1(3): 1-8.

[18] Yasser N, Kuan JL, Oswald NN, Disline MT, Ming CC, Yung PL. The Impact of Aerobic Exercise and Badminton on HDL Cholesterol Levels in Adult Taiwanese in adult Taiwanese. ***Nutrients*** 2019; 11(3): 515.

[19] Anna M, Michelle D, Catherine G, Graham F, John B. Structured, aerobic exercise reduces fat mass and is partially compensated through energy intake but not energy expenditure in women. ***Physiol Beh*** 2019; 1 (199): 56-65.

[20] Zilaei Bouri S, Khedri A, ZilaeiBouri M. Comparing the effects of aerobic exercises of high and moderate intensity on serum leptin levels and capacity of fat oxidation among young obese girls. ***J. Fasa Univ*** 2013;3(1):81-7. [in Persian]

[21] Peeri M, Zamani M. Comparing the Effect of 8-weeks Resistance Training with Different Patterns of Movement on the Levels of Adiponectin, Leptin, Testosterone and Cortisol in Sedentary Men. Iranian ***Endocrinol Metab*** 2016; 17(6): 448-56. [in Persian]

[22] Wang LJ, Chinookoswong N, Scully S, Qi M, Shi ZQ. Differential effects of leptin in regulation of tissue glucose utilization in vivo. ***Endo J*** 1999; 140(5): 2117-24.

[23] Matthew MH, Houmard JA. Plasma leptin and exercise: recent findings. ***Sport Med J*** 2003; 33(7): 473-82.

[24] Parastesh M, Alibakhshi E, Saremi A, Shavandi. The effect of aerobic exercise training on leptin and pulmonary function tests during weight loss in men with visceral obesity. ***J Shahrekord Univ Med Sci*** 2020; 22(2): 96-101. [in Persian]

[25] Bouassida A, Chamari K, Zaouali M, Feki Y, Zbidi A, Tabka Z. Review on leptin and adiponectin responses and adaptations to acute and chronic exercise. ***B J Sports Med*** 2010; 44(9): 620-30.
[26] Fasshauer M, Klein J, Lossner U, Paschke R. Interleukin (IL)-6 mRNA expression is stimulated by insulin, isoproterenol, tumour necrosis factor alpha, growth hormone, and IL-6 in 3T3-L1 adipocytes. ***Horm Metab Res J*** 2003; 35(03): 147-52.
[27] Fuentes T, Ara I, Guadalupe-Grau A, Larsen S, Stallknecht B, Olmedillas H, et al. Leptin receptor 170 kDa (OB-R170) protein expression is reduced in obese human skeletal muscle: a potential mechanism of leptin resistance. ***Exp Physiol J*** 2010; 95(1): 160-71.
[28] Patrick WC Lau, Zhaowei K, Choung-rak C, Clare CW Yu, Dorothy FY. C, Rita YT. S, et al. Effects of short-term resistance training on serum leptin levels in obese adolescents. ***J Exerc Sci Fit*** 2010; 8(1): 54-60.
[29] Arazi H, Jorbonian A, Asghari E. Comparison of concurrent (resistance-aerobic) and aerobic training on VO2max lipid profile, blood glucose and blood pressure in middle-aged men at risk for cardiovascular disease. ***J Shahid Sadoughi Uni Med Sci*** 2012; 20(5): 627-38. [in Persian]
[30] Ramezani A, Gaeini AA, Hosseini M, Mohammadi J, Mohammadi B. Effects of three methods of exercise training on cardiovascular risk factors in obese boys. ***Iran J Pediatr*** 2017; 27(5): 7-18. [in Persian]
[31] George AK, Kristi SK, Russell RP. Are There Inter-Individual Differences in Fat Mass and Percent Body Fat as a Result of Aerobic Exercise Training in Overweight and Obese Children and Adolescents? A Meta-Analytic Perspective. ***Child Obes J*** 2020; 16(5): 301-6.
[32] Ping L, Chaonan F, Yuanyuan L, Kemin Q. Effects of calcium supplementation on body weight: a meta-analysis. ***Am J Clin Nutr*** 2016; 104(5): 1263-73.
[33] Hosseini S, Salehi O, Farkhaie F. Lipid Profile Changes of Elderly Males in Response to Aerobic Training and Detraining. ***J Geriatr Nurs*** 2017; 3(2): 21-33. [in Persian]