Sport Physiology **Volume 15, No 57, 2023, Page 87-112**

Research Paper

The Golden Opportunity of Puberty Period in Reducing the Body Fat Percentage of Obese Boys through Aerobic Exercise and Low-Calorie Diet

M. R. Fadaei Chafy[1]

1. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran. (Corresponding Author)

Received: 2022/11/02 **Accepted: 2023/08/22**

Abstract

Objectives: The purpose of this study was to investigate the effect of aerobic training and low-calorie diet on GH, testosterone and body composition of obese boys during puberty.

Methods & Materials: In this semi-experimental research, 53 subjects (12-17 years old) in Puberty period were assigned in two groups TS2.3 (n=28, BMI=29.61+4.7kg/m^2) and TS4.5 (n=25, BMI=30.54+3.7kg/m^2). Then, each group was randomly divided into three subgroups: Aerobic training, diet and control. The aerobic training group ran for 3 months, 3 times a week for 20-40 minutes with an intensity of 60-85% MHR. For the diet group, a low-energy food plan (500 to 1000 kilocalories less than daily requirement) was prescribed by a nutritionist. Participants' puberty was measured by Tanner's scale, body composition with Inbody3.0, GH and testosterone were measured by ELISA method. Data analysis was done by Shapiro-Wilk tests, t–test, two-way ANOVA or their non-parametric equivalent in SPSS version-24.

Results: The results showed that GH changes were not significant. The interactive effect of group and puberty in increasing testosterone was observed only in aerobic training group (p=0.01); decrease in body fat percentage was observed in two intervention groups; however, it was more in diet group (p=0.001). Moreover, BMI reduction in two intervention groups was more at the TS4,5 (p=0.04).

Conclusion: The positive result of the intervention of aerobic training and low-calorie diet was the reduction of body fat percentage, which indicates the dynamics of puberty with its rapid changes. Therefore, it is better for obese boys to seize the golden opportunity of puberty especially at the final years, to reach the ideal weight.

Key word: Aerobic Training, Caloric Restriction, Weight loss, GH, Testosterone, Puberty

1. Email: mfadaei2000@yahoo.com

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

Extended Abstract

Background and Purpose

The problem of obesity is not limited to adults and includes children and teenagers. Adolescence, which is associated with sexual maturation and extensive changes in body composition, can be more affected by obesity and its consequences (۱). During puberty, there is a rapid increase in the body size of people, which is the result of complex hormonal changes. GH and testosterone can be mentioned among these hormones. GH has a significant effect on the growth of all body tissues during childhood and adolescence. However, obesity reduces GH release in response to many stimuli (۲). Testosterone plays a role in spermatogenesis, developing male sexual characteristics and increasing lean mass in boys. However, obesity can lead to the reduction of this hormone (۳). Apparently, as a teenager, participating in weight loss programs was not always successful (۵ ,۴). Because in this age group, regardless of the type of intervention (exercise or caloric restriction), we see an increase in both types of fat and lean tissue under the influence of natural growth. However, in some studies, it has been mentioned that the body fat percentage of teenagers decreases due to weight loss programs (۶-۸). This contradiction in the report of previous studies was rooted in the lack of attention to biological age based on the stages of maturity and researchers' reliance on chronological age. In fact, after the 3rd stage of puberty, adolescents reach the peak of height and weight growth faster, which is accompanied by an increase in calorie intake (۹). Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of aerobic training and low-calorie diet on GH, testosterone and body composition of obese boys during puberty.

Materials and Methods

The research method was semi-experimental with a pre-test-post-test design. The statistical population of the research included obese boys aged 12 to 17 in Rasht. The statistical sample available to the researcher was selected from the first and second secondary schools through BMI measurement.

The procedure was explained in separate sessions for the subjects and their parents. After completing the written consent form, the medical-sports records questionnaire was used to identify the eligible ones. The inclusion criteria for subjects include having regular sleep, not taking any type of medication, having physical health, not having a history of family illness, not participating in a regular exercise program, not having a special diet to lose weight, and not losing weight (more than 2 kg per day). Two months before the start of the research project. Among the 67 obese students, only 53 individuals were able to complete the protocol.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

Tanner's 5-stage scale was used to measure the maturity stage by self-assessment. In this way, the subjects were asked to go to the Wikipedia website and search for the term "boys' sexual maturity", click on the graphic image of Tanner's 5- stage scale to enlarge the image, then stand in front of the mirror and rate their sexual status. In some cases, the subjects reported between two stages of puberty, and the results were compared with their blood testosterone levels to determine the exact maturity (١٠) . According to the Tanner scale, the subjects in two stages TS2,3 and TS4,5 were homogenized and randomly assigned to three groups of aerobic training, diet and control (Figure 1). Blood sampling was done after 12 hours of fasting in the school laboratory. The research protocol lasted 12 weeks. The control group was asked not to change their usual lifestyle. Body composition was measured by Inbody3.0, GH and testosterone was measured by ELISA method. The aerobic training group ran for 3 months, 3 times a week for 20-40 minutes with an intensity of 60-85% MHR. Heart rate was monitored using a Polar (Finland) watch. For the diet group, a low-energy food plan (500 to 1000 kilocalories less than daily requirement) was prescribed by a nutritionist. Data analysis was done by Shapiro-Wilk tests, t–test, two-way ANOVA. In the case of growth hormone, where the data distribution was not normal, Wilcoxon, U-Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests were used, respectively. The statistical analysis was done by SPSS version 23 software and EXCEL software was used to draw graphs.

Findings

The results showed that GH changes were not significant. The interactive effect of group and puberty in increasing testosterone was observed only in aerobic training group ($p=0.01$). Indeed, the increase in testosterone was significant in both stages of puberty. Decrease in body fat percentage was observed in two intervention groups; however, it was more in diet group ($p=0.001$). Additionally, the effect of puberty and the interactive effect of group and puberty were not significant ($p\leq0.05$). Moreover, BMI reduction in two intervention groups was more at the TS4,5.

Conclusion

The results of the present study indicate that the puberty period, with many changes in anabolic hormones including testosterone, leads to rapid changes in body composition. Therefore, the implementation of interventions such as aerobic exercise and low-calorie diet in this particular period of life results in positive results in improving the body composition of obese adolescent boys. Therefore, it is better for obese teenagers to seize the opportunity of puberty, especially at the

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

end of it, which is accompanied by more changes in weight category, to achieve physical fitness.

The Article Message

Puberty is a golden opportunity to reach the ideal weight with the help of diet and aerobic exercise for obese boys.

Ethical Considerations

Compliance with Research Ethical Guidelines

The code of ethics for the current research project (IR.SSRI.REC.1401.1719) was obtained from the Research Ethics Working Group of the Research Institute of Sports Sciences (Ministry of Science, Research and Technology).

Funding

This article is taken from the research project of Islamic Azad University, Rasht branch, which has been approved by the research council license number 17116/4/7443.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement

Hereby, I would like to express my deepest gratitude to the honorable research assistant of Islamic Azad University, Rasht branch, for the financial support, as well as the headmaster, and students who cooperated sincerely.

References

1. Bateson P, Barker D, Clutton-Brock T, Deb D, D'Udine B, Foley RA, et al. Developmental plasticity and human health. Nature. 2004;430(6998):419-21.
2. Vakili J, Sari Sarraf V, Khanvari T. Effects of High-intensity Interval Training on Body Composition and Hormone Growth Agents in Overweight Adolescent Boys. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2021;24(1):136-49.
3. Kurniawan LB. Hypotestosterone in Male with Obesity. INDONESIAN JOURNAL OF CLINICAL PATHOLOGY AND MEDICAL LABORATORY. 2021;27(2):217-23.
4. Busnatu SS, Serbanoiu LI, Lacraru AE, Andrei CL, Jercalau CE, Stoian M, et al., editors. Effects of exercise in improving cardiometabolic risk factors in overweight children: A systematic review and meta-analysis. Healthcare; 2022: MDPI.
5. RoknAbadi M, Rezaeiepour M, BanParvari M, Mohammaddost 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):55-67.
6. Bae J-H, Lee H. The effect of diet, exercise, and lifestyle intervention on childhood obesity: A network meta-analysis. Clinical Nutrition. 2021;40(5):3062-72.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

7. Zhang J, Zhang Y, Jiang Y, Sun W, Zhu Q, Ip P, et al. Effect of sleep duration, diet, and physical activity on obesity and overweight elementary school students in Shanghai. Journal of School Health. 2018;88(2):112-21.
8. Andrea Moura F, Queiroz de Andrade K, Celia Farias dos Santos J, Oliveira Fonseca Goulart M. Lipoic acid: its antioxidant and anti-inflammatory role and clinical applications. Current Topics in Medicinal Chemistry. 2015;15(5):458-83.
9. Martini L. Encyclopedia of Endocrine Diseases: In-Pl: Elsevier; 2004.
10. Wu AH. Tietz clinical guide to laboratory tests-E-book: Elsevier Health Sciences; 2006.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

فیزیولوژی ورزشی دوره ۱۵ ، شماره ۵۷، بهار ۱۴۰۲ .صص ۱۱۲-۸۷

مقالهٔ پژوهشی

فرصت طلایی دوران بلوغ برای کاهش درصد چربی بدن پسران چاق در اثر تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری

محمدرضا فدائی چافی[1]

۱. استادیار، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران (نویسنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱

چکیده

هدف تحقیق حاضر، بررسی اثر تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری بر سطوح هورمون‌های رشد، تستوسترون و ترکیب بدن پسران چاق در دوران بلوغ بود. در این تحقیق نیمه‌تجربی، ۵۳ آزمودنی (۱۲ تا ۱۷ سال) براساس بلوغ در دو گروه TS2,3 (n=28, BMI=29.4+61.7kg/m^2) و TS4,5 (n=25, BMI=30.3+54.7kg/m^2) قرار گرفتند. سپس هرگروه به‌طور تصادفی به سه زیرگروه تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد تقسیم شدند. گروه تمرین هوازی به‌مدت سه ماه و سه جلسه در هفته برای ۲۰ تا ۴۰ دقیقه با شدت ۶۰-۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب دویدند. برای گروه رژیم غذایی، برنامه غذایی کم‌کالری (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوکالری کمتر از نیاز روزانه) توسط متخصص تغذیه تجویز شد. بلوغ توسط مقیاس تانر، ترکیب بدن با دستگاه Inbody3.0 و هورمون‌های رشد و تستوسترون به روش ELISA اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط آزمون‌های شاپیرو-ویلک، تی وابسته، تی مستقل، تحلیل واریانس دوطرفه یا معادل ناپارامتریک آن‌ها در نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس نسخه ۲۴ انجام شد. نتایج نشان داد، تغییرات هورمون رشد معنادار نبود. اثر تعاملی گروه و بلوغ در افزایش تستوسترون فقط در گروه تمرین هوازی دیده شد (P=0.01). کاهش درصد چربی بدن در دو گروه مداخله دیده شد، اما در گروه رژیم غذایی بیشتر بود (P=0.001). همچنین کاهش شاخص توده بدن هر دو گروه تمرین هوازی و رژیم غذایی در گروه TS4,5 بیشتر بود (P=0.04). پیامد مثبت مداخله تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری، کاهش درصد چربی بدن بود که بر پویایی دوران بلوغ با تغییرات سریع آن دلالت دارد؛ بنابراین بهتر است پسران چاق فرصت طلایی بلوغ، به‌خصوص انتهای آن را برای دستیابی به وزن مطلوب غنیمت شمارند.

واژگان کلیدی: تمرین هوازی، محدودیت کالریک، کاهش وزن، هورمون رشد، تستوسترون، بلوغ.

1. Email: mfadaei2000@yahoo.com

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

مقدمه

پیشرفت فناوری و استفاده کمتر از نیروی جسمانی در سبک زندگی از یک سو و در دسترس بودن غذاهای پرکالری از سوی دیگر، سبب ایجاد نبود تعادل بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی و درنتیجه افزایش وزن شده است که پیامد آن گسترش شیوع چاقی است (۲، ۱)؛ در نتیجهٔ این نبود تعادل، انواع بیماری‌های مرتبط با چاقی در کشورهای درحال‌توسعه ازجمله ایران افزایش یافته است (۳)؛ با وجود این، معضل چاقی به بزرگسالان محدود نیست و کودکان و نوجوان را نیز شامل می‌شود. براساس گزارش اداره کل تربیتبدنی وزارت آموزش و پرورش در سال ۱۳۹۹، از بین ۱۳ میلیون دانش‌آموز که در طرح ملی کنترل وزن و چاقی (طرح کوچ) سنجش شدند، ۶۳/۹ درصد از آن‌ها وزن طبیعی، ۳۰ درصد چاق و دارای اضافه‌وزن و شش درصد لاغر بودند. تقریباً نیمی از دانش‌آموزان در دوره نوجوانی به سر می‌برند که اساس سبک زندگی آینده آن‌ها را تشکیل می‌دهد. یکی از نیازها و توجهات افراطی نوجوانان، تناسب اندام و دقیق‌شدن در ترکیب بدنی است (۴). این دوره که با بلوغ جنسی و تغییرات گسترده در ترکیب بدن همراه است، می‌تواند بیشتر تحت‌تأثیر چاقی و پیامدهای ناشی از آن قرار گیرد (۵).

هنگام بلوغ افزایش سریعی در اندازهٔ بدن و جثهٔ افراد رخ می‌دهد که نتیجهٔ تغییرات پیچیدهٔ هورمونی است؛ ازجمله این هورمون‌ها می‌توان به هورمون رشد و تستوسترون اشاره کرد. هورمون رشد که از بخش قدامی غده هیپوفیز آزاد می‌شود، اثر درخورتوجهی بر رشد تمام بافت های بدن در دوران کودکی و نوجوانی دارد. این رشد جذب اسیدهای آمینه به‌وسیله بافت‌ها را برای ساخت پروتئین‌های جدید و رشد استخوان‌های دراز تحریک می‌کند؛ با وجود این، چاقی رهایش GH را در پاسخ به بسیاری از محرک‌ها کاهش می‌دهد (۶). تستوسترون که یک آستروئید آنابولیک است، از سلول‌های لیدیگ بیضه ترشح می‌شود. این هورمون در اسپرماتوژنز، ایجاد صفات جنسی مردانه و افزایش تولید پروتئین‌ها به‌خصوص هنگام بلوغ در پسران نقش دارد که نمود آن افزایش توده بدون چربی است. همچنین این هورمون تأثیر هورمون رهاکنندهٔ هورمون رشد (GH) بر سلول‌های سوماتوتروپ هیپوفیز قدامی را تقویت می‌کند و موجب افزایش ترشح هورمون رشد می‌شود (۷). رشد طبیعی در دوران بلوغ پسران با کاهش بافت چربی و استفاده از ذخایر آن برای رشد توده بدون چربی همراه است؛ بااین‌حال چاقی می‌تواند با کاهش سطوح هورمون تستوسترون همراه باشد (۸) در مطالعه‌ای نشان داده شد، غلظت تستوسترون، LH و FSH پسران چاق و دارای اضافه‌وزن کمتر از افراد با وزن مطلوب بود، اما در تانر برابر بود (۹).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

سن آغاز بلوغ در افراد مختلف یکسان نیست و به عوامل زیادی وابسته است. عوامل اقتصادی، تغذیه، تحریکات روانی و جنسی، عوامل ارثی، خانوادگی، نژادی، جغرافیایی، وضعیت آب و هوایی، بیماری‌های مزمن، سوءتغذیه و چاقی می‌توانند بر آغاز فرایند بلوغ تأثیرگذار باشند (۱۰). مطالعات گذشته نشان داده است، چاقی با بلوغ زودرس در دختران همراه است؛ هرچند درمورد پسران نتایج متناقض بود (۱۱)؛ بااین‌حال برخی مطالعات به شروع سریع‌تر بلوغ و کاهش اوج سرعت قد و کاهش قد بزرگسالی اشاره کرده‌اند (۱۲). بلوغ زودرس با مشکلات بالینی ازجمله دیابت، افزایش رفتارهای پرخطر در دوران نوجوانی، مشکلات قلبی-عروقی و افزایش مرگ‌ومیر همراه است (۱۳). فارغ از احتمال رسیدن به بلوغ جسمانی در سنین کمتر، لزوم اجرای برنامه مداخله برای کاهش وزن به‌علت ممانعت از بروز بیماری‌های مرتبط با چاقی در بزرگسالی، بیش‌ازپیش برای نوجوانان آشکار می‌شود.

به‌طورکلی، مداخلات کاهش وزن به دو دسته بالینی شامل جراحی، دارودرمانی، رفتاردرمانی شناختی و غیربالینی شامل رژیم غذایی و فعالیت بدنی تقسیم می‌شود؛ بااین‌حال مطالعات نشان می‌دهند، پاسخ افراد به برنامه‌های کاهش وزن مانند ورزش و رژیم غذایی، مشابه نیست که ازجمله دلایل آن می‌توان به جنسیت و سن اشاره کرد (۱۴). ظاهراً در سنین نوجوانی، شرکت در برنامه‌های کاهش وزن همیشه با موفقیت همراه نیست (۱۶، ۱۵)؛ زیرا در این رده سنی فارغ از نوع مداخله (ورزش یا محدودیت کالریک)، شاهد افزایش هر دو نوع بافت چربی و بافت بدون چربی، تحت‌تأثیر رشد طبیعی هستیم. این افزایش تا مرحلهٔ اول بلوغ تحت‌تأثیر محور GH-IGF1 و پس از آن (مراحل دوم تا پنجم بلوغ) تحت‌تأثیر محور HPG (هیپوتالاموس-هیپوفیز-غدد جنسی) است که نمود آن افزایش هورمون تستوسترون در پسران است؛ بااین‌حال در برخی مطالعات به کاهش درصد چربی بدن نوجوانان در اثر برنامه‌های کاهش وزن اشاره شده است (۱۹-۱۷).

این تناقض در گزارش مطالعات پیشین، به‌علت بی‌توجهی به سن بیولوژیک براساس مراحل بلوغ و اکتفای پژوهشگران به سن تقویمی بود؛ بدین صورت که نوجوانان پس از مرحله سوم بلوغ با شتاب بیشتری به اوج سرعت رشد قد و وزن می‌رسند که با افزایش کالری دریافتی همراه است (۲۰)؛ بنابراین این سؤال‌ها مطرح می‌شود که آیا تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری بر سطوح هورمون‌های رشد، تستوسترون و ترکیب بدن پسران نوجوان چاق اثر دارد؟ آیا فرایند بلوغ به پاسخ متفاوت افراد منجر خواهد شد؟ آیا شاهد تغییرات بیشتری در برخی از مراحل بلوغ در پاسخ به یک نوع مداخله هستیم؟

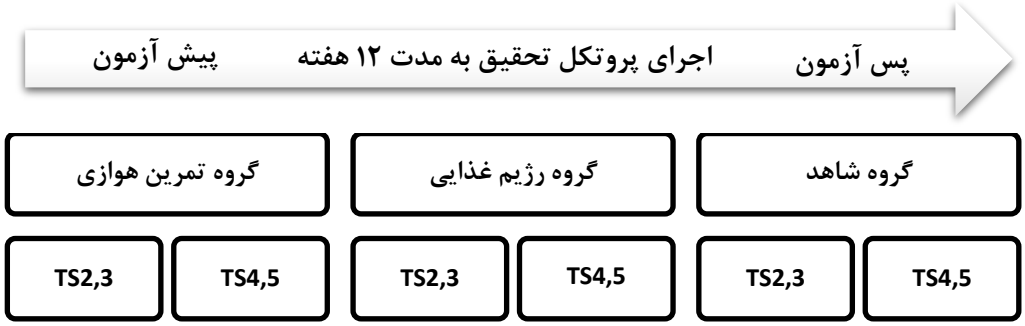
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

روش پژوهش

روش تحقیق از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق، پسران دانش‌آموز ۱۲ تا ۱۷ ساله چاق شهر رشت بودند. انتخاب آزمودنی‌های پسر چاق براساس نقطه ۹۵ درصدی نمودار CDC-2000 از طریق اندازه‌گیری قد، وزن و تعیین شاخص توده بدن نمونه‌های دردسترس محقق از دو مدرسه استعدادهای درخشان متوسطه اول و دوم شهر رشت صورت گرفت. پس از هماهنگی با مدیران مدارس، ضرورت انجام کار و روش کار در جلسات جداگانه برای آزمودنی‌ها و والدینشان تشریح شد. بعد از تکمیل رضایت‌نامه کتبی توسط والدین و آزمودنی‌ها، از پرسش‌نامه سوابق پزشکی-ورزشی برای شناسایی واجدین شرایط استفاده شد. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش، داشتن خواب منظم، مصرف‌نکردن هر نوع دارو، داشتن سلامت جسمانی، نداشتن سابقه بیماری خانوادگی، شرکت‌نکردن در برنامه ورزشی منظم، نداشتن رژیم غذایی خاص برای کاهش وزن و نداشتن کاهش وزن (بیش از دو کیلوگرم در دو ماه قبل از شروع طرح تحقیقی) بود. از بین ۶۷ دانش‌آموز چاق، فقط ۵۸ نفر شرایط لازم را برای انتخاب‌شدن به‌عنوان آزمودنی داشتند؛ بااین‌حال از بین آن‌ها، ۵۳ نفر توانستند پروتکل تحقیق به پایان برسانند و در پس‌آزمون شرکت کردند؛ بنابراین نمونه آماری، ۵۳ پسر چاق بودند که داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند.

برای اندازه‌گیری مرحله بلوغ از مقیاس پنج‌مرحله‌ای تانر به روش خودارزیابی استفاده شد؛ بدین صورت که از آزمودنی‌ها خواسته شد پس از مراجعه به سایت ویکی پدیا و جست‌وجوی واژه «بلوغ جنسی پسران»، روی تصویر گرافیکی مقیاس پنج‌مرحله‌ای تانر کلیک کنند تا تصویر بزرگ‌تر شود. سپس مقابل آینه قرار بگیرند و وضعیت جنسی خود را براساس اندازه دستگاه جنسی، رشد موهای زهار در نواحی شرمگاهی با تصویر مقیاس تانر مقایسه کنند و مرحله بلوغ خود را به محقق گزارش دهند. در برخی موارد، آزمودنی‌ها وضعیت بین دو مرحله بلوغ را گزارش کردند که برای تعیین وضعیت دقیق بلوغ، نتایج خوداظهاری با سطوح تستوسترون خون ایشان با توجه به مقیاس تانر (۲۱) تطبیق داده شد؛ بدین صورت که همه آزمونی‌ها به‌جز سه نفر درمورد مرحله بلوغ تشخیص صحیح دادند. همه موارد ازجمله نحوه اندازه‌گیری مرحله بلوغ آزمودنی‌ها در اولین جلسه دیدار با والدین، به اطلاع ایشان رسید. آزمودنی‌ها با توجه به مقیاس تانر در دو مرحله TS2,3 و TS4,5 یکسان‌سازی شدند و به‌طور تصادفی در سه گروه تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد قرار گرفتند (شکل شماره یک).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۱- پروتکل تحقیق

Figure 1- Research Prorocol

برای اندازه‌گیری توده بدون چربی، توده چربی و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از دستگاه آنالیز ترکیب بدن In body 3.0 متعلق به شرکت BIOSPACE ساخت کشور کره جنوبی به روش مقاومت بیوالکتریکی استفاده شد. هورمون رشد توسط کیت ایمونوآنزیماتیک (EIA) ساخت شرکت پادتن علم با روش ELISA، براساس واکنش رقابتی بین هورمون موجود در نمونه سرم با هورمون نشاندارشده با آنزیم پراکسیداز، به‌منظور اتصال به آنتی‌بادی ضدهورمون در فاز جامد اندازه‌گیری شد. رنگ حاصل از این اتصال با دستگاه ELISA STAT FAX ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. سطح این هورمون در سرم با واحد ng⁄ml با حساسیت ۰/۱ اندازه‌گیری شد. تستوسترون توسط کیت BIO SOURCE ساخت کشور بلژیک به روش Radioimmunoassay براساس واکنش رقابتی بین هورمون موجود در نمونه سرم با هورمون نشاندارشده با یُد رادیو اکتیو ۱۲۵، به‌منظور اتصال به آنتی‌بادی ضدهورمون در فاز جامد اندازه‌گیری شد. تستوسترون سرم با واحد ng⁄ml و با حساسیت ۰/۰۵ اندازه‌گیری شد.

نمونه‌گیری خون پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، داشتن خواب راحت، مصرف‌نکردن غذای پرچرب یک روز قبل از خون‌گیری، مصرف‌نکردن مصرف دارو، انجام‌ندادن فعالیت ورزشی و تغییرنکردن رژیم غذایی دو روز قبل از خون‌گیری در آزمایشگاه مدرسه با هماهنگی مدیر و زیر نظارت پزشک مدرسه، توسط تکنسین مجرب آزمایشگاه انجام شد. بعد از انجام پیش‌آزمون، آزمودنی‌ها در سه گروه تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد قرار گرفتند. اجرای پروتکل تحقیق به‌مدت ۱۲ هفته صورت پذیرفت. در این بازه زمانی از آزمودنی‌ها خواسته شد تا سطح فعالیت بدنی خود را تغییر ندهند. در طی اجرای پروتکل تحقیق از گروه شاهد خواسته شد شیوه معمول زندگی خود را تغییر ندهند.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

گروه رژیم غذایی به همراه والدینشان برای کاهش انرژی دریافتی در جلسات مشاوره خصوصی شرکت کردند. آزمودنی‌های این گروه پس از دریافت معرفی‌نامه از محقق، به متخصص تغذیه ارجاع داده شدند. در اولین جلسه، یادآمد غذایی دریافتی هر فرد در روز گذشته و بسامد مصرف اقلام غذایی خاص شامل میوه و لبنیات و تنقلات تکمیل شد. سپس تخمینی از کالری دریافتی (کیلوکالری در روز ۷۷۵/۵۱±۳۸۳۰/۷۱) برای هر آزمودنی به دست آمد که برمبنای آن، برنامه غذایی کم‌کالری برای کاهش وزن براساس دریافت ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوکالری کمتر از نیاز معمول روزانه توسط متخصص تغذیه تجویز شد. برنامه غذایی کاهش وزن براساس ۶۰ درصد انرژی دریافتی از کربوهیدرات، ۲۵ درصد از چربی و ۱۵ درصد از پروتئین تنظیم شد. برای آزمودنی‌های این گروه، کاهش انرژی دریافتی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوکالری در روز در نظر گرفته شد. آزمودنی‌ها هر ۱۵ روز یک بار برای بازنگری در برنامه غذایی و تعیین پایبندی به رژیم غذایی کم‌کالری به متخصص تغذیه مراجعه کردند. همچنین در صورت لزوم مکمل مولتی ویتامین و مواد معدنی برای آن‌ها تجویز شد. برای افرادی که کاهش وزن چندانی نداشتند و مدعی رعایت رژیم غذایی بودند، با ثبت غذای خورده‌شده، اشکالات مشخص و به آن‌ها تذکر داده شد. همچنین به سؤالات آزمودنی‌های این گروه درمورد تغذیه و کاهش وزن به‌صورت تلفنی پاسخ داده شد.

گروه تمرین هوازی، سه بار در هفته (ساعات ۷:۳۰ تا ۹ عصر روزهای فرد) در پیست دو و میدانی سالن یادگار امام شهر رشت زیرنظر محقق به تمرین پرداختند. از فرمول (HRmax = ۲۲۰-سن) برای تعیین حداکثر ضربان قلب استفاده شد. دو هفته قبل از پیش‌آزمون، برای اینکه مشخص شود آزمودنی‌ها توانایی اجرای برنامه تمرینی در شدت تعیین‌شده را دارند، از یک گروه ۱۵ نفره به‌عنوان پایلوت استفاده شد. در دو هفته اول، دویدن با شدت ۵۰ تا ۶۰ درصد HRmax آغاز شد (۲۲). سپس شدت آن تا هفته دوازدهم بین ۶۰ تا ۸۵ درصد HRmax باقی ماند. مدت تمرین در هفته اول ۱۵ دقیقه بود که پس از آن هر دو هفته پنج دقیقه به زمان تمرین اضافه شد؛ به‌گونه‌ای‌که آزمودنی‌ها در هفته آخر به‌مدت ۴۰ دقیقه دویدند (۲۳). چنانچه آزمودنی در برخی مواقع قادر به دویدن مداوم نبود اجازه داشتند تا با حفظ دامنه ضربان قلب راه بروند. همچنین در ابتدای هر جلسه تمرین، ۱۰ دقیقه گرم‌کردن شامل راه‌رفتن، دویدن آهسته و اجرای حرکات کششی و در انتها پنج دقیقه سردکردن لحاظ شد. شدت تمرینات با استفاده از ساعت پلار دارای ضربان‌سنج (Polar: Finland) کنترل شد. تعیین محدوده ضربان قلب هر دو هفته یک‌بار انجام شد. از آزمودنی‌های گروه تمرین هوازی خواسته شد تا سطح فعالیت بدنی، شیوه زندگی و رژیم غذایی معمول خود را حفظ کنند. درنهایت، پس‌آزمون

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

بعد از ۱۲ هفته مشابه مراحل پیش‌آزمون اجرا شد و نتایج آزمایش‌ها هر دو مرحله به والدین آزمودنی‌ها ارائه شد.

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در بخش آمار توصیفی از میانگین، انحراف استاندارد و ترسیم جداول و نمودارها استفاده شد. بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده از طریق آزمون شاپیرو-ویلک صورت گرفت. در بخش آمار استنباطی به‌ترتیب برای مقایسه درون‌گروهی (پیش‌آزمون-پس‌آزمون)، بین دو گروه بلوغ و تأثیر تعاملی گروه و بلوغ، از آزمون‌های تی وابسته، تی مستقل، آزمون آنالیز واریانس دوطرفه همراه با آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. درمورد هورمون رشد که توزیع داده‌ها طبیعی نبود، به‌ترتیب از آزمون‌های ویلکاکسون، یومن-ویتنی و کروسکال-والیس استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس[3] نسخه ۲۳ انجام شد و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج

ویژگی‌های آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک گروه و مرحله بلوغ، در جدول شماره یک ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 1- Descriptive characteristics of subjects in pre-test and post-test

گروه شاهد Control Group (TS2,3 n=10) (TS4,5 n=8)		گروه رژیم غذایی Diet Group (TS2,3 n=9) (TS4,5 n=8)		گروه تمرین هوازی Aerobic Training Group (TS2,3 n=9) (TS4,5 n=9)		مرحله بلوغ Tanner Stage	متغیر Variables
پس‌آزمون Post test	پیش‌آزمون Pre test	پس‌آزمون Post test	پیش‌آزمون Pre test	پس‌آزمون Post test	پیش‌آزمون Pre test		
161.30±6.61	159.8±6.67	169.89±6.39	167.78±6.41	163.67±8.15	161.77±8.19	TS2,3	قد Height (cm)
178.01±8.94	176.75±9.06	168.75±4.30	166.75±4.55	172.89±6.84	170.78±6.81	TS4,5	
80.86±19.07	78.44±19.81	83.71±13.66	84.25±14.24	76.46±15.95	74.88±14.61	TS2,3	توده بدن Mass (kg)
101.29±17.62	100.19±16.64	81.86±10.56	83.08±11.81	87.67±15.88	87.81±15.94	TS4,5	
30.93±6.13	30.57±6.62	28.86±3.06	29.79±3.40	28.26±3.65	28.37±3.43	TS2,3	شاخص توده بدن BMI (kg/m^2)
31.73±2.70	31.88±2.82	28.67±2.92	29.77±3.18	29.29±4.86	30.03±4.81	TS4,5	
35.31±8.02	35.03±8.52	29.62±4.94	35.03±4.75	30.13±6.22	34.15±3.33	TS2,3	درصد چربی بدن Body Fat Percentage (٪)
28.12±3.34	27.46±4.53	25.13±7.55	32.28±4.90	26.55±7.78	31.32±6.20	TS4,5	

1. SPSS

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

ادامهٔ جدول ۱- ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

Table 1- Descriptive characteristics of subjects in pre-test and post-test

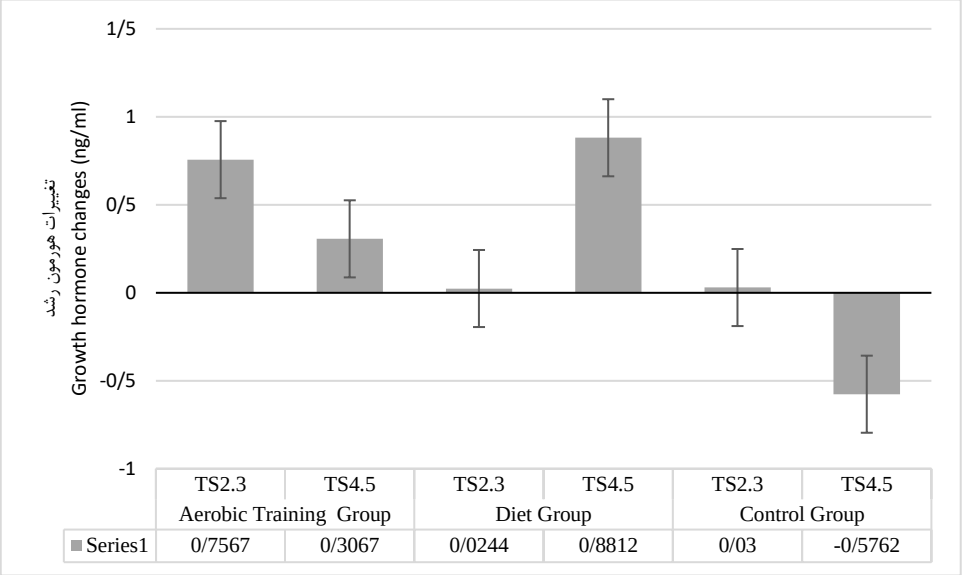
گروه شاهد Control Group (TS2,3 n=10) (TS4,5 n=8)		گروه رژیم غذایی Diet Group (TS2,3 n=9) (TS4,5 n=8)		گروه تمرین هوازی Aerobic Training Group (TS2,3 n=9) (TS4,5 n=9)		مرحله بلوغ Tanner Stage	متغیر Variables
پس‌آزمون Post test	پیش‌آزمون Pre test	پس‌آزمون Post test	پیش‌آزمون Pre test	پس‌آزمون Post test	پیش‌آزمون Pre test		
51.41±8.33	49.88±8.07	58.48±6.77	54.34±6.49	53.05±10.02	49.13±8.74	TS2,3	توده بدون چربی Fat-Free Mass (kg)
72.91±13.45	73.20±16.27	60.82±5.58	55.97±6.61	63.72±7.92	59.92±9.88	TS4,5	
29.45±13.37	28.56±13.67	25.22±8.20	29.91±9.04	23.41±8.84	25.75±6.82	TS2,3	توده چربی Fat Mass (kg)
28.37±5.99	26.98±2.62	21.03±7.97	27.11±7.16	23.95±11.48	27.88±9.50	TS4,5	
0.64±0.60	0.61±0.59	0.37±0.29	0.34±0.47	1.16±1.52	0.40±0.46	TS2,3	هورمون رشد GH (ng/ml)
0.39±0.57	0.97±2.03	1.13±1.68	0.25±0.21	0.72±0.81	0.41±0.49	TS4,5	
1.37±1.13	1.10±0.74	1.86±1.03	1.93±0.94	2.20±1.22	1.70±0.91	TS2,3	تستوسترون Testosterone (ng/ml)
3.47+1.39	4.00±1.28	3.73±1.24	3.83±0.96	4.43±1.12	3.68±0.90	TS4,5	

: **کیلوگرم kg: نانوگرم بر میلی لیتر ng/ml: کیلوگرم بر متر مربع kg/m^2**

kg/m^2: kilograms per square meter ng/ml: nanograms per milliliter kg: kilograms

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌های مربوط به پیش‌آزمون، پس‌آزمون و تغییرات آن‌ها (تفاوت مقادیر پس‌آزمون از مقادیر پیش‌آزمون) نشان داد، همه متغیرها به‌جز هورمون رشد از توزیع طبیعی برخوردار بودند. مقایسه تغییرات هورمون رشد گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد هر دو مرحله بلوغ، در شکل شماره دو ارائه شده است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



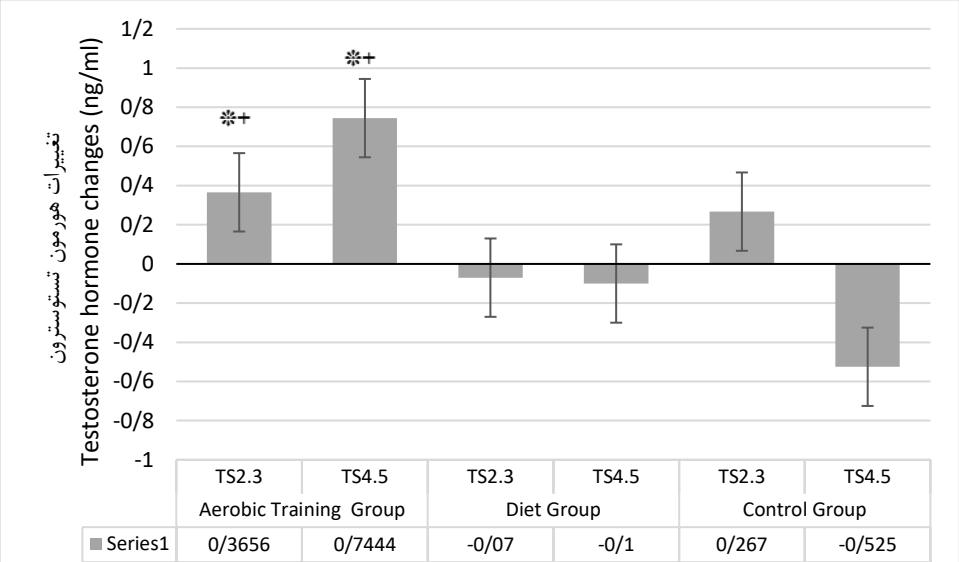
شکل ۲- تغییرات هورمون رشد در گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد

Figure 2- Growth hormone changes in aerobic training, diet and control groups

TS2.3: Tanner Stage 2&3 مراحل ۲ و ۳ بلوغ TS4.5: Tanner Stage 4&5 مراحل ۴ و ۵ بلوغ

همان‌طورکه در شکل شماره دو نشان داده شد، تغییرات هورمون رشد پیش‌آزمون-پس‌آزمون در هیچ‌کدام از گروه‌ها معنادار نبود. مقایسه تغییرات هورمون تستوسترون گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد هر دو مرحله بلوغ، در شکل شماره سه ارائه شده است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۳- تغییرات هورمون تستوسترون در گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد

*: تغییرات معنادار در مقایسه با پیش‌آزمون ($P\leq 0.05$)

+: تفاوت معنادار در مقایسه با گروه رژیم غذایی ($P\leq 0.05$)

Figure 3- Testosterone hormone changes in aerobic training, diet and control groups

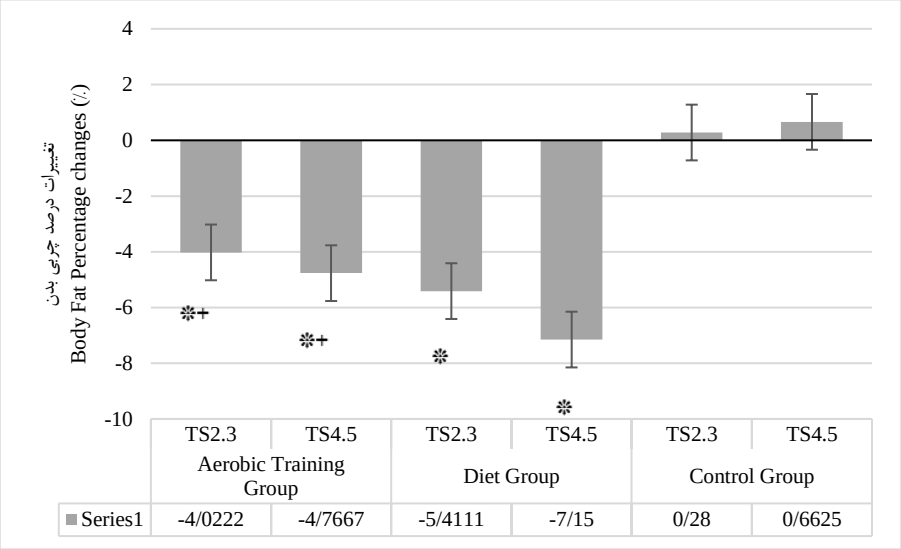
*: Significant changes compared to the pre-test ($P\leq 0.05$)

+: Significant difference compared to the diet group ($P\leq 0.05$)

همان‌طورکه در شکل شماره سه نشان داده شد، در گروه تمرین هوازی افزایش تستوسترون در هر دو مرحله بلوغ و کاهش آن در گروه شاهد در مرحله TS4,5 بلوغ، معنادار بود. تفاوت تغییرات (تفاوت پیش‌آزمون-پس‌آزمون) بین سه گروه معنادار بود که محل تفاوت بین گروه تمرین هوازی با دو گروه دیگر بود. همچنین اثر تعاملی گروه و بلوغ، معنادار بود ($P\leq 0.05$).

مقایسه تغییرات درصد چربی بدن گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد هر دو مرحله بلوغ، در شکل شماره چهار ارائه شده است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۴- تغییرات درصد چربی بدن در گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد

❊: تغییرات معنادار در مقایسه با پیش‌آزمون ($P\leq 0.05$)

+: تفاوت معنادار در مقایسه با گروه رژیم غذایی ($P\leq 0.05$)

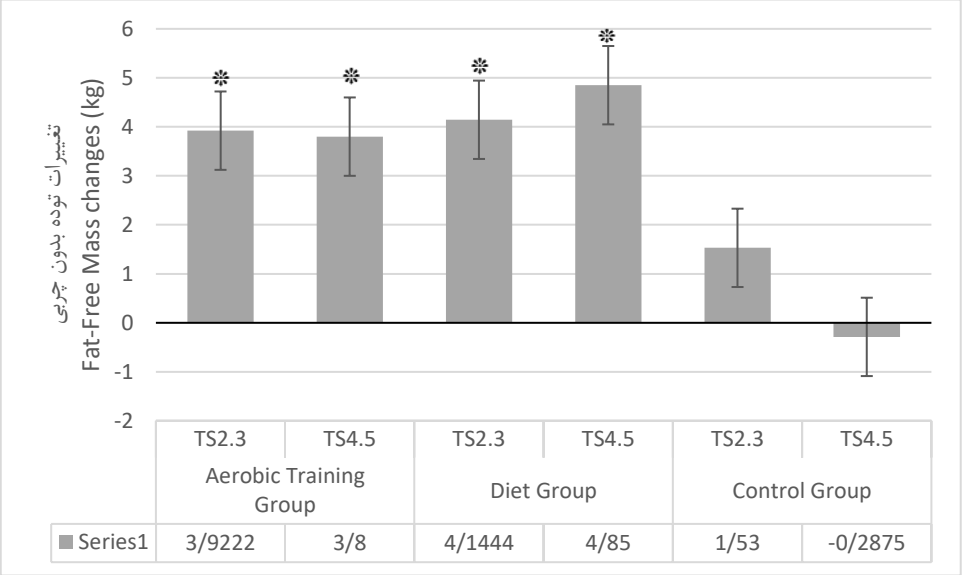
Figure 4- Body fat percentage changes in aerobic training, diet and control groups

❊: Significant changes compared to the pre-test ($P\leq 0.05$)

+: Significant difference compared to the diet group ($P\leq 0.05$)

همان‌طورکه در شکل شماره چهار نشان داده شد، در دو گروه تمرین هوازی و رژیم غذایی کاهش درصد چربی بدن در هر دو مرحله بلوغ، معنادار بود. تفاوت تغییرات (تفاوت پیش‌آزمون-پس‌آزمون) بین سه گروه معنادار بود که محل تفاوت بین گروه تمرین هوازی و رژیم غذایی با گروه شاهد بود. با این‌حال اثر عامل بلوغ و اثر تعاملی گروه و بلوغ معنادار نبود. مقایسه تغییرات توده بدون چربی گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد هر دو مرحله بلوغ، در شکل شماره پنج ارائه شده است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۵- تغییرات توده بدون چربی در گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد

❋: تغییرات معنادار در مقایسه با پیش‌آزمون ($P\leq 0.05$)

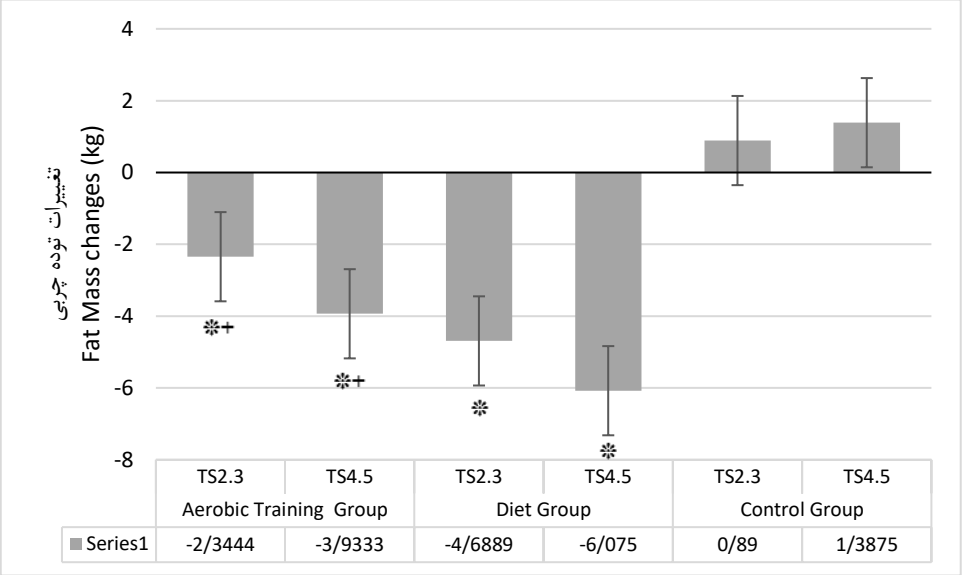
Figure 5- Fat-free mass changes in aerobic training, diet and control groups

❋: Significant changes compared to the pre-test ($P\leq 0.05$)

همان‌طورکه در شکل شماره پنج نشان داده شد، در دو گروه تمرین هوازی و رژیم غذایی افزایش توده بدون چربی در هر دو مرحله بلوغ، معنادار بود. تفاوت تغییرات (تفاوت پیش‌آزمون-پس‌آزمون) بین سه گروه معنادار بود که محل تفاوت بین گروه تمرین هوازی و رژیم غذایی با گروه شاهد بود ($P\leq 0.05$)؛ هر چند اثر عامل بلوغ به‌تنهایی و اثر تعاملی گروه و بلوغ، معنادار نبود.

مقایسه تغییرات توده چربی گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد هر دو مرحله بلوغ، در شکل شماره شش ارائه شده است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۶- تغییرات توده چربی در گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد

❊: تغییرات معنادار در مقایسه با پیش‌آزمون ($P\leq 0.05$)

+: تفاوت معنادار در مقایسه با گروه رژیم غذایی ($P\leq 0.05$)

Figure 6- Fat Mass changes in aerobic training, diet and control groups

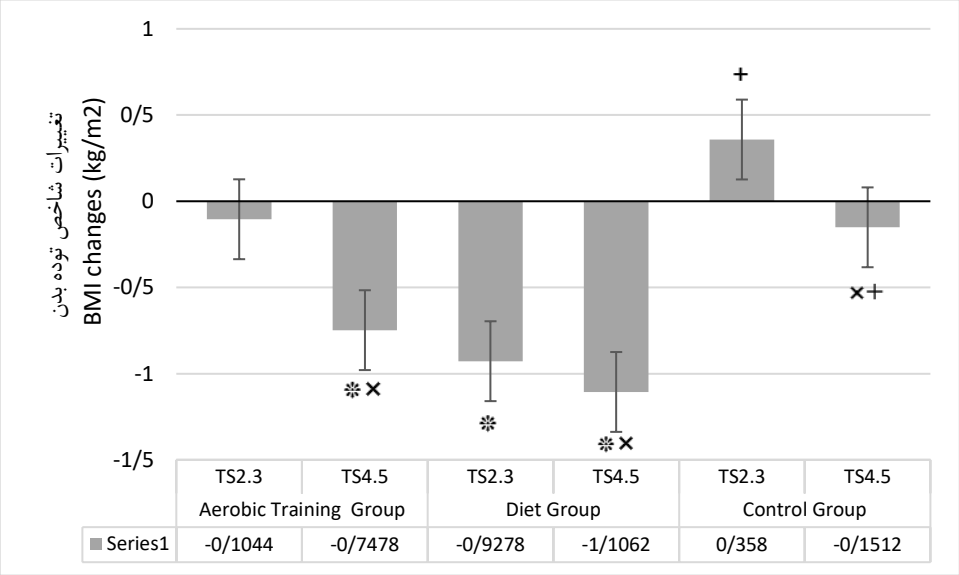
❊: Significant changes compared to the pre-test ($P\leq 0.05$)

+: Significant difference compared to the diet group ($P\leq 0.05$)

همان‌طورکه در شکل شماره شش نشان داده شد، در دو گروه تمرین هوازی و رژیم غذایی کاهش درصد چربی بدن در هر دو مرحله بلوغ، معنادار بود. تفاوت تغییرات (تفاوت پیش‌آزمون-پس‌آزمون) بین سه گروه معنادار بود که محل تفاوت بین گروه رژیم غذایی با گروه‌های تمرین هوازی و شاهد و همچنین بین گروه تمرین هوازی و شاهد بود ($P\leq 0.05$)؛ اما اثر عامل بلوغ و اثر تعاملی گروه و بلوغ، معنادار نبود.

مقایسه تغییرات BMI گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد هر دو مرحله بلوغ در شکل شماره هفت ارائه شده است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License



شکل ۷- تغییرات BMI در گروه‌های تمرین هوازی، رژیم غذایی و شاهد

❋: تغییرات معنادار در مقایسه با پیش‌آزمون ($P\leq 0.05$)

+: تفاوت معنادار در مقایسه با گروه رژیم غذایی ($P\leq 0.05$)

×: تفاوت معنادار در مقایسه با مرحله TS2,3 ($P\leq 0.05$)

Figure 7- BMI changes in aerobic training, diet and control groups

❋: Significant changes compared to the pre-test (p≤0.05)

+: Significant difference compared to the diet group (p≤0.05)

×: significant difference compared to tanner stage 1,2 (p≤0.05)

همان‌طورکه در شکل شماره هفت نشان داده شد، در دو گروه تمرین هوازی (به‌جز مرحله TS2,3 بلوغ) و رژیم غذایی کاهش BMI معنادار بود. تفاوت تغییرات (تفاوت پیش‌آزمون-پس‌آزمون) بین سه گروه معنادار بود که محل تفاوت بین گروه رژیم غذایی با گروه‌های تمرین هوازی و شاهد بود. همچنین اثر عامل بلوغ، معنادار بود ($P\leq 0.05$)؛ اما اثر تعاملی گروه و بلوغ، معنادار نبود.

بحث و نتیجه‌گیری

دوران نوجوانی با تغییرات بارزی در اندازه، شکل و ترکیب بدن همراه است که پیامد تغییرات سریع هورمونی است. قبل از آن یعنی در دوران کودکی، رشد همه‌جانبه بدن تحت‌تأثیر محور GH–IGF1

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

قرار دارد. هورمون رشد که از بخش قدامی هیپوفیز ترشح می‌شود، بر بیشتر بافت‌های بدن اثرگذار است. از آثار آنابولیک آن می‌توان به افزایش ذخیره‌سازی پروتئین و رشد همه‌جانبه بافت‌های بدن به‌خصوص در دوران کودکی و ابتدای نوجوانی اشاره کرد، اما از آثار متابولیک آن می‌توان به کاهش ذخایر چربی به‌منظور مصرف و آزادسازی انرژی آن‌ها برای فرایند آنابولیک و رشد دستگاه‌های مختلف بدن اشاره کرد که به معنی نقش این هورمون در کاتابولیسم بافت چربی است.

آثار عوامل محیطی مانند افزایش یا کاهش کالری دریافتی و انجام فعالیت‌های ورزشی بر ترکیب بدن در دوران رشد، مشهود است؛ بااین‌حال نتایج تحقیق حاضر نشان داد، پس از ۱۲ هفته اجرای پروتکل تحقیق، تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی هورمون رشد معنادار نبود که مشابه با نتایج برخی مطالعات قبلی بود (۲۵، ۲۴)؛ هرچند در بیشتر تحقیقات گذشته، نتایج به گونه دیگری رقم خورد (۲۶-۲۸). برخی مطالعات نشان دادند، پاسخ هورمون رشد به تمرین هوازی در همه افراد یکسان نیست؛ به این صورت که ممکن است در کودکان چاق شاهد افزایش هورمون رشد متعاقب تمرینات بلندمدت هوازی نباشیم. ازجمله دلایل آن می‌توان به شروع چاقی در سنین کمتر و سطح آمادگی جسمانی پایین‌تر آن‌ها اشاره کرد (۲۹). همچنین عواملی مانند افزایش اسیدهای چرب اسیدهای چرب خون، گلوکز، کورتیزول و چاقی سبب کاهش ترشح این هورمون می‌شوند. درواقع، چاقی و افزایش چربی احشایی به‌طور مستقیم با افزایش گرلین، انسولین و IGF1 مانع از ترشح هورمون رشد از هیپوتالاموس می‌شود. چاقی به‌واسطه افزایش IGF1 در اثر افزایش انسولین به افزایش سوماتواستاتین منجر می‌شود که خود مهارکننده تولید GH در هیپوتالاموس است (۳۰)؛ بنابراین سطوح پایین این هورمون در آزمودنی‌های پژوهش حاضر که پسران نوجوان چاق بودند، دور از انتظار نبود.

پس از آغاز بلوغ، محور HPG (هیپوتالاموس-هیپوفیز-غدد جنسی) نقش بازیگر اصلی در فرایند رشد و تکامل بافت‌های بدن را بر عهده دارد (۳۱). افزایش فزاینده هورمون LH در دوران بلوغ با اثر بر سلول‌های لیدیک و رشد فزاینده بیضه‌ها سبب افزایش ترشح تستوسترون پسران می‌شود (۳۲). درواقع، پس از ورود کودک به مرحله دوم بلوغ، سطوح هورمون تستوسترون به‌طور فزاینده‌ای در پسران افزایش می‌یابد. ترشح این هورمون به آغاز اسپرماتوژنز و بروز صفات جنسی ثانویه منجر می‌شود و نقش پررنگی در رشد عضلات، استخوان‌ها، تاندون‌ها و لیگامنت‌ها، مفاصل و جهش رشدی قد در دوره نوجوانی بر عهده دارد (۳۳).

یافته‌های تحقیق حاضر نشان‌دهنده سطوح بالاتر هورمون تستوسترون در مرحله TS4,5 بلوغ در مقایسه با مرحله TS2,3 بود؛ بااین‌حال پس از ۱۲ هفته، میزان تستوسترون فقط در گروه تمرین

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

هوازی به‌طور معناداری افزایش یافت. همچنین این افزایش در مقایسه با گروه رژیم غذایی در هر دو مرحله بلوغ بیشتر بود که با نتایج بسیاری از تحقیقات گذشته همسو بود (۳۶-۳۴). نتایج مطالعات گذشته نشان داد، چاقی و افزایش کالری دریافتی به کاهش ترشح هورمون تستوسترون منجر می‌شود (۳۸، ۳۷).

در یافته‌های تحقیق حاضر نیز کاهش معنادار تستوسترون سرم در گروه شاهد به‌خصوص در مراحل چهارم و پنجم بلوغ دیده شد؛ یعنی با گذر زمان (۱۲ هفته) پس از شروع پروتکل تحقیق، افزایش معنادار BMI و افزایش توده چربی بدن هرچند غیرمعنادار، با کاهش تستوسترون همراه بود.

همچنین یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد، کاهش کالری دریافتی، اثر معناداری بر افزایش تستوسترون گروه رژیم غذایی نداشت؛ یعنی افزایش تستوسترون فقط در گروه تمرین هوازی معنادار بود که به اثر برجسته ورزش در مقایسه با رژیم غذایی بر افزایش تستوسترون سرم دلالت دارد. در مطالعه‌ای نشان داده شد که اثر تمرینات مقاومتی بر افزایش تستوسترون در مقایسه با تمرینات هوازی بیشتر بود (۳۹)، اما سطوح پایین‌تر تستوسترون نوجوانان چاق باعث افزایش بارز تستوسترون سرم در پاسخ به تمرین هوازی شد.

یکی دیگر از یافته‌های تحقیق حاضر، آثار مشابه دو نوع مداخله یعنی تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری بر افزایش توده بدون چربی نوجوانان چاق بود؛ بااین‌حال کاهش درصد چربی و توده چربی بدن در گروه رژیم غذایی بیشتر از گروه تمرین هوازی بود که خود نشانه برتری رژیم غذایی در مقایسه با تمرین هوازی بر کاهش آن‌ها است که دور از انتظار نیز نبود؛ زیرا چاقی قبل از اینکه به کم‌تحرکی وابسته باشد، با افزایش کالری دریافتی در ارتباط است. بسیاری از مطالعات گذشته نیز به آن اذعان داشتند (۴۱، ۴۰، ۱۸، ۱۶). از سوی دیگر، افزایش توده بدون چربی و کاهش توده چربی بدن که پیامد آن می‌تواند تغییر جثه از اندومورف به مزومورف باشد، با سطوح تستوسترون بالاتر در مراحل انتهایی بلوغ همراه است (۳۵). دریافتی گروه رژیم غذایی یا افزایش هزینه انرژی گروه تمرین هوازی به استفاده از ذخایر بافت چربی آزمودنی‌ها منجر شد. از سوی دیگر، بخشی از ذخیره چربی به‌منظور رشد توده بدون چربی صرف شد؛ بنابراین این دو مکانیسم احتمالی در کاهش توده چربی و شاخص توده بدنی آزمودنی‌های دو گروه تجربی دخیل بود. ازجمله نکات بارز تحقیق حاضر، اثر معنادار بلوغ بر کاهش شاخص توده بدن آزمودنی‌ها است؛ یعنی کاهش شاخص توده بدن در TS4,5 بیشتر از TS2,3 بود؛ اگرچه درمورد کاهش توده چربی بدن و کاهش درصد چربی بدن نیز الگوی مشابهی هرچند غیرمعنادار دیده شد. تعداد کم آزمودنی‌ها در زیرگروه‌ها مانع از استنتاج اثرگذاری بلوغ بر کاهش چربی بدن شد، اما با مشاهده تغییرات شاخص توده بدن می‌توان اظهار کرد که بلوغ نه بر

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

کاهش وزن، بلکه با تغییر رده وزنی براساس شاخص توده بدنی، به پیشرفت آزمودنی‌ها به سمت تناسب اندام می‌انجامد؛ بنابراین اندازه‌گیری مرحله بلوغ پسران نوجوان چاق و تأکید بر استفاده از فرصت کوتاه دوران بلوغ، به‌خصوص اواخر بلوغ با توجه به ماهیت پویایی این دوره از زندگی، به‌منظور تغییر ترکیب بدن و رسیدن به وزن ایده‌آل ضروری به نظر می‌رسد.

درمجموع، نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن است که دوران بلوغ با تغییرات زیاد هورمون‌های آنابولیک ازجمله تستوسترون به تغییرات سریعی در ترکیب بدن منجر می‌شود؛ بنابراین اعمال مداخلاتی چون تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری در این دوره خاص از زندگی پیامدهای مثبتی در بهبود ترکیب بدن پسران نوجوان چاق در پی داشت؛ بنابراین بهتر است نوجوانان چاق فرصت دوران بلوغ، به‌ویژه انتهای آن را که با تغییرات بیشتری در رده وزنی همراه بود، برای رسیدن به تناسب اندام غنیمت شمارند.

پیام مقاله

دوران بلوغ، فرصتی طلایی برای رسیدن به رده وزنی ایده‌آل با کمک رژیم غذایی و تمرین هوازی برای پسران چاق است.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت و همکاران محترم ایشان بابت حمایت مالی و همچنین از مدیر و معاونان مدرسه، والدین و به‌ویژه دانش‌آموزان محترمی که به‌عنوان آزمودنی در انجام این پژوهش همکاری صمیمانه داشته‌اند، نهایت تشکر و قدردانی را دارم. کد اخلاق طرح پژوهشی حاضر (IR.SSRI.REC.1401.1719) از کارگروه اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی (وزارت علوم، تحقیقات و فناوری) دریافت شد. این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت است که براساس مجوز شماره ۱۷۱۱۶/۴/۷۴۴۳ شورای پژوهشی به تصویب رسید.

منابع

1. Moghadampasha A, Naderi F, Moradimanesh F, Zargar Shirazi F. The effects of family-based weight loss training on weight-affective lifestyle and irrational food beliefs in overweight women. Middle Eastern Journal of Disability Studies. 2020;10:121. (In Persian).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

2. Rashidi E, Hosseini Kakhak A, Askari R. The effect of 8 weeks resistance training with low load and high load on testosterone, insulin-like growth factor-1, insulin-like growth factor binding protein-3 levels, and functional adaptations in older women. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2019;14(3):356-67. (In Persian).
3. Sanyaolu A, Okorie C, Qi X, Locke J, Rehman S. Childhood and adolescent obesity in the United States: a public health concern. Global Pediatric Health. 2019;6:2333794X19891305.
4. Ameri F, Amooi N. The role of family functioning in the extent of experienced identity crisis and differentiation levels of adolescents. Family and Research Quarterly. 2016;30:77-91. (In Persian).
5. Bateson P, Barker D, Clutton-Brock T, Deb D, D'Udine B, Foley RA, et al. Developmental plasticity and human health. Nature. 2004;430(6998):419-21.
6. Vakili J, Sari Sarraf V, Khanvari T. Effects of high-intensity interval training on body composition and hormone growth agents in overweight adolescent Boys. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2021;24(1):136-49. (In Persian).
7. Gharahdaghi N, Phillips BE, Szewczyk NJ, Smith K, Wilkinson DJ, Atherton PJ. Links between testosterone, oestrogen, and the growth hormone/insulin-like growth factor axis and resistance exercise muscle adaptations. Frontiers in Physiology. 2021;11:621226.
8. Kurniawan LB. Hypotestosterone in male with obesity. Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory. 2021;27(2):217-23.
9. Rerat S, Amsellem-Jager J, L'hour MC, Bouhours-Nouet N, Donzeau A, Rouleau S, et al. Lower circulating sertoli and leydig cell hormone levels during puberty in obese boys: a cross-sectional study. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2022;107(4):e1568-e76.
10. Bijeh N, Moazami M, Ahmadi A, Samadpour F, Zabihi A. Effect of 6 months of aerobic exercise training on serum leptin, cortisol, insulin and glucose levels in thin middle-aged women. Kowsar Medical Journal. 2011.16(1):53-59. (In Persian).
11. Li X, Liu J, Lu Q, Ren D, Sun X, Rousselle T, et al. AMPK: A therapeutic target of heart failure—not only metabolism regulation. Bioscience Reports. 2019;39(1):BSR20181767.
12. Li Y, Gao D, Liu J, Yang Z, Wen B, Chen L, et al. Prepubertal BMI, pubertal growth patterns, and long-term BMI: Results from a longitudinal analysis in Chinese children and adolescents from 2005 to 2016. European Journal of Clinical Nutrition. 2022:1-8.
13. Kansra AR, Lakkunarajah S, Jay MS. Childhood and adolescent obesity: a review. Frontiers in Pediatrics. 2021;8:581461.
14. Sahranavard E, Amiri S, Ghofrani M. Effect eight week of combined aerobic-resistance exercise training on serum visfatin levels and anthropometric indices in obese young girls. Journal Of Applied Health Studies In Sport Physiology. 2019;6(2):65-72. (In Persian).
15. Busnatu SS, Serbanoiu LI, Lacraru AE, Andrei CL, Jercalau CE, Stoian M, et al. editors. Effects of exercise in improving cardiometabolic risk factors in overweight children: a systematic review and meta-analysis. Bassel: Healthcare(MDPI); 2022.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

16. RoknAbadi M, Rezaeiepour M, BanParvari M, Mohammaddost 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):55-67. (In Persian).
17. Bae J-H, Lee H. The effect of diet, exercise, and lifestyle intervention on childhood obesity: a network meta-analysis. Clinical Nutrition. 2021;40(5):3062-72.
18. Zhang J, Zhang Y, Jiang Y, Sun W, Zhu Q, Ip P, et al. Effect of sleep duration, diet, and physical activity on obesity and overweight elementary school students in Shanghai. Journal of School Health. 2018;88(2):112-21.
19. Andrea Moura F, Queiroz de Andrade K, Celia Farias dos Santos J, Oliveira Fonseca Goulart M. Lipoic acid: its antioxidant and anti-inflammatory role and clinical applications. Current Topics in Medicinal Chemistry. 2015;15(5):458-83.
20. 20. Martini L. Encyclopedia of endocrine diseases: Amsterdam: Elsevier; 2004.
21. Wu AH. Tietz clinical guide to laboratory tests-E-book. Edinburgh: Elsevier Health Sciences; 2006.
22. Wong PC, Chia M, Tsou IY, Wansaicheong GK, Tan B, Wang JCK, 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. Annals Academy of Medicine. 2008;37(4):286-93.
23. Հարությունյան ԱՍ. On improving VO2 peak, body composition and physical fitness of obese children by concurrent training. Биологический журнал Армении. 2011;63(4):51.
24. Eskandari Fard E, Kargar Fard M, Figueredo A. Investigating the correlation of maturity, performance and hormonal indices with the time of playing (competition) in elite adolescent football players during the season. Sport Physiology. 2020;12(48):61-82. (In Persian).
25. Daryanoosh F, Mehboodi M, Mortazavi M, Motesharee E. The effect of 8 weeks of intense aerobic exercise on plasma levels of obestatin, leptin, insulin and growth hormones in male obese sprague dawley rats. Journal of Arak University Medical Sciences. 2014;17(9):37-45. (In Persian).
26. Rafiei M, Shavandi N, Saremi A, Abdolmaleki A. Comparison the effects of 6 weeks of resistance training and concurrent training on aerobic power and resting levels of growth hormone and cortisol in healthy children. Journal of Arak University Medical Sciences. 2014;17(4). (In Persian).
27. Li B, Wang X, Yang C, Wen S, Li J, Li N, et al. Human growth hormone proteoform pattern changes in pituitary adenomas: Potential biomarkers for 3P medical approaches. EPMA Journal. 2021;12(1):67-89.
28. Sellami M, Bragazzi NL, Slimani M, Hayes L, Jabbour G, De Giorgio A, et al. The effect of exercise on glucoregulatory hormones: a countermeasure to human aging: insights from a comprehensive review of the literature. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019;16(10):1709.
29. Sabag A, Chang D, Johnson NA. Growth hormone as a potential mediator of aerobic exercise-induced reductions in visceral adipose tissue. Frontiers in Physiology. 2021;12:623570.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

30. Lewitt MS. The role of the growth hormone/insulin-like growth factor system in visceral adiposity. Biochemistry Insights. 2017;10:1178626417703995.
31. Chu N, Stampfer M, Spiegelman D, Rifai N, Hotamisligil G, Rimm EB. Dietary and lifestyle factors in relation to plasma leptin concentrations among normal weight and overweight men. International Journal of Obesity. 2001;25(1):106-14.
32. Rashidi E, Hosseini Kakhak S, Askari R. The effect of 8 weeks resistance training with low load and high load on testosterone, insulin-like growth factor-1, insulin-like growth factor binding protein-3 levels, and functional adaptations in older women. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2019;14(3):356-67. (In Persian).
33. Huttunen H, Varimo T, Huopio H, Voutilainen R, Tenhola S, Miettinen PJ, et al. Serum testosterone and oestradiol predict the growth response during puberty promoting treatment. Clinical Endocrinology. 2022;96(2):220-6.
34. AzaliAlamdari K, Rouhani H. Metabolic and endocrine adaptations of aerobic training in men with generalized stages of metabolic syndrome. SportPhysiology. 2015;7(27):149-66. (In Persian).
35. Bai J, Liu Y, Niu G-F, Bai L-X, Xu X-Y, Zhang G-Z, et al. Relationship between adiponectin and testosterone in patients with type 2 diabetes. Biochemia Medica. 2011;21(1):65-70.
36. Hayes LD, Herbert P, Sculthorpe NF, Grace FM. Exercise training improves free testosterone in lifelong sedentary aging men. Endocrine Connections. 2017;6(5):306-10.
37. Fadaei Chafy MR, Rahmani-Nia F, Mohebbi H, Maddah SM. Effect of aerobic training on leptin and testosterone in obese boys' serum at different pubertal stages. Metabolism and Exercise. 2014;4(1):1-14. (In Persian).
38. Lee JM, Kaciroti N, Appugliese D, Corwyn RF, Bradley RH, Lumeng JC. Body mass index and timing of pubertal initiation in boys. Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine. 2010;164(2):139-44.
39. Eghbali E, Dadvand S, Taheri M. The effect of resistance training with and without testosterone injection on plasma levels of nesfatin-1 in adult male rats. Daneshvar Medicine. 2017;25(3):27-36. (In Persian).
40. Küüsmaa-Schildt M. Combined strength and endurance training: effect of training order and time-of-day on adaptations in neuromuscular and cardiorespiratory performance, muscle hypertrophy, serum hormone concentrations and wellbeing. JYU dissertations. 2019.
41. Jahandideh AA, Rohani H, Rajabi H, Shariatzade Joneidi M. Effect of 8-weeks of Combined Exercise Training on Plasma Leptin and Adiponectin levels in Obese Boys. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2021;8(2):25-33. (In Persian).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

استناد به مقاله

فدایی‌چافی محمدرضا. فرصت طلایی دوران بلوغ برای کاهش درصد چربی بدن پسران چاق در اثر تمرین هوازی و رژیم غذایی کم‌کالری. فیزیولوژی ورزشی. بهار ۱۴۰۲؛ ۱۵(۵۷): ۱۱۲-۸۷. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SPJ.2023.13724.2218

M. R. Fadaei Chafyi. The Golden Opportunity of Puberty Period in Reducing the Body Fat Percentage of Obese Boys through Aerobic Exercise and Low-Calorie Diet. Spring 2023; 15(57): 87-112. (In Persian). Doi: 10.22089/SPJ.2023.13724.2218

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License