Original Article

The effect of concurrent aerobic and resistance exercises on glucose homeostasis and serum HS-CRP in overweight and obese anxious adolescent girls

Zahmatkesh M, Shabani R*

Department of Physical Education and Sport Sciences, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, I. R. Iran.

Received: 2018/02/12 | Accepted: 2018/08/8

Abstract:

Background: Obesity disturbs glucose homeostasis and inflammatory markers. The aim of this study was to examine the effect of a concurrent aerobic and resistance training on glucose homeostasis and high-sensitive serum C-reactive protein (HS-CRP) in overweight and obese anxious adolescent girls.

Materials and Methods: This clinical trial study was performed on 30 overweight and obese anxious adolescent girls. The subjects were randomly divided into experimental and control groups. Participants in the experimental group performed an aerobic exercise training program consisted of 3 sessions per week and each session of 90 minutes for 8 weeks. Glucose, insulin, HS-CRP and anxiety were measured before and after 8 weeks of the exercise program.

Results: The results showed that 8 weeks of the concurrent exercise caused a significant decrease in glucose (P=0.02), insulin (P=0.02), insulin resistance (P=0.05) and anxiety (P=0.02) compared with the control group. However, there was no significant difference in HS-CRP (P>0.05).

Conclusion: The concurrent aerobic and resistance exercises can be used to improve the blood glucose homeostasis and decrease anxiety in overweight and obese adolescent girls.

Keywords: Aerobic exercise, Resistance training, Anxiety, C-reactive protein, Obesity, Insulin resistance

* **Corresponding Author.**
Email: shabani_msn@yahoo.com
Tel: 0098 911 232 4796
Fax: 0098 133 224 473

IRCT Registration No. IRCT20150531022498N16 Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, October, 2018; Vol. 22, No 4, Pages 394-403

Please cite this article as: Zahmatkesh M, Shabani R. The effect of concurrent aerobic and resistance exercises on glucose homeostasis and serum HS-CRP in overweight and obese anxious adolescent girls. ***Feyz*** 2018; 22(4): 394-403.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]

تاثیر یک دوره تمرینات ورزشی هوازی-مقاومتی هم‌زمان بر هموستاز گلوکز و HS-CRP سرم دختران نوجوان مضطرب دارای اضافه وزن و چاق

مرجان زحمتکش [۱]، رامین شعبانی [۲*]

خلاصه:

سابقه و هدف: چاقی باعث اختلال در هموستاز گلوکز و شاخص‌های التهابی می‌شود. هدف از پژوهش حاضر تعیین اثر یک دوره تمرینات هوازی-مقاومتی هم‌زمان بر هموستاز گلوکز و HS-CRP در دختران نوجوان مضطرب دارای اضافه وزن و چاق بود.

مواد و روش‌ها: این کارآزمایی بالینی روی ۳۰ دختر نوجوان دارای اضافه وزن و چاق مضطرب انجام شد. افراد به‌صورت تصادفی در دو گروه تجربی و شاهد قرار گرفتند. گروه تجربی به‌مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه به‌مدت ۹۰ دقیقه تمرینات ورزشی را انجام دادند. متغیرهای گلوکز، انسولین، HS-CRP و اضطراب قبل و بعد از ۸ هفته تمرین اندازه‌گیری شد.

نتایج: هشت هفته تمرین ترکیبی موجب کاهش معنی‌دار سطوح گلوکز (P=۰/۰۲)، انسولین (P=۰/۰۲)، مقاومت به انسولین (P=۰/۰۵) و میزان اضطراب (P=۰/۰۲) در مقایسه با گروه شاهد شد، لیکن در HS-CRP اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد می‌توان از تمرینات ورزشی هوازی-مقاومتی هم‌زمان جهت بهبود هموستاز قند خون و کاهش اضطراب دختران نوجوان دارای اضافه وزن و چاق استفاده کرد.

واژگان کلیدی: ورزش هوازی، تمرین مقاومتی، اضطراب، پروتئین واکنشی C، چاقی، مقاومت به انسولین

دو ماه‌نامه علمی- پژوهشی فیض، دوره بیست و دوم، شماره ۴، مهر و آبان ۹۷، صفحات۴۰۳-۳۹۴

مقدمه

امروزه تغییر در شیوه زندگی موجب بروز مشکلات جدی سلامت از قبیل اضافه وزن و چاقی شده است [۱]. آمارها نشان می‌دهند که اضافه وزن و چاقی در بین کودکان و نوجوانان به‌ویژه در شهرهای بزرگ ایران همانند سایر کشورها روبه‌افزایش است [۲]. ثابت شده است که عوامل خطرساز بیمارهای قلبی-عروقی از دوران کودکی و نوجوانی شروع می‌شود [۳]، لذا سنین پایین‌تر فرصت خوبی برای ایجاد یک روش زندگی سالم است [۴]. عوامل زیستی و روان‌شناختی مانند اضطراب در بروز چاقی نقش دارند [۵]. نشان داده شده است که بین اضطراب و افسردگی و رفتار غذا خوردن ارتباط مثبت وجود دارد [۶]؛ وقتی افراد اضطراب و نگرانی دارند، از غذا خوردن به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی استفاده می‌کنند [۷]. محققین معتقدند که اضطراب باعث ترشح بیشتر اسید معده شده، در نتیجه گرسنگی زودتر بروز می‌کند و فرد مضطرب غذای بیشتر و به دفعات بیشتری مصرف کرده و چاق می‌شود. همچنین، اضطراب می‌تواند موجب پرخوری عصبی شود [۸].

تغییر در میزان اضطراب، افسردگی و حالات خلقی متعاقب ورزش احتمالا ناشی از افزایش دمای بدن و جریان خون مغزی و تاثیر آن بر غدد هیپوتالاموس، هیپوفیز و آدرنال می‌باشد که موجب افزایش اندروفین و مونوآمین‌ها می‌گردد [۹]. چاقی، به‌خصوص چاقی شکمی، خطر دیابت نوع دوم را تا ۱۰ برابر افزایش می‌دهد؛ چراکه باعث افزایش نیاز به انسولین و مقاومت به آن می‌شود [۱۰]. در مقابل، فعالیت ورزشی بر عملکرد انسولین و حساسیت به آن تاثیر-گذار است [۱۱]. لذا، اهمیت فعالیت ورزشی برای بهبود عملکرد انسولین در افراد مستعد به سندروم مقاومت به انسولین یا مبتلایان به دیابت نوع ۲ روبه‌افزایش است [۱۲]. احتمالا فعالیت ورزشی منظم ترشح انسولین را به‌واسطه محرک‌های آن کاهش می‌دهد [۱۳]. فعالیت ورزشی طولانی‌مدت، ترشح انسولین وابسته به گلوکز را در انسان و مدل‌های حیوانی مقاوم به انسولین افزایش می‌دهد [۱۴]. از سوی دیگر، چاقی با التهاب خفیف نیز ارتباط دارد که می‌تواند باعث مقاومت به انسولین شود [۱۵]. التهاب مزمن با افزایش سطوح جریان خونی چندین سایتوکاین و پروتئین مرحله حاد (HS-CRP) همراه است [۱۶]. اگرچه پروتئین واکنش گر C در کبد تولید می‌گردد، تحقیقات جدید نشان داده که در لایه انتیمای عروق مبتلا به آترواسکلروز هم ساخته می‌شود. HS-CRP یک واکنش دهنده مرحله حاد است که مقادیر آن به‌سرعت در پاسخ به التهاب در گردش خون افزایش می‌یابد. افزایش تولید HS-CRP در سلول‌های عضلانی صاف دیواره سرخرگ کرونری، اثر مستقیم بر گسترش آترواسکلروز دارد [۱۷]. افزایش HS-CRP

[۱] کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

[۲] دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

* **نشانی نویسنده مسئول:**

رشت، پل تالشان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۱۱۲۳۲۴۷۹۶ **دورنویس:** ۰۱۳۳۲۲۴۴۷۳

پست الکترونیک: shabani_msn@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۳ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۱۳۹۷/۵/۱۷

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]

احتمالا موجب حمله ماکروفاژها به سلول‌های آسیب دیده، فعال-سازی سلول‌های اندوتلیال در بیان ژن مولکول‌های چسبان، کاهش بیان ژن و عمل سیتریک اکسید سنتاز اندوتلیال می‌گردد که همگی در توسعه آترواسکلروز نقش دارند [۱۸]. یکی از مهم‌ترین محرک-های تولید HS-CRP چاقی است [۱۹]. احتمالا اینترلوکین ترشح شده از بافت چربی در افزایش HS-CRP در افراد چاق نقش دارد [۲۰]. در مقابل فعالیت بدنی ممکن است یک روش مناسب برای کاهش التهاب سیستمیک باشد [۲۲،۲۱]؛ چراکه کاهش وزن در اثر تمرین به همراه تغییر شیوه زندگی از عوامل مهم کاهش التهاب محسوب می‌شوند [۲۳]. در این زمینه احتمالا شدت تمرین عامل تاثیرگذار مهمی است؛ چراکه پژوهش‌ها اثر کاهشی تمرین سبک تا متوسط و اثر افزایشی تمرینات شدید را در مقادیر شاخص‌های پیش‌التهابی نشان داده‌اند [۲۴]. Stewart و همکاران ضمن تجویز ۶ ماه فعالیت بدنی هوازی نشان دادند که اگرچه تمرینات مختلف هوازی بر میزان HS-CRP زنان سالمند تاثیری نداشته، لیکن میزان کاهش وزن بر آن موثر است [۲۵]. از سوی دیگر، بنی‌طالبی و همکاران نیز گزارش کرده‌اند که انجام ۸ هفته تمرین ترکیبی (استقامتی و مقاومتی) به‌صورت ۳ جلسه در هفته علی‌رغم کاهش چربی بدن و شاخص توده بدنی، اثری بر HS-CRP در زنان مسن ندارد [۲۶]. Olson و همکاران نیز کاهش سطوح HS-CRP را پس از یک سال تمرین مقاومتی در زنان چاق مشاهده نمودند [۲۷]. همچنین، Wong و همکاران عدم تغییر سطوح HS-CRP را پس از ۱۲ هفته برنامه تمرینی منظم مقاومتی-هوازی در افراد چاق گزارش کردند [۲۸]. باتوجه به تاثیرات متناقض تمرینات ورزشی بر هموستاز گلوکز و HS-CRP، هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر یک دوره تمرینات ورزشی هوازی-مقاومتی هم‌زمان بر هموستاز گلوکز و HS-CRP سرم دختران نوجوان دارای اضافه وزن و چاق مضطرب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سامانه ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران (کد IRCT20150531022498N16) و در کمیته سازمانی اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت (کد IR.IAU.RASHT.REC.1396.80) به ثبت رسید. این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی و دارای گروه شاهد و تجربی بود که به-صورت پیش و پس‌آزمون در بهمن و اسفند سال ۱۳۹۵ روی ۳۰ دختر نوجوان ۱۸-۱۵ ساله یکی از مدارس منتخب شهر رشت به-صورت نمونه‌گیری در دسترس انجام شد. جامعه آماری کلیه دانش‌آموزان مدرسه منتخب مقطع متوسطه شهر رشت بودند. ابتدا با استفاده از محاسبه BMI، تعداد ۸۰ نفر از دانش‌آموزان دارای اضافه وزن و چاق مدرسه غربال شده و به آنها پرسشنامه اضطراب (Depression Anxiety Stress Scale; DASS) داده شد. تعداد ۴۳ نفر از آنها اضطراب خفیف تا متوسط داشتند (افراد دارای اضطراب شدید حذف شدند) که از بین این افراد تعداد ۳۰ نفر دختر نوجوان به‌صورت داوطلبانه وارد مطالعه شدند و به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره شاهد و تجربی تقسیم شدند. معیار ورود به تحقیق عدم ابتلا به بیماری خاص، عدم مصرف داروهای کاهنده وزن و عدم شرکت در برنامه‌های تمرین ورزشی حداقل ۶ ماه قبل از ورود به مطالعه بود. معیارهای خروج شامل عدم شرکت در ۳ جلسه متوالی تمرین یا ۴ جلسه متناوب، آسیب دیدگی حین تمرینات ورزشی و ابتلا به بیماری بود. قبل از شروع تمرینات جلسه توجیهی با حضور داوطلبان و اولیای آنها جهت توضیح اهداف و روند انجام پژوهش و همچنین اخذ رضایت‌نامه از والدین تشکیل شد. همچنین، قبل از شروع تمرینات سلامتی افراد توسط پزشک عمومی مورد بررسی قرار گرفت. ۴۸ ساعت قبل از شروع و پس از اتمام تمرینات ورزشی از هر دو گروه در یکی از آزمایشگاه‌های شهر رشت و توسط پرسنل آزمایشگاه پس از ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه خون جمع‌آوری شد. گروه تجربی به‌مدت ۸ هفته و به‌صورت ۳ جلسه در هفته، هر جلسه به‌مدت ۹۰ دقیقه به انجام تمرینات هوازی-مقاومتی پیش‌رونده پرداختند و به گروه شاهد توصیه شد فعالیت‌های روزانه خود را انجام دهند. برنامه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۵ دقیقه سرد کردن، ۳۰ دقیقه تمرین هوازی و ۴۵ دقیقه تمرین مقاومتی بود. در ابتدا ضربان قلب شرکت‌کننده‌ها در حالت استراحت اندازه‌گیری شد. سپس، با استفاده از فرمول زیر، ضربان قلب بیشینه آنها محاسبه گردید:

۲۲۰ - سن= ضربان قلب حدکثر

شرکت‌کنندگان تمرینات هوازی را با ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب در هفته اول تمرین شروع کردند. هر دو هفته، ۵ درصد به میزان شدت تمرین (براساس حداکثر ضربان قلب) افزوده شد و در دو هفته آخر به ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب رسید. در حین تمرین ضربان قلب آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج پولار دستی اندازه‌گیری شد تا شدت تمرین در محدوده مورد نظر کنترل شود. تمرینات مقاومتی شامل ۸ حرکت مقاومتی پرس سینه، جلو بازو، پشت بازو، کشش زیر بغل با دستگاه، پرس پا، جلو ران، پشت ران و اسکوات بود که در سه وهله ۱۰-۸ تکرار انجام شد [۲۹]. استراحت بین وهله‌ها ۱ دقیقه و بین حرکات دو دقیقه بود. تمرینات مقاومتی نیز در هفته اول با ۵۰ درصد 1RM شروع شده و هر دو هفته ۵ درصد به میزان وزنه (مطابق 1RM) اضافه

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]

شد تا در دو هفته پایانی به ۷۰ درصد رسید [۲۹]. محاسبه 1RM با استفاده از فرمول روبه‌رو انجام شد: [(۰/۰۲× تعداد تکرار تا خستگی)-۱)]÷ وزن جابه‌جا شده (کیلوگرم)

شاخص توده بدنی پس از اندازه‌گیری قد و وزن با متر نواری و ترازوی دیجیتال Soehnle ساخت چین و از طریق فرمول شاخص توده بدنی (وزن تقسیم بر مجذور قد) محاسبه شد [۳۰]. پس از آن، با استفاده از جدول cut off وزن شرکت‌کنندگان در محدوده اضافه وزن و چاق مشخص گردید. آزمایش گلوکز خون با استفاده از کالریمتری و فن‌آوری گلوکز اکسیداز و با استفاده از کیت ویژه گلوکز شرکت پارس‌آزمون ساخت کشور ایران با حساسیت mg/dl ۵ و دستگاه اتوآنالایزر هیتاچی (902 Hitachi, Japan) به‌روش آنزیماتیک اندازه‌گیری شد. سطوح انسولین سرم با استفاده از کیت Dia plusinc کانادا توسط دستگاه الایزا (Stat Fax 303 pluse, ELISA Awarness, USA) اندازه‌گیری شد. سنجش مقاومت به انسولین با استفاده از مدل هموستاز گلوکز (HOMA–IR) و با استفاده از فرمول روبه‌رو انجام شد: ۲۲/۵/ انسولین×HOMA-IR=FBS

اندازه‌گیری میزان HS-CRP با استفاده از کیت Biosystems کشور اسپانیا انجام گرفت. در این مطالعه از فرم ۲۱ سؤالی مقیاس DASS برای سنجش میزان اضطراب استفاده شد. هر سؤال از صفر (اصلا در مورد من صدق نمی‌کند) تا ۳ (کاملاً در مورد من صدق می‌کند) نمره‌گذاری می‌شد. در این مقیاس هر عامل روانی (افسردگی، اضطراب، استرس) توسط ۷ سؤال مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. سامانی و جوکار (۱۳۸۶) ضریب اعتبار بازآزمایی این ابزار را برای عامل فشار روانی ۰/۸۰، افسردگی ۰/۸۱، و اضطراب ۰/۷۸ و برای کل مقیاس برابر با ۰/۸۲ گزارش کرده‌اند. همچنین، ضریب اعتبار آلفا برای عوامل فشار روانی، افسردگی، و اضطراب به‌ترتیب برابر با ۰/۸۷، ۰/۸۵ و ۰/۷۵، گزارش شد [۳۱]. Henry و Crawford (۲۰۰۵) فرم کوتاه مقیاس DASS را به لحاظ روایی سازه مورد مطالعه قرار داده‌اند. این محققان در این مطالعه به‌وجود یک عامل عمومی و سه عامل افسردگی، اضطراب و استرس در مقیاس DASS اشاره دارند. این پژوهشگران ضریب پایایی عوامل فوق را به‌ترتیب برابر با ۰/۸۸، ۰/۸۲، ۰/۹۰، و ۰/۹۳ گزارش کرده‌اند [۳۲] که از خرده-مقیاس اضطراب این پرسشنامه جهت بررسی میزان اضطراب در قبل و پس از دوره تمرین استفاده شد (جداول شماره ۱ و ۲). شرکت‌کنندگان هر دو گروه پیش و پس از پایان دوره تمرینات این فرم را تکمیل نمودند. همچنین، بروشورهای الگوی صحیح مصرف غذا با تاکید بر مصرف میوه، سبزی، لبنیات کم‌چرب، کاهش مصرف نمک، و کاهش مصرف مواد غذایی حاوی قندهای ساده و چربی‌های اشباع در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. همچنین، تاکید شد ۳ وعده اصلی غذایی همراه با ۲ میان‌وعده صبح و عصر مصرف گردد.

جدول شماره ۱- خرده‌مقیاس‌ها و سؤالات مربوط به آن در فرم ۲۱ سؤالی مقیاس DASS

خرده مقیاس ها	سؤال ها
افسردگی	۳،۵،۱۰،۱۳،۱۶،۱۷،۲۱
اضطراب	۴،۷،۹،۱۵،۱۹،۲۰،۲
استرس	۱،۶،۸،۱۱،۱۲،۱۴،۱۸

جدول شماره ۲-شدت هریک از خرده‌مقیاس‌های فرم ۲۱ سؤالی مقیاس DASS

شدت	افسردگی	اضطراب	استرس
عادی	۰-۹	۰-۷	۰-۱۴
خفیف	۱۰-۱۳	۸-۹	۱۵-۱۸
متوسط	۱۴-۲۰	۱۰-۱۴	۱۹-۲۵
شدید	۲۱-۲۷	۱۵-۱۹	۲۶-۳۳
بسیار شدید	+۲۸	+۲۰	+۳۳

اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ در سطح معنی‌داری $\alpha \leq ۰/۰۵$ تجزیه‌وتحلیل شد. باتوجه به توزیع طبیعی داده‌ها در آزمون شاپیرو – ویلک از آزمون‌های t مستقل و وابسته استفاده شد.

نتایج

در جدول شماره ۳ میانگین انحراف معیار ویژگی‌های فردی و ترکیب بدنی آزمودنی‌های هر دو گروه (سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی) آورده شده است. مقادیر شاخص‌های ترکیب بدنی، هموستاز گلوکز، hs-CRP و اضطراب در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

جدول شماره ۳- میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های مورد مطالعه

گروه متغیر	تجربی میانگین± انحراف معیار	شاهد میانگین±انحراف معیار
سن (سال)	۱۶/۳۳±۰/۹۷	۱۶/۵۳±۱/۱۸
قد (سانتی‌متر)	۱۶۲/۹۳ ±۴/۵۴	۱۶۵/۸۰±۴/۹۳
وزن (کیلوگرم)	۸۱/۰۱±۱۰/۴۲	۸۳/۳۵±۶/۷۹
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۰/۴۸±۳/۲۶	۳۰/۳۲ ±۲/۲۱

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]

جدول شماره ۴- نتایج آزمون‌های آمار t وابسته و مستقل متغیرهای هموستاز گلوکز در دو گروه تجربی و شاهد

متغیر			گروه شاهد (انحراف معیار ±میانگین)	گروه تجربی (انحراف معیار ±میانگین)	t مستقل معنی‌داری
شاخص‌های منتخب ترکیب بدن					
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون		۳۵/۸۳±۷۹/۶	۰۱/۸۱±۴۲/۱۰	۱۲/۰
	پس‌آزمون		۲۳/۸۳±۷/۰۲	۶۲/۷۹±۲۷/۱۰	۱۶/۰
	آزمون t وابسته	میزان اختلاف	۱۲/۰	۳۹/۱	
		معنی‌داری	۶۸/۰	۰۱/۰*	
		فاصله اطمینان	(۷۴/۰) – (۵۰/۰-)	(۶۲/۱) –(۱۶/۱)	
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش‌آزمون		۳۲/۳۰±۲۱/۲	۴۸/۳۰±۲۶/۳	۱۷/۰
	پس‌آزمون		۲۷/۳۰±۲۴/۲	۹۵/۲۹±۲۰/۳	۲۲/۰
	آزمون t وابسته	میزان اختلاف	۰۴/۰	۵۲/۰	
		معنی‌داری	۶۵/۰	۰۱/۰*	
		فاصله اطمینان	(۲۷/۰-) – (۱۷/۰-)	(۶۱/۰)–(۴۳/۰)	
هموستاز گلوکز					
قند خون ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون		۳۳/۸۷±۱۷/۵	۸۰/۸۷±۹۳/۴	۰/۸۹
	پس‌آزمون		۶۶/۸۷±۸۹/۳	۲۰/۸۱±۶۴/۴	۰/۰۲*
	آزمون t وابسته	میزان اختلاف	-۳۳/۰	۶۰/۶	
		معنی‌داری	۰/۵۹	۰/۰۲*	
		فاصله اطمینان	(۹۶/۰)– (۶۳/۱-)	(۶۰/۴) –(۶۰/۶)	
انسولین (میکروواحد بر میلی‌لیتر)	پیش‌آزمون		۱۹/۶۴±۷/۱۵	۱۹/۴۰±۳/۶۹	۰/۹۱
	پس‌آزمون		۱۹/۵۳±۶/۴۱	۱۲/۳۶±۴/۰۶	۰/۰۲*
	آزمون t وابسته	میزان اختلاف	۱۰/۰	۰۴/۷	
		معنی‌داری	۰/۷۶	۰۱/۰*	
		فاصله اطمینان	(۸۴/۰) – (۶۳/۰-)	(۶۰/۸) – (۴۸/۵)	
HOMA-IR	پیش‌آزمون		۲/۴۶±۰/۸۶	۲/۴۳±۰/۴۴	۰/۹۲
	پس‌آزمون		۲/۴۵±۰/۷۸	۱/۵۳±۰/۴۹	۰/۰۵*
	آزمون t وابسته	میزان اختلاف	۰۱/۰	۹۰/۰	
		معنی‌داری	۰/۸۸	۰/۰۴*	
		فاصله اطمینان	(۰۲/۰)– (۱۸/۰-)	(۱/۲) – (۸۷/۰)	
HS-CRP (میلی‌گرم بر لیتر)	پیش‌آزمون		۱۷/۱±۱۵/۰	۱۷/۱±۱۵/۰	۹۲/۰
	پس‌آزمون		۲۰/۱±۱۴/۰	۹۴/۰±۰۹/۰	۱۵/۰
	آزمون t وابسته	میزان اختلاف	۰۳/۰	۷۷/۰	
		معنی‌داری	۶۲/۰	۰۱/۰*	
		فاصله اطمینان	(۲۶/۲) – (۷۵/۱-)	(۳۶/۳) – (۸۶/۰)	
اضطراب					
اضطراب	پیش‌آزمون		۱۰/۶۰±۱/۸۰	۱۰/۶۶±۹۸/۱	۴۹/۰
	پس‌آزمون		۱۰/۷۳±۱/۹۴	۶/۳۳±۰/۸۱	۰۲/۰*
	آزمون t وابسته	میزان اختلاف	۰/۱۳	۴/۳۳	
		معنی‌داری	۰/۶۵	۰/۰۱*	
		فاصله اطمینان	(۴۸/۰) – (۷۵/۰-)	(۲۵/۶) – (۵/۲۵)	

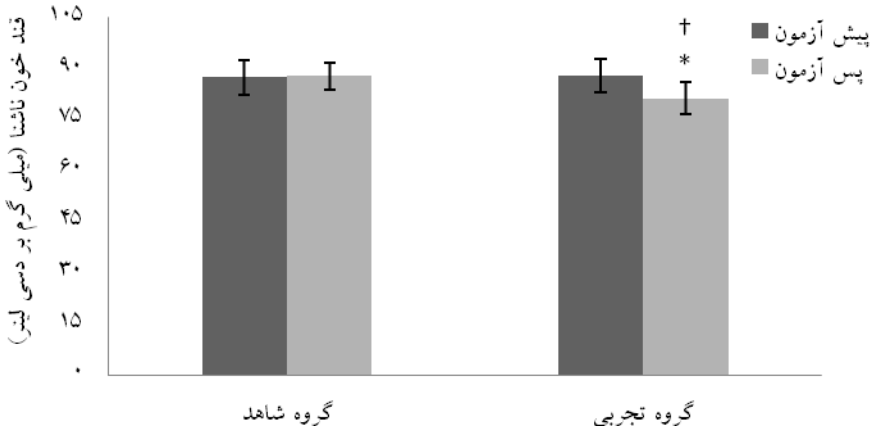
* معنی‌داری آماری $P\leq$۰/۰۵

HOMA-IR: شاخص هموستاز مقاومت به انسولین

آزمون t مستقل پس‌آزمون، پس از محاسبه اختلاف بین میانگین‌های پیش و پس‌آزمون در هریک از دو گروه مورد استفاده قرار گرفت. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد که در گروه تجربی، آزمون آماری t وابسته نشان‌گر کاهش معنی‌دار وزن و شاخص

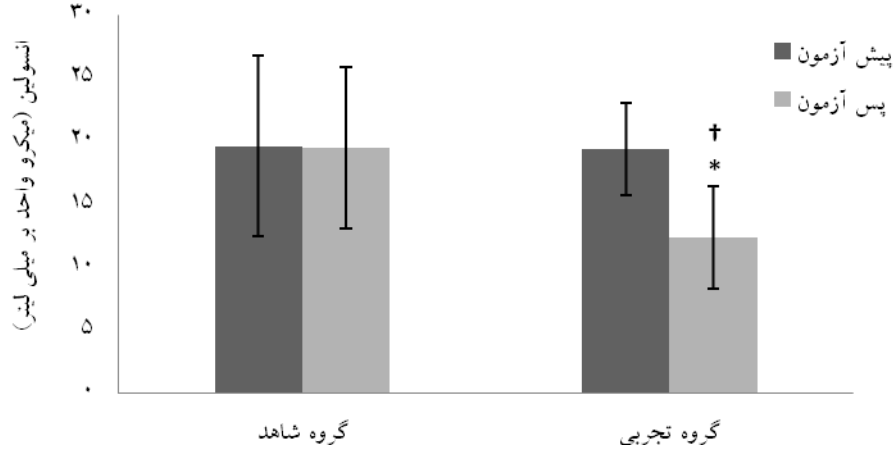
[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]

توده بدن (P=۰۱/۰)، همچنین کاهش معنی‌دار میزان قند خون (P=۰۲/۰)، انسولین (P=۰۱/۰) و معیار HOMA-IR (P=۰۴/۰) می‌باشد. در این گروه مقادیر HS-CRP و اضطراب نیز در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معنی‌دار داشت (P=۰/۰۱). این در حالی بود که هیچ‌یک از شاخص‌های ترکیب بدن، هموستاز گلوکز و اضطراب در گروه شاهد در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون تغییر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). از سوی دیگر تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در شاخص توده بدنی و وزن در آزمون t مستقل مشاهده نشد و گروه‌ها در پیش‌آزمون از این نظر با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). جهت انجام آزمون t مستقل ابتدا تفاضل مقادیر قبل و بعد محاسبه شد و سپس آزمون آماری مورد استفاده قرار گرفت. در این راستا مقایسه متغیرها در دو گروه تجربی و شاهد نشان داد که پس از مداخله ۸ هفته‌ای تمرین ورزشی هوازی-مقاومتی قند خون ناشتا (P=۰/۰۲)، میزان انسولین (P=۰/۰۲)، HOMA-IR (P=۰/۰۵) و میزان اضطراب (P=۰/۰۲) کاهش معنی‌دار یافت (نمودارهای شماره ۱ تا ۳)، در-حالی‌که میزان HS-CRP بعد از ۸ هفته مداخله تغییر معنی‌داری نداشت (P=۰/۱۵) (نمودار شماره ۴). به‌عبارت دیگر، پس از اتمام دوره تحقیق، افراد حاضر در گروه تجربی در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌دار شاخص‌های هموستاز قند خون به‌همراه میزان اضطراب را تجربه کردند. همچنین، علی‌رغم کاهش معنی‌دار میزان وزن و شاخص توده بدن در گروه تجربی، این کاهش در مقایسه بین گروهی با گروه شاهد معنی‌دار نبود.



نمودار شماره ۱- مقایسه تغییرات شاخص قند خون ناشتا در نوجوانان مضطرب دارای اضافه وزن و چاق

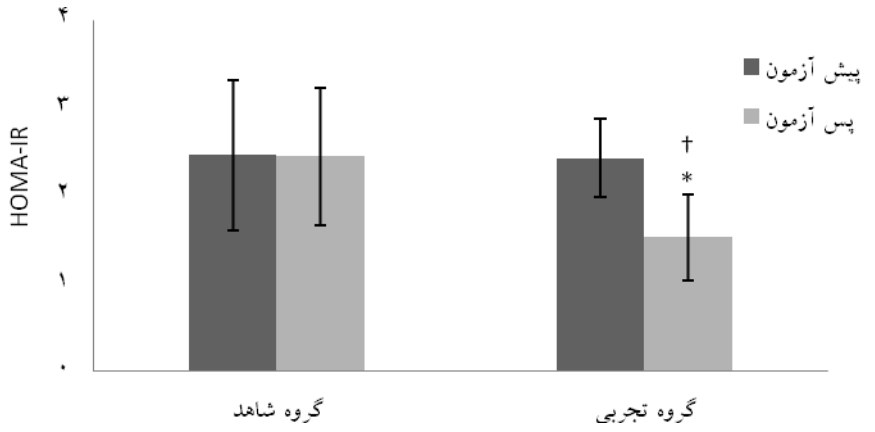
* تفاوت معنی‌دار با پیش آزمون در گروه و † تفاوت معنی‌دار با گروه شاهد در همان بازه زمانی (P<۰/۰۵)



نمودار شماره ۲- مقایسه تغییرات شاخص انسولین خون ناشتا در نوجوانان مضطرب دارای اضافه وزن و چاق

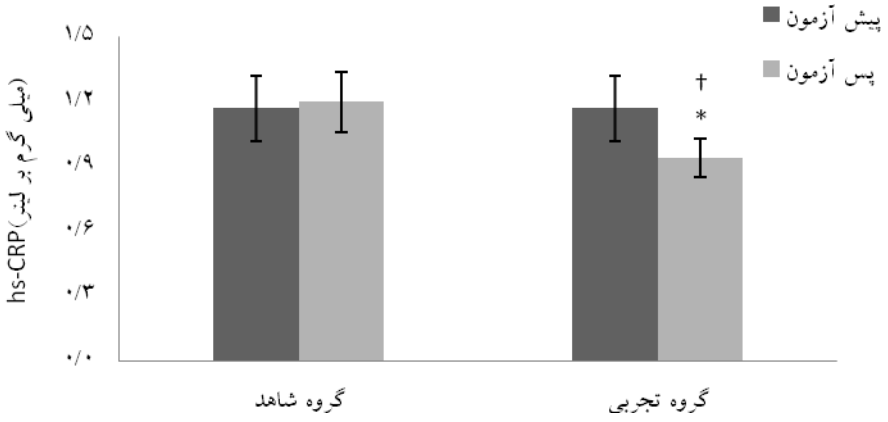
* تفاوت معنی‌دار با پیش آزمون در گروه و † تفاوت معنی‌دار با گروه شاهد در همان بازه زمانی (P<۰/۰۵)

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]



نمودار شماره ۳- مقایسه تغییرات شاخص HOMA-IR در نوجوانان مضطرب دارای اضافه وزن و چاق

* تفاوت معنی‌دار با پیش آزمون در گروه و † تفاوت معنی‌دار با گروه شاهد در همان بازه زمانی ($P<۰/۰۵$)



نمودار شماره ۴- تغییرات شاخص HS-CRP در نوجوانان مضطرب دارای اضافه وزن و چاق

* تفاوت معنی‌دار با پیش آزمون در گروه و † تفاوت معنی‌دار با گروه شاهد در همان بازه زمانی ($P<۰/۰۵$)

بحث

یافته های این پژوهش نشان داد که متعاقب ۸ هفته تمرین ورزشی هوازی مقاومتی گلوکز خون ناشتا، سطح انسولین خون و میزان HOMA-IR در گروه تجربی در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری می‌یابد. حامدی نیا و همکاران نشان دادند که تمرینات ورزشی در آب بر مقاومت به انسولین در کودکان و نوجوانان چاق بی‌تاثیر است [۳۳]، درحالی‌که Balagopal و همکاران کاهش مقاومت به انسولین را بعد از تمرینات ورزشی هوازی در نوجوانان مشاهده کردند [۳۴]. در پژوهشی نیز نشان داده شد که تمرینات متناوب با شدت متوسط و یا بالا موجب بهبود هموستاز گلوکز در نوجوانان چاق می‌گردد [۳۵]. Bell و همکاران نشان دادند که انجام تمرینات دایره‌ای هوازی و مقاومتی در بچه‌های چاق بدون تغییر در ترکیب بدن موجب کاهش مقاومت به انسولین می‌شود [۳۶]. مکانیسم‌های احتمالی متعاقب تمرین می‌تواند شامل: ۱- افزایش پروتئین انتقال دهنده گلوکز (GLUT4)؛ ۲- افزایش پیام‌رسانی پیش‌گیرنده‌های انسولین؛ ۳- افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکوژن سنتاز و هگزوکیناز؛ ۴- تغییر در ترکیب بافت عضله با افزایش مویرگ‌ها و میتوکندری و به‌دنبال آن افزایش برداشت گلوکز از خون؛ و ۵- بهبود در هموستاز اسیدهای چرب آزاد سرمی و بافت عضلانی و مصرف آن به‌عنوان یک سوبسترای متابولیکی باشد [۱۴]. تمرینات ورزشی باعث افزایش برداشت گلوکز در عضلات بدن می‌شوند که این تغییرات وابسته به تغییرات عملکردی در سیگنال‌های انسولینی و مرتبط با افزایش محتویات پروتئین GLUT4 می‌باشد [۳۴]. انسولین جابه-جایی GLUT4 از عمق به سطح سلول را از طریق آبشارهای سیگنالی پیچیده فعال می‌کند. انقباض عضلانی نیز از طریق فعال

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]

سازی پروتئین کیناز فعال شده با AMP باعث جابه‌جایی GLUT4 از عمق به سطح سلول می‌شود. هر دوی تمرین هوازی و مقاومتی موجب افزایش GLUT4 و جذب گلوکز شده و در نهایت موجب افزایش حساسیت به انسولین و کاهش گلوکز خون می‌شوند [۳۷]. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی–مقاومتی در مقایسه با نتایج پیش‌آزمون موجب کاهش معنی‌دار HS-CRP در گروه تجربی می‌شود، لیکن این نتایج در مقایسه بین گروهی مشاهده نشد. از نتایج مخالف با نتایج حاضر مطالعه Jorge و همکاران (۲۰۱۱) بود که نشان داد تمرین ترکیبی به‌طور معنی‌داری غلظت HS-CRP را در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ کاهش می‌دهد [۳۸]. Beavers و همکاران نیز ۱۸ ماه تمرین به‌همراه کاهش وزن را در بهبود شاخص‌های التهابی مؤثرتر از تمرینی دانستند که کاهش وزن به همراه ندارد [۳۹]. در مقابل، Stewart و همکاران با وجود استفاده از یک برنامه ۶ ماهه تمرینی تغییری را در مقادیر HS-CRP در زنان سالمند مشاهده نکردند؛ تغییرات جزیی نیز با کاهش وزن در ارتباط بود [۴۰]. در مطالعه بنی طالبی و همکاران حتی با وجود کاهش معنی‌دار در وزن و شاخص توده بدنی، تغییر قابل توجهی در شاخص HS-CRP پس از انجام تمرین استقامتی مقاومتی مشاهده نشد [۲۶]. استفاده از نمونه‌های کوچک، تأثیر استفاده از روش‌های متفاوت اندازه‌گیری متغیرها، رژیم غذایی، سطوح سرمی اولیه شاخص‌ها، کوتاه بودن دوره برنامه تمرینی و به‌ویژه کاهش وزن، از جمله عواملی هستند که ممکن است بتوانند تفاوت در نتایج پژوهش‌های مختلف را توجیه کنند [۲۵،۲۳]. Kelly و همکاران با مطالعه اثر ۸ هفته تمرین هوازی بر شاخص‌های التهابی در کودکان چاق نشان دادند که تمرین باعث ایجاد تغییری در شاخص‌های التهابی ازجمله HS-CRP نمی‌شود؛ ایشان علت عدم تاثیر تمرین را عدم کاهش وزن آزمودنی‌ها ذکر کردند [۴۱]. به‌نظر می‌رسد طول دوره تمرین عامل مهم و تعیین کننده تغییر HS-CRP در اثر تمرین است؛ به‌طوری‌که اکثر مطالعاتی که کاهش HS-CRP را گزارش کرده‌اند از برنامه‌های تمرین (هوازی و قدرتی) با مدت بیش از ۸ هفته استفاده کرده‌اند. همچنین، برنامه‌های تمرینی همراه با کاهش وزن یا درصد چربی، در کاهش سطح HS-CRP موفق‌تر بوده‌اند [۴۲]. مدارک کافی وجود دارد که فعالیت بدنی و ورزشی، شاخص‌های التهابی را بدون توجه به کاهش وزن یا تفاوت در ترکیب بدن به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد [۳۸]. بنابراین، به‌نظر می‌رسد HS-CRP می‌تواند به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم تحت تاثیر تمرین قرار بگیرد [۲۰]. لذا، احتمالا همیشه برای تغییر سطوح HS-CRP تغییرات چربی مورد نیاز نیست. ممکن است عدم کاهش مقادیر HS-CRP به سطح عادی و طبیعی HS-CRP پایه آزمودنی‌ها در تحقیق حاضر ارتباط داشته باشد. شواهد نشان می‌دهد که هر قدر مقادیر پایه شاخص‌های التهابی بیشتر باشد، تاثیر تمرین بر این شاخص‌ها بارزتر است [۴۳]. یکی دیگر از دلایل عدم مشاهده تغییر معنی‌دار در شاخص التهابی، می‌تواند کم بودن تعداد نمونه‌ها باشد. در ارتباط با میزان اضطراب، یافته‌ها نشان داد که ۸ هفته تمرین ورزشی هوازی-مقاومتی باعث کاهش معنی‌دار میزان اضطراب در دختران چاق گروه تجربی در مقایسه با پیش‌آزمون می‌شود؛ این کاهش در مقایسه بین گروهی نیز معنی‌دار بود. Nibbeling و همکاران دریافته‌اند که ۱۰ هفته تمرین ورزشی هوازی میان دانشجویان مضطرب از دارونما مؤثرتر بوده، اما از داروها اثر کمتری دارد. ایشان همچنین دریافتند که سطوح اضطراب به‌طور چشمگیری در زنان دارای اضافه وزن یا چاق و در مردانی که چاقی درجه ۳ دارند، در مقایسه با افراد با BMI طبیعی بالاتر است [۴۴]. نتایج یک تحقیق نشان داده است که ورزش در هر دو جنس موجب کاهش اضطراب می‌گردد؛ لیکن در مردان این کاهش بیشتر بوده و البته تغییرات هورمونی طی سیکل قاعدگی زنان عاملی موثری بر میزان اضطراب آنان است [۴۵]. فعالیت ورزشی می‌تواند از طرق متفاوتی در کاهش اضطراب موثر باشد. انجام فعالیت بدنی با تغییر در میزان اندورفین‌ها همراه است که می‌توانند در حین ورزش، هیجان و درد توسط غدد هیپوفیز و هیپوتالاموس تولید شده و مشابه با مواد مخدر اثرات ضد درد داشته و به فرد حس خوب می‌دهند [۴۶]. با انجام فعالیت بدنی موجی از رهایش بتا-اندورفین‌ها جهت آرام سازی سیستم اعصاب مرکزی به جریان خون ایجاد شده و در نتیجه باعث کاهش درد می‌گردد. همچنین، انجام فعالیت بدنی احتمالا با افزایش میزان بتا اندورفین‌ها موجب برخی تغییرات خلقی می‌گردند [۴۷]. از طرف دیگر، اختلال اضطراب می‌تواند با کاهش سطوح یا ناکارآمدی مونوآمین‌ها در سیستم اعصاب مرکزی نیز ارتباط داشته باشد که کمبود آنها می‌تواند موجب اختلال در روند انتقال پیام عصبی گردد [۴۸]. همچنین، باتوجه به آنکه در افراد دارای اضطراب با تغییر سطوح پایه کورتیزول روبه‌رو هستیم، لذا، کاهش سطوح کورتیزول که در نتیجه فعالیت بدنی ایجاد می‌شود، می‌تواند بر بهبود اضطراب افراد موثر باشد [۴۹]. از نقاط قوت پژوهش حاضر، می‌توان به درنظر گرفتن هم‌زمان عامل اضافه وزن و چاقی با اضطراب در دختران نوجوان اشاره کرد. از طرف دیگر حجم کم نمونه و عدم کنترل دقیق رژیم غذایی از محدودیت‌های این پژوهش محسوب می‌شوند. همچنین، احتمالا برنامه تمرین با مدت طولانی‌تر، حجم بالاتر تمرینات یا همراه با مداخله تغذیه‌ای بتواند

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]

تاثیرات مطلوب‌تری بر عوامل التهابی در دختران چاق داشته باشد. لذا، پیشنهاد می‌شود تا در تحقیقات بعدی با استفاده از حجم نمونه بیشتر و در مدت طولانی‌تر به‌همراه کنترل دقیق رژیم غذایی به بررسی نقش تمرینات ورزشی بر متغیرهای تحقیق پرداخته شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان گفت که تمرین ورزشی ترکیبی هوازی-مقاومتی می‌تواند باعث بهبود مقاومت به انسولین و گلوکز خون ناشتا و همچنین کاهش میزان اضطراب در دختران نوجوان دارای اضافه وزن و چاق مضطرب شود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود مربیان ورزشی از تمرینات مشابه برای بهبود مقاومت به انسولین و اضطراب در نوجوانان دارای اضافه وزن و چاق استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

پژوهشگران اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در یافته‌های تحقیق حاضر وجود ندارد. این مقاله حاصل پایان‌نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد می‌باشد که با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت اجرا شده است. بدین‌وسیله، نویسندگان مراتب قدردانی خود را از کلیه آزمودنی‌ها و همکاران محترم اعلام می‌دارند.

References:

[1] HR AM, Azizi F. The assessment of relation between lipid distribution and weight change with diabetes incidence in a group of Tehran, district 13 population. ***Res Med*** 2008; 32(2): 105-13 .[in Persian]
[2] Afkhami M, Sedghi H. Diabetes and obesity: the most common metabolic disorders in the world. ***J Shahid Sadoughi Yazd Univ Med Sci*** 2002; 10(4): 7-19. [in Persian]
[3] Mackinnon LT. Advances in exercise immunology. ***Human Kinetics***; 1999.
[4] Kim ES, Im JA, Kim KC, Park JH, Suh SH, Kang ES, et al. Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. ***Obesity*** 2007; 15(12): 3023-30.
[5] Bruffaerts R, Demyttenaere K, Vilagut G, Martinez M, Bonnewyn A, De Graaf R, et al. The relation between body mass index ,mental health, and functional disability: a European population perspective. ***Can J Psychiatry*** 2008; 53(10): 679-88.
[6] Dingemans AE, Martijn C, Jansen AT, van Furth EF. The effect of suppressing negative emotions on eating behavior in binge eating disorder. ***Appetite*** 2009; 52(1): 51-7.
[7] Sarafino EP, Smith TW. Health psychology: Bio-psychosocial interactions: John Wiley & Sons; 2014.
[8] Margetic S, Gazzola C, Pegg GG, Hill RA. Leptin: a review of its peripheral actions and interactions. ***Int J Obesity*** 2002; 26(11): 1407.
[9] Mantzoros CS. The role of leptin in human obesity and disease: a review of current evidence. ***Ann Int Med*** 1999; 130(8): 671-80.
[10] Després JP, Lemieux I, Prud'Homme D. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients. ***Bmj*** 2001; 322(7288): 716-20.
[11] Eliakim A, Scheett TP, Newcomb R, Mohan S, Cooper DM. Fitness, training, and the growth hormone→ insulin-like growth factor I axis in prepubertal girls. ***The J Clin Endocr Metab*** 2001; 86(6): 2797-802.
[12] Dietz WH. Childhood weight affects adult morbidity and mortality. ***The J Nutr*** 1998; 128(2 Suppl): 411S-4S.
[13] King DS, Staten MA, Kohrt WM, Dalsky G, Elahi D, Holloszy J. Insulin secretory capacity in endurance-trained and untrained young men. ***Am J Physiol-Endocrinol And Metab*** 1990; 259(2): E155-E61.
[14] Dela F, von Linstow ME, Mikines KJ, Galbo H. Physical training may enhance β-cell function in type 2 diabetes. ***Am J Physiol Endocrinol Metab*** 2004; 287(5): E1024-E31.
[15] Trayhurn P, Wood IS. Adipokines: inflammation and the pleiotropic role of white adipose tissue. ***British J Nutr*** 2004; 92(3): 347-55.
[16] Wick G, Xu Q. Atherosclerosis—An autoimmune disease! 1. ***Exp Gerontol*** 1999; 34(4): 559-66.
[17] Abedi B. The effects of 12-wk combined aerobic/resistance training on C-reactive protein (CRP) serum and interleukin-6 (IL-6) plasma in sedentary men. ***Yafteh*** 2012; 14(4): 95-106. [in Persion]
[18] Tchernof A, Nolan A, Sites CK, Ades PA, Poehlman ET. Weight loss reduces C-reactive protein levels in obese postmenopausal women. ***Circulation*** 2002; 105(5): 564-9.
[19] Kim K, Valentine RJ, Shin Y, Gong K. Associations of visceral adiposity and exercise participation with C-reactive protein, insulin resistance, and endothelial dysfunction in Korean healthy adults. ***Metabolism*** 2008; 57(9): 1181-9.
[20] Hammett CJ, Prapavessis H, Baldi JC, Varo N, Schoenbeck U, Ameratunga R, et al. Effects of exercise training on 5 inflammatory markers associated with cardiovascular risk. ***Am Heart J*** 2006; 151(2): 367. e7-. e16.
[21] Wärnberg J, Cunningham K, Romeo J, Marcos A. Physical activity, exercise and low-grade systemic inflammation. ***Proceedings Nutrition Society*** 2010; 69(3): 400-6.
[22] Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. ***Clinica Chimica Acta*** 2010; 411(11-12): 785-93.
[23] Beavers KM, Ambrosius WT, Nicklas BJ, Rejeski WJ. Independent and combined effects of physical activity and weight loss on inflammatory biomarkers

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]

in overweight and obese older adults. ***J Am Geriatrics Society*** 2013; 61(7): 1089-94.
[24] Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Atashak S, Stannard SR. Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. ***Res Sports Med*** 2015; 23(1): 73-87.
[25] Stewart LK, Earnest CP, Blair SN, Church TS. Effects of different doses of physical activity on C-reactive protein among women. ***Med Sci Sports Exerc*** 2010; 42(4): 701.
[26] Banitalebi E, Shahrekordi ZM, Kazemi AR, Bagheri L, Shalamzari SA, Faramarzi M. Comparing the effects of eight weeks of combined training (Endurance and Resistance) in different orders on inflammatory factors and adipokines among elderly females. ***Women's Health Bulletin*** 2016; 3(2).
[27] Olson TP, Dengel D, Leon A, Schmitz K. Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. ***Int J Obesity*** 2007; 31(6): 996.
[28] 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 Acad Med*** 2008; 37(4): 286-93.
[29] Yarahmadi H, hamedinia M, haghighi A, Jahandide A, Taher Z. The effect of one session moderate and heavy resistance exercise on the appetite, food intake and energy expenditure in healthy men. ***Daneshvar Med*** 2010; 18(89): 51-60. [in Persion]
[30] Nikbakht H, Khajesalehani M, Gaeini A. The Effect of selected combined training on the aerobic power, anaerobic power, BMI and fat percentage of the Badminton Juvenile elite girl players. ***Zahedan J Res Med Sci*** 2011; 13(4): 48-8. [in Persion]
[31] Samany S, Jokar B. Validity and reliability of the short form of depression, anxiety and stress. ***J Soc Human Sci Shiraz Univ*** 2007; 26(3). [in Persion]
[32] Henry JD, Crawford JR. The short-form version of the Depression Anxiety Stress Scales (DASS-21): Construct validity and normative data in a large non-clinical sample. ***British J Clin Psychol*** 2005; 44(2): 227-39.
[33] Hamedinia M, Haghighi A, Sardar M, Pourjahad J. The effect of exercise training in water on serum adiponectin and insulin resistance in obese children and adolesents. ***J Metab Exerc*** 2013; 2(2): 125-33. [in Persion]
[34] Balagopal P, George D, Yarandi H, Funanage V, Bayne E. Reversal of obesity-related hypoadiponectinemia by lifestyle intervention: a controlled, randomized study in obese adolescents. ***J Clin Endocrinol Metab*** 2005; 90(11): 6192-7.
[35] Racil G, Coquart JB, Elmontassar W, Haddad M, Goebel R, Chaouachi A, et al. Greater effects of high-compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. ***Biol Sport*** 2016; 33(2): 145.
[36] Bell LM, Watts K, Siafarikas A, Thompson A, Ratnam N, Bulsara M, et al. Exercise alone reduces insulin resistance in obese children independently of changes in body composition. ***J Clin Endocrinol Metabol*** 2007; 92(11): 4230-5.
[37] Park DR, Park KH, Kim BJ, Yoon CS, Kim UH. Exercise ameliorates insulin resistance via Ca2+ signals distinct from those of insulin for GLUT4 translocation in skeletal muscles. ***Diabetes*** 2015; 64(4): 1224-34.
[38] Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. ***Metabol: Clin Exp*** 2011; 60(9): 1244-52.
[39] Beavers KM, Beavers DP, Nesbit BA, Ambrosius WT, Marsh AP, Nicklas BJ, et al. Effect of an 18-month physical activity and weight loss intervention on body composition in overweight and obese older adults. ***Obesity*** 2014; 22(2): 325-31.
[40] Stewart LK, Earnest CP, Blair SN, Church TS. Effects of different doses of physical activity on C-reactive protein among women. ***Med Sci Sports Exerc*** 2010; 42(4): 701-7.
[41] Kelly AS, Steinberger J, Olson TP, Dengel DR. In the absence of weight loss, exercise training does not improve adipokines or oxidative stress in overweight children. ***Metabolism*** 2007; 56(7): 1005-9.
[42] Haghighi A, Hamedi NM, Jamili P. The Effect of Resistance Training on C-Reactive Protein (CRP) in Obese Men. ***J Sabzevar Univ Med Sci*** 2006; 13(4): 204-10. [in Persion]
[43] Rector RS, Smith BK, Sun GY, Liu Y, Thomas TR. C-reactive protein and secretory phospholipase A2 are unaffected by exercise or omega-3 fatty acid supplementation. ***Med Sci Sports Exerc*** 2004; 36(5): S326.
[44] Nibbeling N, Daanen HA, Gerritsma RM, Hofland RM, Oudejans RR. Effects of anxiety on running with and without an aiming task. ***J Sports Sci*** 2012; 30(1): 11-9.
[45] Wipfli BM, Rethorst CD, Landers DM. The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose–response analysis. ***J Sport Exerc Psychol*** 2008; 30(4): 392-410.
[46] Fichna J, Janecka A, Costentin J, Do Rego JC. The endomorphin system and its evolving neurophysiological role. ***Pharmacol Rev*** 2007; 59(1): 88-123.
[47] Janal MN, Colt EW, Clark WC, Glusman M. Pain sensitivity, mood and plasma endocrine levels in man following long-distance running: effects of naloxone. ***Pain*** 1984; 19(1): 13-25.
[48] Chaouloff F. Physical exercise and brain monoamines: a review. ***Acta Physiologica*** 1989; 137(1): 1-13.
[49] Hill E, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney A. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. ***J Endocrinol Invest*** 2008; 31(7): 587-91.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-23]