Applied research in sports nutrition and exercise science

University of Qom

Comparison of Four Weeks of Aerobic and Strength Training on Serum Cortisol and Creatine Kinase Levels in Inactive Overweight Women

Ahmad Heiddari Shahreza

Assistance Professor, Department of Sport Physiology, Payame Noor University, Tehran, Iran.
Ahmad_doctor2008@pnu.ac.ir.

Abstract

Purpose: This study aimed to compare the effects of four weeks of aerobic training and strength training on serum cortisol and creatine kinase levels in sedentary overweight women aged between 25 and 40 years.

Method: A total of 36 subjects were selected from inactive women with excess weight as a research sample. They were chosen based on specific criteria for participation in the study and were then randomly assigned to three groups: aerobic exercise (12 people), strength training (12 people), and a control group (12 people). The aerobic training group underwent a 4-week program consisting of 12 training sessions, with three sessions per week. The intensity of the sessions was set at 65 to 70% of the reserve heart rate, lasting 16 to 22 minutes each week. The strength training program also spanned four weeks, with three sessions per week at an intensity of 50 to 65% of one repetition maximum (1RM). Blood samples were collected from the subjects at two points: before the training began and 48 hours after the final four-week session. The samples were taken under fasting and baseline conditions to measure serum cortisol and creatine kinase levels. Blood samples of 6 ml were drawn from the brachial vein for serum separation. Data analysis involved using covariance analysis and Bonferroni's post hoc test to assess intergroup differences, if significant. Additionally, the paired t-test was employed to evaluate intragroup differences at a significance level of 0.05.

Findings: The study results revealed a significant difference in the intergroup levels of cortisol and serum creatine kinase among inactive women after four weeks of aerobic and strength training ($P=0.000$). Additionally, a significant difference was observed in intragroup cortisol levels between the pre-test and post-test stages in both the aerobic and strength training groups ($P<0.05$). Furthermore, a significant difference in intragroup creatine kinase levels between the pre-test and post-test phases was also noted in the aerobic training group ($P<0.05$).

Conclusion: Four weeks of strength and aerobic training led to a decrease in cortisol and creatine kinase levels in inactive overweight women. Therefore, both moderate-intensity exercise methods can be used to reduce stress and injury in overweight inactive women.

Keywords: Women, Overweight, Cortisol, Serum Creatine Kinase, Aerobic Training, Strength Training.

Cite: Heiddari Shahreza, A. (2024). Comparison of Four Weeks of Aerobic and Strength Training on Serum Cortisol and Creatine Kinase Levels in Inactive Overweight Women. *Applied Research in Sports Nutrition and Exercise Science*, 1(1), p. 87-103.

Received: 2023-12-02 ; **Revised:** 2024-01-08 ; **Accepted:** 2024-02-18 ; **Published online:** 2024-03-18

© The Author(s). **Article type:** Research Article **Published by:** University of Qom.

پژوهش های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین

دانشگاه قم

مقایسه چهار هفته تمرین هوازی و قدرتی بر میزان کورتیزول و کراتین کیناز سرمی در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن

احمد حیدری شهرضا

استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. Ahmad_doctor2008@pnu.ac.ir

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر مقایسه چهار هفته تمرین هوازی و تمرین قدرتی بر مقادیر کورتیزول و کراتین کیناز سرمی زنان غیرفعال دارای اضافه وزن، با محدوده سنّی ۲۵ تا ۴۰ سال بود.

روش: تعداد ۳۶ نفر آزمودنی از میان زنان غیرفعال دارای اضافه به عنوان نمونه پژوهش، و به صورت هدفمند براساس معیارهای ورود به پژوهش که دارای شرایط حضور در پژوهش بودند، به صورت هدفمند انتخاب شدند و سپس به صورت تصادفی به سه گروه تمرین هوازی (۱۲ نفر)، تمرین قدرتی (۱۲ نفر) و گروه کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرینی گروه تمرین هوازی شامل ۱۲ جلسه تمرین (۴ هفته و هر هفته سه جلسه تمرین) با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۱۶ الی ۲۲ دقیقه جلسه تمرینی در هفته بود. برنامه تمرین قدرتی شامل چهار هفته و هر هفته سه جلسه با شدت ۵۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) بود. در دو مرحله، قبل از شروع تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی چهار هفته‌ای، نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها در وضعیت ناشتایی و پایه، جهت اندازه‌گیری مقادیر کورتیزول و کراتین کیناز سرمی ۶ میلی‌لیتر نمونه خونی از ورید بازویی جهت جداسازی سرم گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی تفاوت‌های بین گروهی، در صورت معنی‌داری، و همچنین از آزمون t همبسته جهت بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه حاکی از تفاوت معنی‌داری در مقادیر بین‌گروهی کورتیزول و کراتین کیناز سرمی زنان غیرفعال پس از چهار هفته تمرین هوازی و قدرتی بود (P=۰/۰۰۰). تفاوت معنی‌داری در مقادیر درون‌گروهی کورتیزول بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های تمرینی هوازی و قدرتی بدست آمد (P<۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری در مقادیر درون‌گروهی کراتین کیناز بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه تمرینی هوازی نیز حاصل شد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: چهار هفته تمرین قدرتی و هوازی منجربه کاهش در مقادیر کورتیزول و کراتین کیناز در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن شد. لذا، می‌توان از هر دو روش تمرینی با شدت متوسط، جهت کاهش استرس و آسیب در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: زنان، اضافه وزن، کورتیزول، کراتین کیناز سرمی، تمرین هوازی، تمرین قدرتی.

استناد به این مقاله: حیدری شهرضا، احمد (۱۴۰۳). مقایسه چهار هفته تمرین هوازی و قدرتی بر میزان کورتیزول و کراتین کیناز سرمی در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن. *پژوهش‌های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین*، ۱(۱)، ص۸۷-۱۰۳.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۱ ؛ **تاریخ اصلاح:** ۱۴۰۲/۱۰/۱۸ ؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۱۱/۲۹ ؛ **تاریخ انتشار آنلاین:** ۱۴۰۲/۱۲/۲۸

نوع مقاله: پژوهشی **ناشر:** دانشگاه قم

© نویسندگان.

۱. مقدمه

امروزه زندگی مدرن منجربه کاهش نسبی فعالیت جسمانی روزانه شده است، همچنین شیوه زندگی ناسالم یعنی عدم فعالیت بدنی و افزایش مصرف کالری، منجربه تجمع چربی در بدن و اختلالات متابولیکی ازجمله دیابت نوع-۲، فشار خون و بیماری قلبی- عروقی می‌شود. مزیت فعالیت‌های بدنی منظم در سلامتی به‌خوبی اثبات شده است، بااین‌حال، افراد بسیاری در نقاط مختلف دنیا از راهکارهای مشارکت در فعالیت بدنی منظم که توسط کالج طب ورزشی آمریکا توصیه شده است، پیروی نمی‌کنند.

با توجه به نتایج تحقیقات جدید، یکی از دلایل احتمالی عدم شرکت منظم در فعالیت‌های بدنی، کمبود وقت می‌باشد (۱). سبك زندگی غیرفعال همراه با پرخوری مزمن، یکی از علل اصلی افزایش وزن و چاقی است (۲). روش‌های مختلفی ازجمله دارو درمانی، جراحی، رژیم درمانی و ورزش برای کنترل چاقی و اضافه وزن به‌کار گرفته می‌شود، اما همه متخصصان حوزه سلامت تأیید می‌کنند که تمرینات ورزشی، کم‌هزینه‌ترین و مناسب‌ترین راه برای پیشگیری از بیماری‌های غیرواگیر و حفظ سلامت است (۳). ورزش در شدت‌های بالا، احساس سیری ناشی از غذا را افزایش می‌دهد و احتمالاً با مهار و سرکوب مراکز خوردن در مغز و همچنین افزایش عملکرد سیستم کنترل مهاری که به سیستم ترمز معروف است، در کم‌خوری بسیار مؤثر باشد (۴). آمادگی جسمانی، مجموعه ویژگی‌های ذاتی و اکتسابی است که توانایی فعالیت بدنی را تعیین می‌کند و واژه آمادگی جسمانی در ارتباط با قدرت عضلانی، توان عضلانی، استقامت عضلانی و استقامت قلبی- تنفسی به‌کار می‌رود (۵).

از اجزاء اصلی آمادگی جسمانی، استقامت قلبی- تنفسی است که آمادگی هوازی نیز نامیده می‌شود. استقامت قلبی- تنفسی، توانایی قلب برای راندن حجم زیاد خون غنی از اکسیژن به عضلات و متعاقب آن مصرف هرچه بیشتر عضلات از اکسیژن است. به عبارتی، استقامت قلبی- تنفسی به توانایی یا آمادگی دستگاه گردش خون و دستگاه تنفس برای سازگاری با یک فعالیت معین و عمومی متوسط تا شدید ازقبیل دویدن و شنا گفته می‌شود، که در هنگام فعالیت، نیازهای غذایی و تنفسی عضلات را تأمین می‌کند و در هنگام بازگشت به حالت اولیه، با سرعت بیشتری منابع از دست رفته را بازسازی می‌نماید (۵). شرکت در فعالیت‌های ورزشی توسط زنان روبه گسترش است و در این فعالیت‌ها شاهد تولید برخی عوامل هورمونی و استرسی هستیم (۶). یکی از این عوامل که در حین فعالیت‌های مختلف ورزشی در پاسخ به استرس ناشی از ورزش تولید می‌شود، عوامل استرسی ناشی از ورزش است. از مهم‌ترین این عوامل استرسی می‌توان به کورتیزول، شاخص‌های آسیب

https://arsnes.qom.ac.ir

عضلانی مانند کراتین کیناز[1] و لاکتات دهیدروژناز و برخی آنزیم‌های استرس کبدی اشاره کرد (۷). تمرین و فعالیت‌های بدنی موجب آسیب عضلانی می‌شود که آسیب عضلانی، آزاد شدن میانجی و آنزیم‌های التهابی و استرسی را در پلاسما تحریک می‌کند و در نتیجه، کراتین کیناز سرم که یکی از نشانگرهای اختلال غشای عضلانی می‌باشد، در هنگام آسیب عضلانی آزاد می‌شود (۸). کراتین کیناز از کاربردی‌ترین نشانه‌های سرمی آسیب عضلانی است و به‌عنوان یک شاخص استرسی نیز شناخته می‌شود (۷). کورتیزول به‌عنوان یک نشانگر هورمونی استرس است و به‌وسیله هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک[2] تولید شده توسط هیپوفیز در پاسخ به استرس، سنتز می‌شود و مکانیسم اصلی آن این است که باعث افزایش قند خون یا هیپرگلیسمی می‌گردد. این افزایش با تحریک گلوکونئوژنز کبدی و با پشتیبانی اسیدهای آمینه حاصل از کاتابولیسم پروتئین، به‌ویژه در سطح عضلات اسکلتی و چربی، در سطح بافت چربی ایجاد می‌گردد. کورتیزول در شرایط حاد استرس جسمانی یا عدم ریکاوری کافی از تمرینات قبلی، ترشح می‌گردد (۹). کورتیزول به افزایش متابولیسم چربی کمک می‌کند، درحالی‌که ورزش طولانی باعث افزایش سطح کورتیزول و متعاقب آن کاتابولیسم پروتئین عضلات جهت تأمین سوخت بدن می‌شود؛ به‌جای آنکه پروتئین جهت ترمیم و رشد عضلات مورد استفاده قرار بگیرد. همچنین هورمون‌های استرس‌زا مانند کورتیزول، از عوامل سرکوب ایمنی و کاهش مقاومت در برابر عفونت در ورزشکاران پس از فعالیت‌های بدنی شدید و طولانی‌مدت به‌شمار می‌روند. در شرایط خاص، غلظت‌های بالای کورتیزول از تولید آنتی‌بادی جلوگیری می‌کند (۱۰). نظرات متفاوتی درخصوص فشار روانی و استرس بیان شده است؛ ازجمله هانس سیله[3] فشار روانی را عامل افزایش‌دهنده میزان هورمون‌های کورتیکواستروئیدی[4] تعریف کرده و آن را علت تهدیدکننده هومئوستازی[5] بدن موجودات خوانده است. از دیدگاه دیگر، استرس و اضطراب، پاسخ زیست هورمونی به محیط اجتماعی و روانی بوده که تحت تأثیر فعالیت محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- آدرنال قرار می‌گیرد و منجربه افزایش کاتکولامین‌ها[6] نظیر اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و کورتیزول می‌شود و اینگونه است که در جمعیت عمومی، هورمون‌های مربوط به استرس مانند اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین

1. Creatine kinase (ck)
2. ACTH
3. Hans Sili
4. Cortico Steroids
5. Homeostasis
6. Catecholamins

https://arsnes.qom.ac.ir

و کورتیزول در پاسخ به ترس و استرس و اضطراب تغییر می‌کند (۱۱). سطح کورتیزول سرم از عوامل بسیاری مانند شدت، مدت، زمان، نوع فعالیت ورزشی، سن، ارتفاع، دمای محیط و فاکتورهای روانی تأثیر می‌پذیرد (۱۲). در این راستا، سالمون (۲۰۰۱) با بررسی میزان ترشح کورتیزول در ورزشکاران درگیر در فعالیت دویدن با شدت بیش از ۵۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه معتقد است که انجام این تمرینات باعث افزایش میزان ترشح هورمون کورتیزول و اضطراب بدنی گردیده است (۱۳). در تحقیق دیگری، تأثیر تمرینات هوازی و بی‌هوازی بر هورمون کورتیزول مردان، افزایش این هورمون را نشان داد (۱۴). تحقیقات اندکی به مقایسه تمرینات هوازی و قدرتی به‌ویژه در زنان دارای اضافه وزن پرداخته‌اند و تحقیقی که به بررسی همزمان اثرات تمرین هوازی و قدرتی بر کورتیزول و کراتین کیناز در زنان دارای اضافه وزن پرداخته باشد، یافت نشده است. لذا، با توجه به موارد یادشده، پژوهش حاضر درصدد است که تأثیر دو شیوه تمرین هوازی و قدرتی را در مقادیر کورتیزول و کراتین کیناز در زنان غیرفعال دارای اضافه وزن، بررسی و مقایسه نماید.

۲. روش تحقیق

۲-۱. نمونه و جامعه آماری

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق را زنان دارای اضافه وزن با دامنه سنّی ۲۵ تا ۴۰ سال تشکیل می‌دهند. پس از فراخوان عمومی و ثبت‌نام، براساس معیارهای ورود به مطالعه، ۳۶ نفر از داوطلبان به‌عنوان نمونه آماری به‌صورت گزینشی انتخاب و سپس به‌صورت تصادفی به سه گروه شامل گروه تمرین هوازی (۱۲ نفر)، گروه تمرین قدرتی (۱۲ نفر) و گروه کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل این موارد بود: ورود افراد دارای BMI بالاتر از ۲۵ و کمتر از ۳۰، عدم مصرف دارو یا مکمّل خاص طی شش ماه اخیر و عدم سابقه ورزشی منظم طی شش ماه گذشته. همچنین وضعیت سلامت، عدم مصرف دخانیات و داشتن شرایط لازم برای شرکت در تحقیق و نیز سوابق پزشکی آزمودنی‌ها، توسط پرسشنامه سلامتی مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲-۲. روش اجرای تمرین

پس از کنترل سوابق پزشکی، وضعیت تغذیه‌ای و فعالیت بدنی و تقسیم‌بندی گروه‌ها، برخی از اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی که در جدول (۲) آمده است، انجام پذیرفت و سپس نمونه‌های خونی مرحله پیش‌آزمون از هر سه گروه مورد مطالعه گرفته شد و گروه‌ها از نظر نداشتن تفاوت معنادار متغیرهای وابسته تحقیق، مورد بررسی قرار گرفتند و دوره چهار هفته‌ای تمرینی آغاز شد. مطابق جدول (۱)، برنامه گروه تمرین هوازی شامل ۱۲ جلسه تمرین (چهار هفته و هر هفته سه جلسه

https://arsnes.qom.ac.ir

تمرین) بود. برنامه یک جلسه تمرین شامل ۲۰ دقیقه گرم کردن با انواع دوها، حرکات کششی، نرمشی و جهشی بود، سپس دویدن با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره[1] به مدت ۱۶ دقیقه در جلسه تمرینی در هفته اول اجرا شد و در هر هفته دو دقیقه به آن اضافه می‌شد که در هفته چهارم به ۲۲ دقیقه و شدت ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها رسید (هر هفته دو دقیقه به زمان تمرین و هر دو هفته ۵ درصد به شدت تمرین افزوده شد). در انتهای هر جلسه، عمل سرد کردن با اجرای دو نرم، حرکات کششی و نرمشی به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد (۱۵). همچنین ضربان قلب ذخیره از طریق معادله کارونن به شکل زیر محاسبه گردید (۱۶):

(ضربان قلب بیشینه - ضربان قلب استراحت) × ۶۵% + ضربان قلب استراحت = ضربان قلب ذخیره

برنامه تمرین قدرتی شامل چهار هفته و هر هفته سه جلسه تمرین بود. هر جلسه شامل سه نوبت و هر نوبت شامل ۹ ایستگاه با شدت ۵۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه[2] بود. فرمول یک تکرار بیشینه در معادله زیر آمده است:

[۰/۰۲۸۷ × (تعداد تکرار تا خستگی) – ۱/۰۲۸۷] / وزنه جابجا شده (کیلوگرم) = یک تکرار بیشینه (1RM)

زمان فعالیت در هر ایستگاه ۳۰ ثانیه و زمان استراحت بین دو نوبت ۱۲۰ ثانیه می‌باشد. ایستگاه‌ها به‌ترتیب شامل پرس سینه،[3] پرس پا،[4] قایقی نشسته،[5] پرس بالای سر،[6] اکستنشن زانو،[7] اکستنشن بازو،[8] فلکشن زانو،[9] فلکشن بازو[10] و بلند کردن پاشنه[11] است که به‌صورت ایستگاهی طراحی و اجرا شد. کل زمان هر جلسه تمرینی ۵۰ الی ۵۵ دقیقه و شامل گرم کردن به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه (بسیار سبک و بدون کار مقاومتی و قدرتی) و در ادامه ۳۰ دقیقه تمرین قدرتی با وزنه و در نهایت ۱۰ دقیقه سرد کردن است. آزمودنی‌ها در شروع برنامه تعداد ۸ تا ۱۱ تکرار در هر ایستگاه بود و به‌تدریج تا پایان چهار هفته، تکرار حرکات به‌ترتیب به ۱۱ تا ۱۵ تکرار رسید (۱۷). همچنین جهت یکسان‌سازی شدت

1. HRR
2. 1RM
3. Chest Press
4. Leg Press
5. Seated Rowing
6. Over Head Press
7. Knee Extension
8. Triceps Extension
9. Leg Curl
10. Arm Curl
11. Heel Raise

https://arsnes.qom.ac.ir

تمرینات هوازی و قدرتی در گروه‌های تجربی تحقیق، از مقیاس کیفی میزان درک فشار تمرین[1] و مقیاس بورگ استفاده شد. میزان شدت براساس مقیاس ۲۰ ارزشی بورگ بین ۱۳ تا ۱۶ بود.

جدول ۱۲- برنامه تمرینات هوازی و قدرتی در گروه‌های تجربی

هفته	اول (سه جلسه)		دوم (سه جلسه)		سوم (سه جلسه)		چهارم (سه جلسه)	
	شدت	مدت	شدت	مدت	شدت	مدت	شدت	مدت
تمرین هوازی	HRR 65%	16min	HRR 65%	18min	HRR 70%	20min	HRR 70%	22min
تمرین قدرتی	۳ست×۹ایستگاه با شدت ٪۵۰ 1RM و ۸ تکرار		۳ست×۹ایستگاه با شدت ٪۵۵ 1RM و ۱۱ تکرار		۳ست×۹ایستگاه با شدت ٪۶۰ 1RM و ۱۳ تکرار		۳ست×۹ایستگاه با شدت ٪۶۵ 1RM و ۱۳ تکرار	

۲-۳. خون‌گیری و نمونه‌های خونی

در این مطالعه، قبل از شروع دوره تمرینی یعنی در مرحله پیش‌آزمون و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین یا مرحله پس‌آزمون، از هر آزمودنی میزان ۴ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ آنتی‌کیوبیتال دست چپ در وضعیت نشسته و در حالت استراحت و در وضعیت ناشتایی گرفته شد.

۲-۳-۱. کراتین کیناز

برای تشخیص غلظت کراتین کیناز از کیت Human Creatine Kinase (CK) ELISA Kit تولید شرکت EASTBIOPHARM استفاده گردید.

۲-۳-۲. هورمون کورتیزول

ارزیابی سطوح استراحتی کورتیزول سرم با روش (CLIA) و با استفاده از کیت کورتیزول LIAISON Diasorin REF 313261 ساخت کشور ایتالیا و با ضریب تغییرات ۲/۴ و درجه حساسیت ۰/۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر انجام گرفت.

۲-۴. روش تجزیه‌وتحلیل آماری

پس از جمع‌آوری اطلاعات، به‌منظور تجزیه‌وتحلیل آماری، ابتدا توزیع نرمال داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک[2] و تجانس واریانس با استفاده از آزمون لوین[3] بررسی شد. همچنین داده‌ها با استفاده از آزمون t وابسته برای مقایسه درون‌گروهی و آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی[4] جهت بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی مورد ارزیابی قرار گرفتند

1. PRE
2. Shapiro-Wilk
3. Leven
4. Bonferoni

https://arsnes.qom.ac.ir

و در صورت معنی‌داری از آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری $p<0.05$ استفاده گردید. کلیه بررسی‌های آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS ۲۶ و Excel ۲۰۰۷ انجام شد.

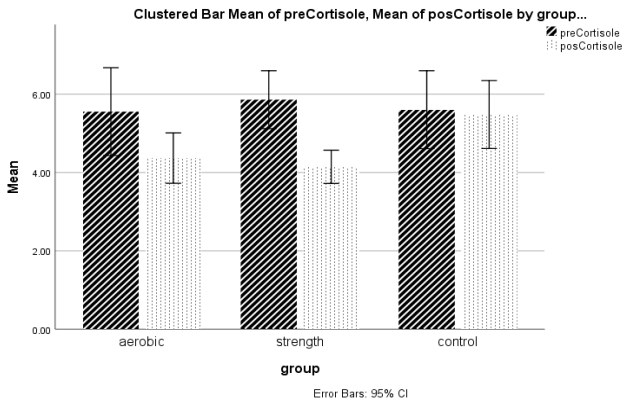
۳. نتایج تحقیق

در جدول شماره (۲) میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های آنتروپومتریک (پیکرشناسی) شامل سن، قد، وزن و BMI آزمودنی‌های مطالعه آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در مقادیر ویژگی‌های قد، وزن و سن تفاوت معناداری در مرحله پیش‌آزمون مشاهده نگردید، بنابراین گروه‌های مطالعه در مرحله پیش‌آزمون از نظر ویژگی‌های پیکرسنجی همگن بودند.

جدول ۱۳- مقادیر برخی ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌های تحقیق (میانگین± انحراف معیار)

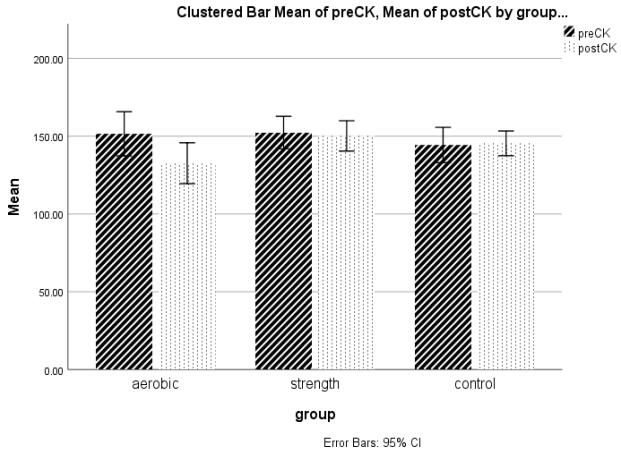
متغیر	گروه تمرین هوازی	گروه تمرین قدرتی	گروه کنترل	معناداری
تعداد	12	12	12	–
سن (سال)	30/5±4/99	34/0±5/39	30/6±5/36	0/861
قد (سانتی‌متر)	159±4/71	158±5/27	159±2/46	0/189
وزن (کیلوگرم)	70±6/49	71±4/91	71±3/23	0/473
BMI (Kg /m2)	27/8±1/69	28/1±1/10	27/9±1/26	0/961

همان‌طور که مشاهده می‌شود در مقادیر ویژگی‌های سن، قد، وزن و BMI تفاوت معناداری در مرحله پیش‌آزمون مشاهده نگردید، بنابراین، گروه‌های مطالعه در مرحله پیش‌آزمون از نظر ویژگی‌های پیکرسنجی همگن بودند. همچنین مقادیر کراتین کیناز و مقادیر کورتیزول در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سه گروه مطالعه به‌ترتیب در شکل‌های (۱) و (۲) آمده است.



شکل ۱- مقادیر کورتیزول در سه گروه پژوهش در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون (mcg/dL)

https://arsnes.qom.ac.ir



شکل ۲- مقادیر کراتین کیناز در سه گروه پژوهش در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون (U/L)
*** P<0.05: میزان معنی‌داری بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون**

نتایج مفروضات آزمون تحلیل کوواریانس برای مقادیر کورتیزول و کراتین کیناز سرمی، در جدول (۳) آمده است. براساس این نتایج، با توجه به ردیف sig و عدم معنی‌داری در آزمون‌های شاپیرو- ویلک، لوین و شیب رگرسیونی، داده‌های پژوهش دارای توزیع طبیعی، تجانس واریانس و همگنی شیب رگرسیونی بودند. بنابراین، پیش‌فرض‌های آزمون تحلیل کوواریانس برقرار است.

جدول ١٤- نتایج مفروضات آزمون تحلیل کوواریانس برای مقادیر کورتیزول و کراتین کیناز سرمی در سه گروه پژوهش

متغیر	آماره	آزمون شاپیرو- ویلک	آزمون لوین	شیب رگرسیونی
کورتیزول (mcg/dL)	F	0/876	1/859	0/021
	Sig	0/116	0/175	0/961
کراتین کیناز (U/L)	F	0/955	2/871	3/656
	Sig	0/731	0/080	0/061

نتایج آزمون t وابسته (جدول ۴) حاکی از تفاوت معنی‌دار مقادیر کورتیزول در گروه‌های تمرین هوازی (P=0/008) و قدرتی بین هفته اول و هفته چهارم بود (P=0/000). همچنین نتایج تحلیل کوواریانس تفاوت معنی‌داری را در میزان کورتیزول بین‌گروهی نشان داد (P=0/004 و 6/805 =F(1,3)) که براساس آزمون تعقیبی بونفرونی، این معنی‌داری بین گروه کنترل با دو گروه تمرین هوازی و قدرتی مشاهده شد. بنابراین، تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی و درون‌گروهی پس از چهار هفته در میزان کورتیزول بین سه گروه مشاهده شد.

https://arsnes.qom.ac.ir

جدول ۱۵- نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون t وابسته مقادیر کورتیزول و کراتین کیناز سرمی در زنان دارای اضافه وزن در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون (تعداد در هر گروه = ۱۲ نفر)

متغیر	مرحله	گروه تمرین هوازی	گروه تمرین قدرتی	گروه کنترل
کورتیزول	پیش‌آزمون	5/55±1/56	5/85±1/03	5/60±1/39
(mcg/dL)	پس‌آزمون	‡†⁎4/36±0/90	‡†⁎4/14±0/59	5/48±1/21
کراتین کیناز	پیش‌آزمون	151/51±19/86	152/31±14/60	144/34±15/83
(U/L)	پس‌آزمون	●†⁎132/62±18/40	●150/15±13/63	145/41±11/10

⁎ تفاوت درون‌گروهی (t وابسته)
† نتایج تعقیبی تفاوت بین‌گروهی، بین گروه تمرین هوازی با گروه کنترل
‡ نتایج تعقیبی تفاوت بین‌گروهی، بین گروه تمرین قدرتی با گروه کنترل
● نتایج تعقیبی تفاوت بین‌گروهی، بین گروه تمرین قدرتی با گروه تمرین هوازی

نتایج مندرج در جدول (۴) حاکی از تفاوت درون‌گروهی معنی‌دار در مقادیر کراتین کیناز فقط در گروه تمرین هوازی بین هفته اول و هفته چهارم بود (P=0/002). همچنین نتایج تحلیل کوواریانس تفاوت معنی‌داری را در میزان کراتین کیناز بین‌گروهی نشان داد (P=0/000 و F(1,3)=11/760)، که براساس آزمون تعقیبی بونفرونی، این معنی‌داری بین گروه هوازی با دو گروه تمرین قدرتی و کنترل مشاهده گردید. بنابراین، تفاوت معنی‌دار بین‌گروهی و درون‌گروهی پس از چهار هفته در میزان کراتین کیناز بین سه گروه مشاهده شد.

۴. بحث

نتایج پژوهش حاضر کاهش معنی‌داری را در مقادیر کورتیزول در سه گروه پس از چهار هفته تمرین هوازی و قدرتی نشان داد، که این کاهش در دو گروه تمرینی هوازی و قدرتی نسبت به گروه کنترل بود. بنابراین هر دو نوع تمرین می‌توانند منجربه کاهش کورتیزول شوند. مطالعه حاضر همسو با دلفان و همکاران (۲۰۱۳) (۱۸)، شیروانی و همکاران (۲۰۱۵) (۱۹) و نظری گیلان‌نژاد و همکاران (۲۰۱۶) (۲۰) می‌باشد. از طرف دیگر، با یافته‌های پیری و همکاران (۲۰۰۸) (۲۱)، بیژه و همکاران (۲۰۱۳) (۲۲) و رواسی و همکاران (۲۰۱۳) (۲۳) غیرهمسو است.

شیروانی و سبحانی (۲۰۱۵) نیز در تحقیقی، تأثیر یك دوره تمرین هوازی منتخب بر پاسخ هورمون‌های تیروئیدی و کورتیزول زنان به فعالیت ورزشی وامانده‌ساز را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که انجام تمرینات هوازی منظم می‌تواند پاسخ کورتیزول را به استرس جسمانی در زنان ورزشکار و غیرورزشکار تعدیل نماید (۱۹). همچنین نظری گیلان‌نژاد و همکاران (۲۰۱۶) تأثیر ۱۲ هفته تمرین یوگا و تمرین هوازی بر مقادیر سرمی کورتیزول و استرس، اضطراب و افسردگی زنان مبتلا به دیابت نوع-۲ را مطالعه کردند و نشان دادند که تمرین یوگا و تمرین هوازی هر دو می‌توانند

https://arsnes.qom.ac.ir

آثار مفیدی بر دستگاه هورمونی و استرس زنان دیابتی داشته باشند (۲۰). در هر دو پژوهش از تمرینات هوازی به‌صورت بلندمدت استفاده شده و نتایج حاکی از کاهش مقادیر کورتیزول سرمی بعد از چندین هفته تمرین هوازی بوده که با نتایج پژوهش حاضر همسو می‌باشد. ترشح کورتیزول وابسته به شدت، مدت و نوع تمرین است. مقدار و میزان کورتیزول در موقعیت‌های استرس‌زا تغییر می‌کند؛ این موقعیت‌ها می‌توانند آثار محیطی، فشار هیجانی، فعالیت‌های ورزشی، آسیب، عفونت، مسمومیت و هر بیماری ناتوان‌کننده دیگری باشند و به همین جهت به کورتیزول هورمون سازگاری و فشار می‌گویند. فعالیت ورزشی با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی یا زیادتر، باعث افزایش غلظت کورتیزول می‌شود. آن دسته از تمرینات مقاومتی که حجم و شدت کافی داشته باشند، غلظت کورتیزول را افزایش می‌دهند. معمولاً افزایش کورتیزول را می‌توان در دوره بازیافت تا ۵ الی ۳۰ دقیقه به‌خوبی مشاهده کرد. اگر غلظت استراحتی کورتیزول بالا باشد، در تمرینات شدید برای تحریک ترشح این هورمون به محرک‌های قوی‌تری نیاز است. هنگام بیش‌تمرینی میزان کورتیزول افزایش می‌یابد و هرچند برای تعیین بیش‌تمرینی در ورزشکاران از کورتیزول استفاده می‌شود، اما این هورمون پیش‌بینی‌کننده قوی برای بیش‌تمرینی محسوب نمی‌شود. تقریباً هر فعالیت ورزشی شدید می‌تواند باعث افزایش کورتیزول شود، زیرا باعث محدود شدن استفاده از ذخائر گلیکوژن و کاهش پاسخ‌های التهابی به آسیب بافت عضلانی می‌شود. کورتیزول می‌تواند توانایی بازیافت فرد را کاهش دهد (۲۵، ۲۴).

پیری و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی تأثیر یک دوره تمرین هوازی بر میزان لپتین، کورتیزول و تستوسترون سرم مردان چاق و لاغر را مورد بررسی قرار دادند. تمرین هوازی با برنامه اعمال‌شده در گروه‌ها، در هر دو گروه چاق و لاغر منجربه افزایش کورتیزول و شاخص توده بدنی گروه لاغر شد (۲۱). بیژه و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای تأثیر شش ماه تمرین ورزشی هوازی بر سطوح لپتین، کورتیزول، انسولین و گلوکز سرم زنان میانسال لاغر را بررسی کردند. طبق نتایج بدست آمده، این تمرینات سطوح کورتیزول خون را تغییر نداد. در این پژوهش، شدت تمرین ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره (HRR) بود که به شدت تمرینی در پژوهش حاضر نزدیک است، اما نتایج آن با نتایج پژوهش حاضر غیرهمسو می‌باشد (۲۲). رواسی و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر دو نوع برنامه تمرین مقاومتی و استقامتی بر سطوح BDNF و کورتیزول موش‌های صحرایی نر جوان را به مدت هشت هفته مورد بررسی قرار دادند (۲۳). در هفته هشتم، سه و پنج روز پس از آخرین جلسه تمرین، سطوح کورتیزول در گروه تمرین استقامتی افزایش یافت که نشان می‌دهد مقادیر کورتیزول در پاسخ به تمرینات استقامتی و مقاومتی افزایش یافته بود، که با نتایج پژوهش حاضر همسو نیست. مقایسه

https://arsnes.qom.ac.ir

نتایج تأثیر تمرین هوازی و قدرتی بر مقادیر کورتیزول در پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌ها، حاکی از آن است که احتمالاً عواملی مانند جنسیت، نوع، شدت و مدت تمرین و نوع آزمودنی باعث تفاوت در نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های دیگر در زمینه تمرین هوازی و قدرتی شده است. در مطالعه رواسی و همکاران (۲۰۱۳) از موش‌های صحرایی نر جوان به مدت هشت هفته استفاده شد. آن‌ها مقادیر کورتیزول را سه و پنج روز پس از آخرین جلسه تمرینی اندازه‌گیری کردند. به نظر می‌رسد با توجه به الگوی بازگشت مقادیر کورتیزول به وضعیت پایه پس از گذشت چند روز از تمرین، اگر در این پژوهش بعد از ۲۴ الی ۴۸ ساعت نمونه‌های خونی أخذ شده بود، می‌توانست نتایج متفاوتی را نشان دهد.

همچنین نتایج پژوهش حاضر کاهش معنی‌داری را در مقادیر کراتین کیناز در سه گروه پس از چهار هفته تمرین هوازی و قدرتی نشان داد که این کاهش معنی‌دار فقط بین گروه تمرین هوازی با گروه‌های تمرین قدرتی و کنترل وجود داشت. بنابراین، تمرین هوازی توانسته نسبت به تمرین قدرتی و بدون تمرین، در کاهش مقادیر کراتین کیناز به‌عنوان یک شاخص آسیب عضلانی مؤثر باشد. مطالعه حاضر همسو با یافته‌های رمضانی سرحدی و همکاران (۲۰۱۷) (۱)، صداقت و رشیدی (۲۰۱۸) (۲۶) و پترسون و همکاران (۲۰۰۸) (۲۷) می‌باشد. از سوی دیگر، با یافته‌های اوانجلیستا و همکاران (۲۰۱۱) (۲۸)، کال گاری و همکاران (۲۰۱۷) (۲۹) و ایسیک دوگان (۲۰۱۸) (۳۰) غیرهمسو است.

اوانجلیستا و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی به بررسی اثر اینتروال‌های استراحتی بین ست‌های تمرینی مقاومتی بر فعالیت کراتین کیناز و کوفتگی عضلانی پرداختند. آزمودنی‌های این تحقیق را ۲۸ مرد سالم بدون تمرین تشکیل دادند که در دو گروه یک دقیقه (۱۴ نفر) و سه دقیقه (۱۴ نفر) اینتروال استراحتی بین ست‌های تمرینی تقسیم شدند. آزمودنی‌ها یک انقباض ارادی ایزومتریکی حداکثر را انجام دادند. سپس یک پروتکل تمرین مقاومتی شامل جلو بازو با ۴۰ درصد حداکثر انقباض ارادی با یک دقیقه استراحت بین ست‌های تمرینی و یا سه دقیقه استراحت بین ست‌ها را انجام دادند. هر دو گروه، تمرین را تا رسیدن به خستگی ارادی ادامه دادند. همچنین حجم کار انجام‌شده هم اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خونی قبل از آزمون و ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تمرین، برای ارزیابی کراتین فسفوکیناز گرفته شد. کوفتگی عضلانی از طریق شاخص آنالوگ بصری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد حجم کار انجام‌شده در گروه استراحت طولانی (سه دقیقه) نسبت به گروه استراحت کوتاه‌مدت (یک دقیقه) بالاتر است، اما تفاوتی در سطوح کراتین فسفوکیناز و کوفتگی عضلانی بین گروه‌ها مشاهده نشد (۲۸). کال گاری و همکاران (۲۰۱۷) پاسخ کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز را پس از

https://arsnes.qom.ac.ir

پروتکل‌های مقاومتی و هوازی بررسی کردند که در آن ۱۲ مرد آموزش‌دیده به چهار گروه تقسیم شدند. گروه یک، تمرین هوازی با ۶۰ درصد VO2max؛ گروه دو، تمرین هوازی با ۸۰ درصد VO2max؛ گروه سه، یک جلسه تمرین مقاومتی با یک پروتکل دوتایی و گروه چهار، یک جلسه تمرین مقاومتی با یک پروتکل چندقسمتی را انجام دادند. نمونه‌های خونی قبل، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از تمرین گرفته شد. نتایج نشان داد که بعد از ۲۴ ساعت، CK در ۸۰ درصد VO2max در مقایسه با تمرین مقاومتی، افزایش چشمگیری داشته است (۲۹). همچنین رمضانی و همکاران (۲۰۱۷) اثر یک دوره تمرین‌های هوازی بر سطح آنزیم‌های شاخص آسیب عضلانی در زنان میانسال را بررسی نمودند که در این مطالعه نیمه‌تجربی ۱۲ زن میانسال شرکت کردند. پروتکل تمرینی شامل هشت هفته، هر هفته سه جلسه ۶۰ دقیقه‌ای با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بود و نمونه‌های خونی پیش از تمرین، در جلسه اول و بعد از جلسه ۲۴ انجام شد. نتایج نشان داد که میزان LDH و CK پس از جلسه اول نسبت به قبل از تمرین افزایش معناداری داشته است، درحالی‌که میزان LDH و CK پس از جلسه ۲۴ نسبت به جلسه اول کاهش معناداری داشته است و همچنین بین جلسه پیش از تمرین و بعد از جلسه ۲۴ تفاوت معناداری یافت نشد (۱). در پژوهش‌های اشاره‌شده، شدت تمرین یا الگوی تمرینات و اندازه‌گیری نمونه‌های خونی بلافاصله پس از وهله‌های تمرینی بوده است که حاکی از بالا بودن شاخص آسیب در این مطالعات می‌باشد، اما در پژوهش حاضر ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی نمونه‌های خونی اندازه‌گیری شده است و نیز شدت تمرین متوسط بوده است. کوفتگی و درد عضلانی یک تجربه معمول و شایع است که پس از انجام فعالیت‌های غیرمعمول و شدید و خصوصاً پس از فعالیت‌های مقاومتی و برون‌گرا رخ می‌دهد که با آزادسازی آنزیم‌های کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و آسپارتات آمینوترانسفراز در ارتباط است و با آزادسازی این آنزیم‌ها در خون قابل اندازه‌گیری می‌باشد (۵). به‌طور کلی، تمرینات مقاومتی علی‌رغم اثرات مفید و سودمندی که در تناسب اندام دارند، به‌دلیل افزایش فشارهای مکانیکی- متابولیکی وارده به غشای سلول‌های عضلانی منجربه آسیب‌دیدگی عضلانی، شروع فرآیندهای التهابی و بروز سازوکار کوفتگی عضلانی می‌شوند و حضور CK در خون نشان‌دهنده آسیب‌دیدگی غشای سلول عضلانی است که بعد از تمرین ورزشی مشاهده می‌گردد (۳۱). افزایش فعالیت بدنی باعث افزایش CK پلاسما می‌شود. فعالیت بالای CK در خون، شاخصی برای افزایش فعالیت در سلول‌ها به‌ویژه سلول‌های عضله افراد در نظر گرفته می‌شود (۳۲). بنابراین، در پژوهش حاضر با توجه به اینکه شدت تمرینی متوسط بوده، باعث آسیب کمتر به بافت‌ها و نسوج عضلانی شده است و می‌تواند منجربه کاهش رهایش کراتین کیناز به داخل خون شود و در نتیجه، احتمالاً به همین علت افزایشی در مقادیر

https://arsnes.qom.ac.ir

کراتین کیناز پس از چهار هفته تمرین با شدت متوسط در تمرینات هوازی و قدرتی مشاهده نشده است. به‌طور کلی، ازجمله عوامل احتمالی که موجب کاهش مقادیر شاخص‌های آسیب عضلانی در پژوهش حاضر شده‌اند، ولی در برخی از پژوهش‌ها افزایش این مقادیر را به‌دنبال داشته‌اند، می‌توان به نوع تمرین، شدت تمرین، نوع و جنسیت آزمودنی‌ها و زمان اندازه‌گیری این شاخص‌ها در پژوهش‌های مختلف اشاره کرد.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که چهار هفته تمرین هوازی و قدرتی منجربه کاهش در مقادیر کورتیزول و کراتین کیناز سرمی در زنان جوان غیرفعال شده است. لذا، از این نوع تمرینات با شدت متوسط می‌توان برای کاهش شاخص آسیب و استرس در زنان غیرفعال استفاده نمود. همچنین کاهش مقادیر کراتین کیناز در تمرینات هوازی نسبت به تمرینات قدرتی، کاهش معنی‌دارتری است؛ بنابراین، تمرینات هوازی با شدت متوسط جهت کاهش مقادیر کراتین کیناز، مؤثرتر از تمرینات قدرتی می‌باشد.

۶. سپاسگزاری

از همه افرادی که به‌صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت نمودند، تشکر می‌نمایم.

۷. ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر با نظارت و تصویب معاونت محترم تحقیقات دانشگاه قم و با کسب رضایت کامل از آزمودنی‌ها انجام شد. آزمودنی‌ها از کلیه جنبه‌های مطالعه اطلاع داشته و هر زمان که می‌خواستند می‌توانستند از مطالعه خارج شوند.

۸. منابع مالی

کلیه هزینه‌های مطالعه اعم از مکمّل و هزینه‌های تشخیصی آزمایشگاهی، توسط محقق پرداخت شده است.

۹. منافع متقابل

منافع یا سود مالی شخصی از بابت انتشار این پژوهش برای نویسنده مقاله وجود ندارد.

https://arsnes.qom.ac.ir

References

1. Ramazani A & Sarhaddi S. The effect of a prolonged period of aerobic training on the muscle damage indices (creatine kinase and lactate dehydrogenase) in middel-aged womens. *Daneshvar Medicine*. 2017; 25(1): 39-46. https://doi.org/10.22070/24.128.39. [in persian]
2. Mohebi H, Hajilo H, Demirchi A & Rouhani H. The effect of aerobic exercise intensity on the composition and distribution of body fat in overweight men. *Olympics*. 2011;19(56): 91-103. [in persian]
3. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J & Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes*. 2008; 32: 684–91.
4. Joseph Rj, Alonso-Alonso M, Bond Ds, Pascual-Leone A & Blackburn Gl. The Neurocognitive Connection Between Physical Activity And Eating Behaviour. *Obesity Reviews*. 2011; 12(10): 800-12.
5. Kraemer WJ, Deschenes MR & Fleck SJ. Physiological adaptation to resistance exercise. Implication for athletic conditioning. *Sport Med*. 2014; 6: 246-256.
6. Rodrigues BM, Dantas E, de Salles BF, Miranda H, Koch AJ, Willardson JM & Simão R. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010; 24(6): 1657-62.
7. Brancaccio P, Lippi G & Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *ClinChem Lab Med*. 2010; 48(6): 757-67.
8. Howatson G, Goodall S, Van Someren KA. The influence of cold-water immersions on adaptation following a single bout of damaging exercise. *European journal of applied physiology*. 2009; 105: 615-21.
9. Hill E, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A & Hackney A. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. *Journal of endocrinological investigation*. 2008; 31(7): 587-591 .
10. Koch AJ, Wherry AD, Petersen MC, Johnson JC, Stuart MK & Sexton WL. Salivary immunoglobulin a response to a collegiate rugby game. *J Strength Cond Res*. 2007; 21: 86-90.
11. Salari P, Alavian SF, Habibi Rad A & Tara SF. Investigating the relationship between stress, anxiety and childbirth pain with salivary cortisol level in the first stage of labor in primiparous women. *Journal of Midwifery and Infertility of Iran*. 2012; 16(55): 14-21. [in persian]
12. Petruzzello SJ, Landers DM, Hatfield BD, Kubitz KA & Salazar W. A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise: Outcomes and mechanisms. *Sports medicine.* 1991; 11: 143-82.
13. Salmon P. Effects of physical exercise on anxiety, depression, and sensitivity to stress: a unifying theory. *Clinical psychology review*. 2001; 21(1): 33-61.
14. Seyfoorian M, Nikbakht M, Doostan MR & Fathi Moghaddam H. Influence of Aerobic and Anaerobic Exercise on the Reproductive Hormones, Cortisol and Prolactin in Male. *Jundishapur Scientific Medical Journal.* 2011; 10(5): 545-553. https://doi.org/10.22118/jsmj.2011.55440. [in persian]

https://arsnes.qom.ac.ir

15. Naghibifar Sh, Afzalpour MI, Saqib Jo M, Hedayati M & Shirzaei P. The effect of resistance and aerobic training on serum levels of C-reactive protein, lipid profile and body composition of overweight women. *New care*. 2011; 8(32): 186-196. [in persian]
16. Gil-Campos M, Aguilera CM, Canete R & Gil A. Ghrelin: a hormone regulating food intake and energy homeostasis. *British Journal of Nutrition*. 2006; 96(2): 201-26.
17. Saghebjoo M, Ghanbari NA, Rajabi H, Rahbarizadeh F & Hedayati M. The influence of circuit resistance training intensity on ghrelin to obestatin ratio of plasma in healthy young women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2011; 12(6): 626-32. [in persian]
18. Delfan B, Armanfar S & Armanfar M. Effect of aerobic and anaerobic exercise on anxiety and, blood cortisol secretion rate of young wrestlers. *Yafte*. 2013; 15(3): 15-21. [in persian]
19. Shirvani H & Sobhani V. The effect of a selected aerobic exercise course on the response of thyroid hormones and cortisol in women to exercise. *Journal of Military Medicine*. 2015; 18(3): 253-261. [in persian]
20. Nazari Gilan Nejad T, Gayini AA, Foroghi Pardanjani A. Comparison of the effect of 12 weeks of hatha yoga and aerobic exercise on serum cortisol levels and stress, anxiety and depression in women with type 2 diabetes. *Razi Medical Sciences (Journal of Iran University of Medical Sciences).* 2016; 24(157): 81-89. [in persian]
21. Piri M & et al. The effect of an aerobic exercise course on leptin, cortisol and serum testosterone levels in obese and lean men. *Research in sports sciences*. 2008; 9(22): 116-99. [in persian]
22. Bijeh N & Hejazi K. The Effect of a Six- Month Aerobic Exercise on Levels of GH, IGF-1 and GH/IGF-1 Ratio Serum in Sedentary Middle-aged Women. *JSSU.* 2013; 21(4): 415-427. [in persian]
23. Ravasi, AA, Pournamati P, Kurdi MR & Hedayati M. The effect of two types of resistance and endurance training programs on BDNF and cortisol levels in young male rats. *Journal of Sports Biology*. 2013, 5(1): 49-78. https://doi.org/10.22059/jsb.2013.30458. [in persian]
24. Kraemer WJ, Looney DP, Martin GJ, Ratamess NA, Vingren JL, French DN, Hatfield DL, Fragala MS, Spiering BA, Howard RL & Cortis C. Changes in creatine kinase and cortisol in National Collegiate Athletic Association Division I American football players during a season. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2013; 27(2): 434-41.
25. Kraemer WJ, Ratamess NA, Hymer WC, Nindl BC & Fragala MS. Growth hormone (s), testosterone, insulin-like growth factors, and cortisol: roles and integration for cellular development and growth with exercise. *Frontiers in endocrinology*. 2020; 11.
26. Edaghat M & Rashidi M. The effect of creatine supplementation on the activity of creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes after an intense exercise session in athletic girls. *Cmja.* 2018; 8(1) :2224-2233.
27. Pettersson J, Hindorf U, Persson P, Bengtsson T, Malmqvist U, Werkström V & Ekelund M. Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *British journal of clinical pharmacology*. 2008; 65(2): 253-9.
28. Evangelista R, Pereira R, Hackney AC & Machado M. Rest interval between resistance exercise sets: length affects volume but not creatine kinase activity or muscle soreness. *International journal of sports physiology and performance*. 2011; 6(1): 118-27.

https://arsnes.qom.ac.ir

29. Callegari GA, Novaes JS, Neto GR, Dias I, Garrido ND & Dani C. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols. *Journal of human kinetics*. 2017; 58(1): 65-72.
30. Isik O & Dogan I. Effects of bilateral or unilateral lower body resistance exercises on markers of skeletal muscle damage. *Biomedical journal*. 2018; 41(6): 364-8.
31. Tartibian B & Ebrahimi Torkamani B. Inflammatory markers and muscle damage indices response to intense exercise in healthy boys: relationship between the markers. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2016; 4(8): 31-41. https://doi.org/10.22077/jpsbs. [in persian]
32. Anugweje KC & Okonko IO. Effect of noni supplementation on the serum creatine kinase (CK) levels of athletes. *World J. Sport Sci*. 2012; 7(1): 41-7.

https://arsnes.qom.ac.ir