

The Creatine kinase, Estrogen and Progesterone Responses to a Single Bout of High-intensity interval training in Inactive Young Women

Mahsa sadat Jannati¹, Azam Zarneshan^{*2}, Roghayeh Fakhrpour²

Receive 2022 May 22; Accepted 2022 July 20

Abstract

Aim: studies have demonstrated a protective effects of female sex hormones against muscle membrane disorders in compared to men following high-intensity exercises. The aim of this study was to evaluate the creatine kinase, estrogen and progesterone responses to a single bout of high-intensity interval training (HIIT) and as well as the relationship between sex hormones and CK response in inactive young women.

Methods: 24 young inactive women (18–30-year-old and VO₂max<30 ml/kg/mil) with regular menstrual cycles were randomly divided in 2 groups: HIIT or experimental (n = 12) and control (n = 12). The experimental group performed HIIE by a treadmill with a slope of 2% in six repetitions (3 sets) for one minute with an intensity of 90-95% HRmax with a total rest time of ten minutes between sets and repetitions. Before and ten minutes after exercise, blood samples were collected to measure creatine kinase (CK), estrogen, progesterone and hemoglobin (plasma shift). Data analysis was performed by using ANCOVA test and linear regression at the statistical level of P <0.05 and SPSS 23. **Results:** Significant increases were recorded in CK and estrogen in experimental group compared with control group (P<0.05). There was a significant relationship between baseline progesterone levels and CK response (P= 0.016). According to the results of linear regression, CK response to HIIE in women can be predicted based on the baseline progesterone level (31.8%). **Conclusions:** Given that progesterone led to decreased CK response, it seems that it is better to perform vigorous intensity exercises in the menstrual phases with high levels of progesterone (mid-luteal phase) in order to reduce further muscle damage in women. However, due to the low predictive power of progesterone (31.8%), more studies are needed with more samples.

Keywords: Creatine kinase, Estrogen, Progesterone, HIIT



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Masters of Sport Science, Department of Sport Physiology, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Sport Physiology, Faculty of Education and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

***(corresponding author)**
zarneshan@azaruniv.ac.ir

Cite as: Mahsa sadat Jannati, Azam Zarneshan, Roghayeh Fakhrpour. The Creatine kinase Response to a Single Bout of High-intensity interval training in Connection with Estrogen and Progesterone Changes in Inactive Female. *Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2022; 9(2): 12-22.

Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

Journal ISSN (online): 2676-6507

Access Type: Open Access

DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27831.1475

DOR: 20.1001.1.26766507.1401.9.2.2.5



Extended abstract

Background

According to some studies, high-intensity exercises could injure muscle tissue and cause CK to be released into the bloodstream. Elevated serum creatine kinase is one of the signs of muscle damage. An association between physical fitness level and severity of the injury has been reported. Muscle damage is more severe in inactive people. Gender is one of the other factor that affect the serum creatinine kinase (CK) level. Studies have shown a protective role for female sex hormones against muscle membrane disorders following intense exercise compared to men. According to previous studies, women have lower serum creatinine kinase activity and muscle injury after intense exercise. Sex hormones, mainly estrogen and progesterone, affected creatine kinase activity and the expression of key enzymes involved in endogenous creatine synthesis. Studies have reported that serum creatine kinase levels vary in women of all ages, including puberty, pregnancy, and menopause. Information on the response of sex hormones and creatine kinase to high-intensity interval training and the relationship between them is limited. Therefore, this study aimed to investigate the Creatine kinase, estrogen and progesterone responses to a single bout of high-intensity interval training (HIIT), and as well as the relationship between sex hormones and CK response in inactive young females.

Materials and Methods

Twenty-four women were recruited from young and inactive women (18–30-year-old and VO₂max<30 ml/kg/mil) with regular menstrual cycles of Tabriz and were randomly divided in to 2 groups: HIIT or experimental (n = 12) and control (n = 12). The experimental group performed HIIE in six repetitions (3 sets) for one minute with an intensity of 90-95% of maximum heart rate with a total rest time of ten minutes between sets and repetitions on a treadmill with a slope of 2%. subjects' diet was controlled using a 24-hour diet questionnaire, and on the test day, two hours before the test, a typical breakfast was eaten by all subjects. Samples were collected before and immediately after HIIT. To eliminate the effect of plasma shift, changes in plasma hemoglobin were measured by calculating the range of changes in blood volume (plasma shift). Serum creatinine kinase was measured using the Colorimetric enzymatic, and serum levels of estrogen and progesterone were measured using the diameter kit by Sandwich-ELISA. Data analysis was performed by plasma shift intervention using the ANCOVA test and linear regression at the statistical level of P <0.05 and SPSS 23.

Findings

The similarity of the variables between the two groups was examined in pre-test conditions. According to the results, all variables except estrogen were the same in both groups. 67% of the experimental group and 58% of the control group were in the follicular phase of the menstrual cycle. For post-test, shifted levels of creatine kinase and sex hormones were calculated based on changes in hemoglobin, and the results were extracted accordingly. The results of the ANCOVA test showed a significant difference between the post-test values between the two groups with the covariance of estrogen pre-test values (P = 0.04). ANCOVA results for other variables showed a significant difference in serum creatine kinase response to a single, bout of HIIT between experimental and control groups (P = 0.01) but no significant difference in progesterone response was observed between the groups (P >0/05). In examining the relationship between CK response and sex hormone responses, no significant relationship was observed between CK response and estrogen and progesterone response (P <0.05), but a negative and significant relationship was found between creatine kinase response and baseline progesterone level. so that the high level of progesterone in baseline conditions was associated with decreased CK response to HIIT (Table 1). Linear regression was used to evaluate the effect of basal progesterone levels in reducing the CK response. According to the small sample of the present study, modified R-squared (0.318) was reported instead of R-squared (0.347), and it was said that progesterone level could explain 31.8% of the CK response; or in other words, in women, 31.8% of changes in serum creatine kinase after HIIT can be predicted based on basal progesterone levels.

Tab11. Correlation between creatine kinase response and levels of sex hormones in the experimental group

		R	P
ΔCK	baseline level of estrogen	0/449	0/149
	baseline level of progesterone	-0/656	0/016*



Δ Estrogen	-0/114	0/723
Δ Progesterone	-0/319	0/313
*Significant correlation $P < 0.05$		
$\Delta = \text{posttest} - \text{pretest}$		

Conclusion

The results of the present study showed that a single bout of HIIT increased serum creatine kinase levels. In recent years, many researchers have looked at the effects of fatigue and muscle damage caused by HIIT. Examining the relationship between female sex hormones and CK responses after HIIT further helps to explore the role of sex hormones in gender differences in muscle injury responses. In the present study, high progesterone levels in baseline conditions were associated with a low CK response. Studies on the mechanisms of progesterone effects on CK levels are limited and there is little information to describe the role of progesterone on serum CK activity. It has been shown that progesterone effect creatine kinase activities and the expression of key enzymes for the endogenous synthesis of creatine and also, progesterone leads to a decrease of oxidative stress and has both anti-inflammatory and antinociceptive properties. So, the CK kinetics during high- intensity exercises may be particularly important for females with menstrual disorders (amenorrhea), during pregnancy, and postmenopausal.

Article message

Given that progesterone led to decreased CK response, it seems that it is better to perform vigorous intensity exercises in the menstrual phases with high levels of progesterone (mid-luteal phase) in order to reduce further muscle damage in women. However, due to the low predictive power of progesterone (31.8%), more studies are needed with more samples.

Keywords

Creatine kinase, Estrogen, Progesterone, HIIT

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال نهم، شماره دوم؛

پاییز و زمستان ۱۴۰۱؛ صفحات ۱۲-۲۲

Open Access

مقاله پژوهشی

پاسخ کراتین کیناز، استروژن و پروژسترون به یک جلسه فعالیت اینتروال شدید در زنان جوان غیرفعال

مهسا سادات جنتی^۱، اعظم زرنشان^{۲*}، رقیه فخرپور^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۲

چکیده

هدف: مطالعات به نقش محافظتی هورمونهای جنسی زنان در مقایسه با مردان در برابر اختلال در غشای عضلانی به دنبال ورزش شدید اشاره کرده اند. هدف از این پژوهش، بررسی پاسخ کراتین کیناز، استروژن و پروژسترون به یک جلسه فعالیت اینتروال شدید در زنان جوان غیرفعال بود. **روش شناسی:** ۲۴ زن جوان غیرفعال (۱۸ تا ۳۰ ساله و $VO_{2max} < 30$ ml/kg/ml) با چرخه قاعدگی منظم به طور تصادفی در دو گروه فعالیت اینتروال شدید (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند. تمرین اینتروال شدید در شش تکرار (۳ ستی) به مدت یک دقیقه با شدت ۹۵-۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب با مجموع زمان استراحت ده دقیقه بین ستها و تکرارها به وسیله تردمیل با شیب دو درصدی اجرا شد. قبل و ده دقیقه بعد از فعالیت، نمونه‌های خونی جهت اندازه‌گیری کراتین کیناز (CK)، استروژن، پروژسترون و هموگلوبین (شیفت پلاسما) جمع آوری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک آزمون ANCOVA و رگرسیون خطی در سطح آماری $P < 0.05$ و با SPSS23 انجام شد. **یافته‌ها:** افزایش معناداری در سطح سرمی CK و استروژن گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل بعد از فعالیت مشاهده شد ($P < 0.05$). بین سطوح پایه پروژسترون و پاسخ CK ارتباط معناداری وجود داشت ($P = 0.016$). طبق نتایج رگرسیون خطی و با توجه به سطح پایه پروژسترون، پاسخ CK به ورزش شدید قابل پیش بینی بود ($r^2 = 0.31/8$). **نتیجه‌گیری:** با توجه به ارتباط پروژسترون با کاهش پاسخ CK، به نظر می‌رسد اجرای فعالیت‌های ورزشی شدید در فازهای قاعدگی با سطوح بالای پروژسترون (فاز مید لوتئال) به منظور کاهش آسیب عضلانی بیشتر در زنان بهتر باشد. با این حال، به دلیل پایین بودن پیش بینی پروژسترون (۳۱.۸٪) به مطالعات بیشتری با تعداد نمونه‌های بالا نیاز است.

واژه‌های کلیدی: کراتین کیناز، استروژن، پروژسترون، ورزش اینتروال شدید

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران (نویسنده مسئول):
zarneshan@azaruniv.ac.ir

نحوه ارجاع: مهسا سادات جنتی، اعظم زرنشان، رقیه فخرپور. "پاسخ کراتین کیناز، استروژن و پروژسترون به فعالیت اینتروال شدید در زنان جوان غیرفعال". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۱. ۹ (۲): ۱۲-۲۲.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۶۵۰۷-۲۶۷۶

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27831.1475

DOR: 20.1001.1.26766507.1401.9.2.2.5



مقدمه

در عصر حاضر شرکت در فعالیت‌های ورزشی افزایش روز افزونی دارد که یکی از دلایل محبوبیت آن اثر مثبت بر سلامت جسمی و روانی می‌باشد (۱). اما انجام برخی از فعالیت‌های ورزشی با اعمال فشارهای مکانیکی-متابولیکی ممکن است منجر به بروز آسیب‌های سلولی، فرایندهای التهابی و تروموتیکی شود (۲). تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) به دلیل مزایای فیزیولوژیکی در یک دوره کوتاه مدت در مقایسه با سایر انواع تمرینات، محبوبیت بیشتری یافته است. اما با توجه به نیاز متابولیکی بالا در این نوع ورزش، تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) و در نتیجه تحریک استرس اکسیداتیو و آسیب عضلانی بیشتر است (۳). افزایش آنزیم کراتین کیناز سرم یکی از نشانه‌های آسیب عضلانی می‌باشد (۴) که طبق گزارش مطالعات قبلی بعد از تمرینات اینتروال شدید افزایش می‌یابد (۵).

جنسیت جزو مواردی است که در سطح سرمی کراتین کیناز (CK) اثر گذار است (۶). مطالعات به نقش محافظتی هورمون‌های جنسی زنان در مقایسه با مردان در برابر اختلال در غشای عضلانی به دنبال ورزش شدید اشاره کرده‌اند. زنان پس از آسیب عضلانی ناشی از ورزش شدید در مقایسه با مردان، فعالیت‌های کراتین کیناز سرم پایینی را نشان داده‌اند (۷-۹). نشان داده شده است که هورمون‌های جنسی، عمدتاً استروژن و پروژسترون، بر فعالیت‌های CK و بیان آنزیم‌های کلیدی موثر در سنتز درون‌زای کراتین تأثیر می‌گذارند (۱۰). تفاوت در سطح سرمی CK مردان در مقایسه با زنان در حالت استراحت (۶) یا بعد از فعالیت‌های شدید (۹) و همچنین تفاوت سطوح آن در زنان در مراحل مختلف سنی اعم از بلوغ و بارداری و یائسگی (۱۱، ۱۲) و یا زمان مصرف قرص‌های ضدبارداری (۱۳) می‌تواند بیانگر ارتباط بین سطح CK با هورمون‌های جنسی زنان باشد. پاسخ بلافاصله‌ای CK به تمرینات مختلف اعم از تمرینات با شدت بالا و متوسط در مطالعات مختلف متناقض است، یکی از دلایل تناقضات، جنسیت آزمودنیها بیان شده است (۱۴). چنانچه Moghadam-Kia و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کرده‌اند که سطوح CK متناسب با جنس و نژاد به طور قابل توجهی بنا به دلایل احتمالی شامل تفاوت در توده عضلانی یا توده کل بدن و تفاوت‌های ارثی در نفوذپذیری سارکولم به CK متفاوت است (۱۵). لذا برای رفع تناقضات و روشن تر شدن نقش جنسیت در پاسخ CK نیاز به مطالعات بیشتر است، چرا که ممکن است به دلیل نادیده گرفته شدن جنسیت و یا نقش هورمون‌های جنسی در برآورد سطح CK در پاسخ به تمرینات ورزشی نتایج غیر واقعی حاصل شود. لذا انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه لزوم کنترل مداخله جنسیت در چنین مطالعاتی را روشن خواهد کرد.

علی‌رغم اینکه اخیراً در برخی از مطالعات خارجی ارتباط بین چرخه قاعدگی با آسیب عضلانی در زنان بررسی شده است (۱۶) ولی در برخی مطالعات اخیر از جمله مطالعه Bekkelund و همکاران در سال ۲۰۲۰، بررسی پاسخ CK به تمرینات ورزشی در زنان همراه با کنترل چرخه قاعدگی آزمودنی‌ها نبوده است (۱۷). از طرفی نتایج در خصوص مناسب بودن هر کدام از فازهای قاعدگی (لوتهال یا فولیکولار) برای

اجرای تمرینات شدید جهت پیشگیری از آسیب عضلانی متناقض است و قطعی نمی‌باشد. یکی از دلایل این تناقضات نواسانات هورمون‌های جنسی در هر کدام از فازهای قاعدگی می‌تواند باشد، لذا کنترل مستقیم سطوح سرمی هورمون‌های جنسی ممکن است نتایج بهتری ارائه دهد. در کل اطلاعات در خصوص پاسخ هورمون‌های جنسی و CK به فعالیت شدید و ارتباط بین آنها در زنان محدود می‌باشد و طی جستجوهای صورت گرفته مطالعه حاضر اولین مطالعه در بررسی این ارتباط است که نه تنها در خصوص نقش هورمون‌های جنسی درونی در سنین مختلف زنان از قبیل بلوغ، حاملگی و یائسگی بلکه در مورد داروهای هورمونی مورد استفاده توسط ورزشکاران و غیر ورزشکاران طی فعالیتها یا مسابقات شدید می‌تواند کاربرد داشته باشد. البته با توجه به اینکه آسیب عضلانی در افرادی که به انجام ورزش عادت ندارند با شدت بیشتری مشاهده می‌شود (۱۸) و ورزش با شدت بالا در زنان غیر فعال در مقایسه با زنان فعال افزایش قابل توجهی در هورمون‌های جنسی نشان داده‌است (۱۹) مطالعه حاضر با هدف بررسی پاسخ کراتین کیناز، استروژن و پروژسترون به یک جلسه فعالیت اینتروال شدید در زنان جوان غیر فعال و ارتباط بین آنها انجام خواهد شد.

روش پژوهش

در این مطالعه نیمه تجربی با طرح پیش-آزمون و پس-آزمون، ۲۴ نفر از زنان جوان غیرفعال شهر تبریز به صورت هدفمند انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه تجربی (۱۲ نفر: اجرا کننده فعالیت اینتروال شدید) و کنترل (۱۲ نفر: عدم اجرای مداخله فعالیت اینتروال شدید) قرار گرفتند. معیارهای ورود به مطالعه شامل زنان ۱۸ تا ۳۰ ساله، غیر ورزشکار ($VO_{2max} < 30 \text{ ml/kg/mil}$) و غیر یائسه با چرخه قاعدگی منظم بود. دوره جنسی و قاعدگی منظم در آزمودنی‌ها بدین شرح تعیین شد: دوره جنسی با پاسخ به سوال "روز اول خونریزی تا روز اول خونریزی بعدی چند روز است؟" و قاعدگی منظم بدین صورت که اگر دوره جنسی در طی ۲۱ تا ۳۵ روز باشد و یا اگر اختلاف بین کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین چرخه > ۱۵ روز باشد، دوره‌ها به صورت منظم تعریف می‌شوند (۲۰). یک هفته قبل از ارزیابی‌های اصلی، بعد از توضیح و تشریح کامل موضوع تحقیق، اهداف تحقیق، روند انجام تحقیق، نتایج احتمالی، بی‌ضرر بودن و حق انصراف آزادانه در هر مرحله از روند تحقیق، پرسشنامه‌های آمادگی برای فعالیت بدنی و سابقه پزشکی و رضایت‌نامه کتبی مبنی بر شرکت داوطلبانه در طرح از آزمودنی‌ها و پرسشنامه مشخصات فردی (سن، شغل، سطح تحصیلات، دوره جنسی، فاز قاعدگی)، اندازه گیری قد و وزن و حداکثر اکسیژن مصرفی (تست متداول بروس) جمع‌آوری و شرایط و نحوه حضور برای جمع‌آوری نمونه و سایر اندازه‌گیری‌ها توضیح داده‌شد. همچنین تغذیه آزمودنی‌ها با استفاده از پرسشنامه ۲۴ ساعته رژیم غذایی و مصرف هرگونه مکمل هورمونی و ضد اکسایشی و مصرف دارو کنترل گردید. از آزمودنی‌ها درخواست شد حداقل دو روز قبل از اجرای آزمون، هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشته باشند. در روز آزمون نیز دو ساعت قبل از

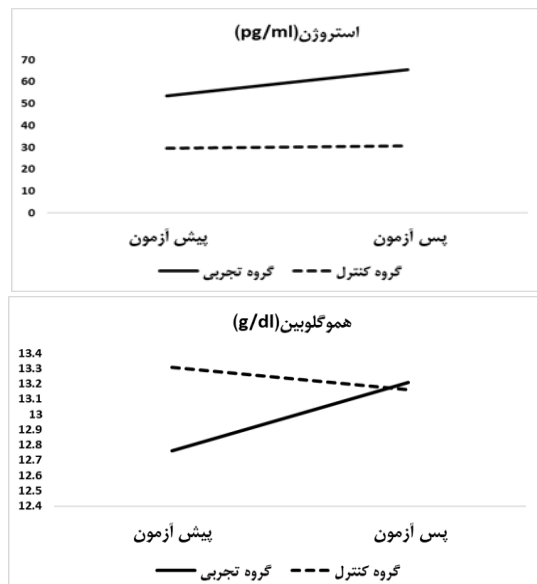
لیتر و با محدوده تشخیص: ۱۷۰-۲۴ نانوگرم / میلی لیتر و ضربیب تغییر ۱/۲۳-۳/۲۶ است. غلظت آنزیم با استفاده از تکنیک سنجش Coloreimetric anzymatic و طبق دستورالعمل کیت تجاری استفاده شده مورد ارزیابی قرار گرفت. سطوح سرمی استروژن و پروژسترون به کمک کیت تجاری diametra به روش ایمنی ساندویچ الایزا (Sandwich-ELISA) اندازه گیری شد.

پس از گرم کردن، آزمودنی‌ها در شش وهله‌ی یک دقیقه‌ای با شدت ۹۰-۹۵ درصد حداکثر ضربان قلب خود روی تردمیل دویدند. ضربان قلب آزمودنی‌ها برای حفظ شدت تمرین طی تکرارهای یک دقیقه دویدن با سرعت بالا (۹۰ الی ۹۵ درصد حداکثر ضربان قلب) با ضربان سنج مچی کنترل شد. تمرین، شش وهله یک دقیقه‌ای تمرینات شدید متناوب در هر سه ست (هر ست شامل دو تکرار) اجرا شد. ۴۰ ثانیه استراحت بین تکرارها و در فاصله ست‌های تمرینی ۴ دقیقه استراحت فعال شامل راه رفتن در نظر گرفته شد (۲۲). ست دوم و سوم همراه با افزایش دو درصدی شیب دستگاه بود. برای اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها آزمون شاپیروویلیک و برای اطمینان از وجود تجانس واریانس‌ها آزمون لون مورد استفاده قرار گرفت. تغییرات درون گروهی با استفاده از تی‌تست وابسته بررسی شد. در تحلیل داده‌ها و برآورد مقدار اثر در طرح پیش آزمون- پس آزمون با گروه کنترل مطالعه حاضر از آزمون ANCOVA استفاده شد، که در آن نمرات پیش آزمون به عنوان Covariate به کار رفت. ارتباط بین متغیرها با استفاده از ضربیب همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی صورت گرفت. عملیات‌ها و تحلیل‌های آماری در سطح آماری $P < 0.05$ با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 23 انجام شد.

شروع پروتکل، صبحانه مشترک توسط آزمودنی‌ها مصرف شد. به دلیل اپیدمی بیماری کوید ۱۹ در زمان اجرای پژوهش، محقق نهایت تلاش خود را برای رعایت کامل پروتکل‌های بهداشتی از قبیل کنترل کارت واکسن، دمای بدن و عدم تجمع بیش از سه نفر در محل تست به کار برد. قبل و بعد از اتمام ورزش حد ۵ میلی لیتر خون از ورید آنتی‌کوبیتال، توسط متخصص علوم آزمایشگاهی گرفته شد. با توجه به تفاوت فاصله زمانی صرف شده برای آزمودنی‌ها جهت آماده شدن برای خونگیری پس آزمون، فاصله زمانی ده دقیقه برای همه آزمودنی‌ها از لحظه اتمام تست تا خونگیری در نظر گرفته شد. به منظور حذف اثر شیفیت پلاسما، تغییرات هموگلوبین پلاسما اندازه گیری شد. با محاسبه مقدار تغییرات حجم خون (شیفیت پلاسما) تغییرات مقدار شاخص‌ها بر اساس مقدار شیفیت پلاسما تعیین شد برای این کار غلظت هموگلوبین خون با روش سیانومت هموگلوبین استاندارد تعیین و مقدار تغییرات حجم خون بر اساس آن محاسبه شد.

$$1 - \frac{BM_{post}}{BM_{pre}} \times \frac{Hb_{pre}}{Hb_{post}}$$

در این فرمول BM_{post} نمایانگر مقدار متغیر مورد نظر در جریان خون در پس آزمون و BM_{pre} نمایانگر پیش آزمون می‌باشد Hb_{pre} مقدار هموگلوبین در پیش آزمون و Hb_{post} در پس آزمون است. برای اصلاح تاثیر مزاحم شیفیت پلاسما مقدار عددی حاصل در معادله بالا در دلتای پیش و پس آزمون هر متغیر ضرب و از مقدار پس آزمون کسر گردید. عدد به دست آمده نشان دهنده مقدار واقعی متغیر در خون و بدون اثر مزاحم شیفیت پلاسما است (۲۱). کراتین کیناز سرم با استفاده از کیت تجاری Padoo kit شرکت گلستان ایران تعیین شد. حساسیت این کیت در تشخیص آنزیم کراتین کیناز 0.0012 نانوگرم در میلی



نمودار ۱. تغییرات کراتین کیناز، استروژن و پروژسترون و هموگلوبین (شیفیت پلاسما) در دو گروه مطالعه در پیش و پس آزمون

یافته‌ها

همسان بود. ۶۷٪ آزمودنی‌های گروه تجربی و ۵۸٪ آزمودنی‌های گروه کنترل در فاز فولیکولار چرخه قاعدگی بودند (جدول ۱).

همسانی متغیرها در شرایط پیش آزمون بین دو گروه مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج حاصل تمامی متغیرها به جز استروژن در هر دو گروه

جدول ۱. همسانی متغیرها در پیش آزمون بین دو گروه مطالعه

(میانگین ± انحراف استاندارد)

متغیر	گروه تجربی (n=۱۲)	گروه کنترل (n=۱۲)	p- value [£]
سن (سال)	۲۴/۵۰ ± ۳/۳۴	۲۴/۳۳ ± ۲/۲۷	۰/۸۸۸
BMI (kg/m ²)	۲۲/۵۷ ± ۳/۱۱	۲۴/۲۲ ± ۲/۸۶	۰/۲۵۸
VO2max	۲۵/۶۲ ± ۸/۹۶	۲۶/۴۶ ± ۱۲/۲۱	۰/۲۳۸
هموگلوبین (U/L)	۱۲/۷۶ ± ۱/۳۱	۱۳/۳۱ ± ۰/۸۶	۰/۴۲۵
کراتین کیناز (U/L)	۱۰۰/۴۱ ± ۱۵/۴۲	۹۵/۰۰ ± ۲۷/۸۰	۰/۲۹۲
استروژن (U/L)	۵۳/۶۴ ± ۱۶/۳۲	۲۹/۵۴ ± ۱۳/۲۲	*۰/۰۲۱
پروژسترون (U/L)	۴/۴۱ ± ۲/۲۳	۶/۹۷ ± ۳/۹۳	۰/۰۶۳

£ p-val : معناداری بر اساس آزمون تی تست مستقل

* تفاوت معنی‌دار در سطح p ≤ ۰/۰۵

نشان داد (P=۰/۰۴). نتایج آنکوا برای سایر متغیرها حاکی از تفاوت معناداری در پاسخ سرمی کراتین کیناز به یک جلسه فعالیت اینتروال شدید بین دو گروه تجربی و کنترل بود (P=۰/۰۱) ولی تفاوت معناداری در پاسخ پروژسترون بین دو گروه مشاهده نشد (P=۰/۰۶) (جدول ۲).

برای پس آزمون مقادیر شیفته یافته کراتین کیناز و هورمون‌های جنسی بر اساس تغییرات هموگلوبین محاسبه گردید و نتایج طبق آن استخراج شد. نتایج آزمون آنکوا در مقایسه مقادیر پس آزمون بین دو گروه با کوارینت قرار دادن مقادیر پیش آزمون استروژن تفاوت معناداری را

جدول ۲. مقایسه تغییرات CK و هورمون‌های جنسی در پس آزمون

بین دو گروه مطالعه (میانگین ± انحراف استاندارد)

متغیر	گروه تجربی (n=۱۲)	گروه کنترل (n=۱۲)	p- value [£]
هموگلوبین (g/dl)	۱۳/۲۱ ± ۱/۳۹	۱۳/۱۶ ± ۱/۰۶	۰/۴۲
کراتین کیناز (U/L)	۱۱۳/۵۸ ± ۲۱/۶۷	۹۷/۵۸ ± ۲۶/۳۲	*۰/۰۱
استروژن (pg/ml)	۶۵/۴۹ ± ۲۴/۵۱	۳۰/۱۲ ± ۱۳/۴۳	*۰/۰۴
پروژسترون (ng/ml)	۴/۵۶ ± ۲/۴۳	۶/۸۱ ± ۴/۲۳	۰/۰۶

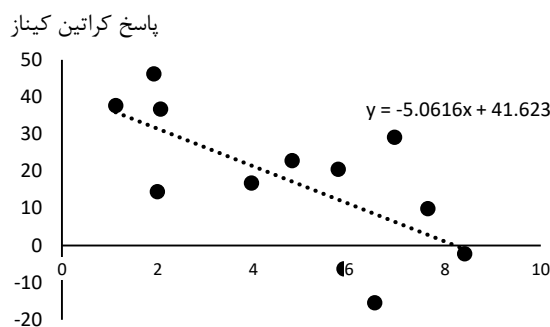
£ p-val : معناداری بر اساس آزمون آنکوا

* تفاوت معنی‌دار در سطح p ≤ ۰/۰۵

از رگرسیون خطی استفاده شد. با توجه به نمونه کوچک مطالعه حاضر مجذور R تعدیل شده (۰/۳۱۸) به جای مجذور R (۰/۳۴۷) گزارش گردید و گفته شد که سطح پایه پروژسترون سرم می‌تواند ۳۱/۸ درصد از پاسخ CK را تبیین کند، و یا به عبارتی دیگر در زنان ۳۱/۸ درصد از تغییرات کراتین کیناز سرم بعد از تمرینات شدید را می‌توان براساس سطوح پایه پروژسترون پیش بینی کرد (نمودار ۲).

در بررسی ارتباط بین پاسخ CK و پاسخهای هورمون‌های جنسی، ارتباط معناداری بین پاسخ CK و پاسخ استروژن و پروژسترون مشاهده نشد (P > ۰/۰۵) ولی بین پاسخ کراتین کیناز و سطوح پایه پروژسترون ارتباط منفی و معناداری یافت شد به طوری که سطح پایه بالای پروژسترون همراه با کاهش پاسخ CK بوده است (جدول ۳). جهت بررسی میزان اثرگذاری سطوح پایه پروژسترون در کاهش پاسخ CK





نمودار ۲. ارتباط بین سطوح پایه پروتسترون و پاسخ CK به تمرین اینتروال شدید.

بحث

از آن موثر باشد. (۲۵). در مطالعه‌ای دیگر توسط اوستایز و همکاران (۲۰۱۷) نتایج نشان داده‌است که پاسخ CK و کوفتگی به دویدن در سراسیمی بستگی به جنسیت دارد. چنانچه پاسخ CK در زنان سریعتر از مردان بهبود می‌یابد ولی این پاسخ در مردان در مقایسه با زنان به صورت هماهنگ‌تر رخ می‌دهد و در زنان طولانی است و ممکن است تحت تأثیر فاز قاعدگی باشد (۲۶). بررسی ارتباط بین سطوح استروژن و پروتسترون با پاسخ CK به تمرینات شدید، می‌تواند کمک بیشتری در کشف نقش هورمون‌های جنسی در بروز تفاوت جنسی در پاسخ‌های آسیب عضلانی به تمرینات شدید ارائه دهد. در مطالعه حاضر و در بررسی ارتباط بین سطوح پایه استروژن و پروتسترون با پاسخ CK ارتباط معناداری مشاهده شد، به گونه‌ای که سطوح بالای پروتسترون در شرایط پایه همراه با پاسخ پایین CK بود و طبق نتایج هر چقدر میزان پروتسترون پایه بیشتر باشد یعنی افزایش CK بعد از فعالیت شدید در زنان کمتر خواهد بود. در خصوص مکانیزم‌های اثر پروتسترون در سطوح CK مطالعات محدود است و اطلاعات کمی برای توصیف نقش پروتسترون بر فعالیت CK وجود دارد. نشان داده‌شده‌است که هورمون‌های جنسی، عمدتاً استروژن و پروتسترون، بر فعالیت‌های CK و بیان آنزیم‌های کلیدی برای سنتز درون‌زای CK تأثیر می‌گذارند (۱۰). اگر چه در مورد نقش سلولی پروتسترون در سطوح CK مطلبی یافت نشد ولی در خصوص نقش پروتسترون در آسیب عضلانی متعاقب تمرین ورزشی شدید گفته شده است که پروتسترون می‌تواند به طور مستقل نفوذ لکوسیت عضلانی پس از تمرین را کاهش دهد (۲۷). نتیجه حاضر همسو با نتیجه مطالعه Romero و همکاران (۲۰۲۱) است که در یک مطالعه متاآنالیز نشان دادند، نوسانات هورمونی در سراسر چرخه قاعدگی بر آسیب عضلانی ناشی از ورزش و کاهش قدرت تأثیر می‌گذارد. لذا پیشنهاد کردند که بارهای تمرینی کمتر یا دوره‌های ریکاوری طولانی‌تر در اوایل فاز فولیکولار که غلظت هورمون‌های جنسی پایین‌تر و احتمال آسیب عضلانی بیشتر است، به کار گرفته شود، در حالی که اضافه بار تمرینی در اواسط فاز لوتئال اعمال گردد (۲۸). در این مطالعه اگر چه به ارتباط استروژن و پروتسترون با آسیب عضلانی اشاره نشده- است ولی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد یک جلسه فعالیت اینتروال شدید مقادیر سرمی CK را افزایش داد. در سال‌های اخیر تعداد زیادی از محققان به اثر خستگی و آسیب عضلانی ناشی از فعالیت اینتروال شدید توجه کرده‌اند. افزایش معنادار سطوح سرمی CK پس از فعالیت ورزشی شدید در گروه تجربی در مطالعه حاضر همسو با مطالعات پیشین بوده است (۲۲-۲۴). نظری و همکاران (۲۰۱۵) سی دقیقه بعد از فعالیت اینتروال شدید افزایش معناداری را در سطح سرمی CK در دختران غیرفعال گزارش کردند (۲۲). نتایج مطالعه سیبریان و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که سطح سرمی CK پس از نیم ساعت فعالیت اینتروال شدید در افراد غیرفعال افزایش بیشتری در مقایسه با افراد فعال داشت (۲۳). در یک مطالعه مروری توسط سرکریا و همکاران در سال ۲۰۲۰ در خصوص پاسخ CK در زمان‌های متفاوت به تمرینات شدت بالا و شدت متوسط، نتایج بسیار متناقضی مشاهده شد، زیرا نیمی از مطالعات هیچ تغییری در مقادیر CK بلافاصله پس از ورزش شدید یا متوسط نشان ندادند، در حالی که نیمی دیگر افزایش سطح CK را نشان دادند. گفته شده است که سطوح CK با جنسیت و نژاد ارتباط دارد و درجه پاسخ آن به مدت و نوع ورزش نیز بستگی دارد (۱۴). لذا رخداد افزایش سطوح کراتین کیناز ده دقیقه بعد از اتمام تمرین شدید در مطالعه حاضر با توجه به توضیحات ارائه شده دور از انتظار نمی‌باشد. با توجه به اثر جنسیت در پاسخ CK، برخی مطالعات همسو نیز یافت شدند که به تغییرات CK بعد از فعالیت شدید در رابطه با چرخه قاعدگی پرداخته‌اند، چنانچه ساوایی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که CK سرم پس از تمرینات قدرتی حاد در ورزشکاران دانشگاهی با بی‌نظمی قاعدگی افزایش می‌یابد (۲۴). همچنین دیلی کانریت و همکاران (۲۰۰۹) اثر ورزش برون‌گرا را بر نشانگرهای آسیب عضلانی از جمله CK سرم زنان یائسه که از هورمون جایگزینی استفاده می‌کردند مورد بررسی قرار دادند و کاهش قابل توجهی در گروه هورمون درمانی در مقایسه با گروه کنترل ثبت کردند. آنها دلیل کاهش سطوح سرمی CK را استفاده از هورمون‌های زنانه نظیر استروژن و پروتسترون عنوان کردند و گزارش کردند از دست دادن استروژن، پروتسترون در زنان مسن، آنها را مستعد ابتلا به اختلالات عضلانی ناشی از ورزش می‌کند و هورمون درمانی می‌تواند در پیشگیری

می باشد. یکی از محدودیت های مطالعه حاضر تعداد کم نمونه ها بوده است.

نتیجه گیری

سطوح اولیه پروژسترون با میزان تغییرات کراتین کیناز ارتباط دارد و بالا بودن سطوح پایه پروژسترون منجر به افزایش کمتری در کراتین کیناز ناشی از فعالیت شدید می گردد. لذا می توان مربیان ورزشی و زنان جوان را تشویق کرد تا فعالیت های ورزشی شدید جهت ارتقای سلامتی و یا آماده سازی برای شرکت در مسابقات و اهداف دیگر را در محدوده زمانی ۲۰ الی ۲۴ سیکل قاعدگی (فاز مید لوتئال) که در موقیت سطح بالای پروژسترون خون قرار دارند انجام دهند و از انجام تمرینات بدنی در روزهای ۳ تا ۹ سیکل قاعدگی، به دلیل احتمال بروز آسیب های شدیدتر عضلانی اجتناب نمایند. البته برای نتایج قطعی و بهتر به مطالعات گسترده آتی نیاز است.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی های شرکت کننده و کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری رساندند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابل از انتشار آن ندارند.

References

- Kim J, Lee J, Kim S, Ryu HY, Cha KS, Sung DJ. Exercise-induced rhabdomyolysis mechanisms and prevention: A literature review. *Journal of sport and health science*. 2016;5(3):324-33.
- Mackey AL, Donnelly AE, Swanton A, Murray F, Turpeenniemi-Hujanen T. The effects of impact and non-impact exercise on circulating markers of collagen remodelling in humans. *J Sports Sci*. 2006;24(8):843-8.
- dos Santos JDM, dos Santos JL, Vieira-Souza LM, de Oliveira JU, Sena Junior AS, DE LIMA C, et al. Effects of HIIT Associated with *Coutoubea spicata* Supplementation on Tissue and Oxidative damage Biomarkers in Wistar Rats. *Int J Morphol*. 2022;1(2):2.
- Sarkar S, Debnath M, Das M, Bandyopadhyay A, Dey SK, Datta G. Effect of high intensity interval training on antioxidant status, inflammatory response and muscle damage indices in endurance team male players. *Apunts Sports Medicine*. 2021;56(210):100352.
- ATASHAK S, Kianmarz BV. The Acute Effect of Ginkgo Biloba Extract on Muscle Soreness Markers and C-reactive Protein (CRP) After High

پاسخ کراتین کیناز استروژن و پروژسترون به یک جلسه فعالیت اینتروال شدید... این نتیجه ممکن است ناشی از نقش محافظتی پروژسترون با سطوح بالا در فاز لوتئال در مقایسه با سطوح پایین در فاز فولیکولار باشد. مطالعات گزارش کردند که پروژسترون در کاهش سیتوکین های التهابی IL-6 و TNF- α و بازسازی فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در برخی بافت ها موثر است و مهمتر اینکه پروژسترون ممکن است با اثر تثبیت کننده غشا، استرس اکسیداتیو را کاهش دهد (۲۹). شواهد نشان دادند که پروژسترون دارای هر دو خاصیت ضدالتهابی (کاهش سیتوکین های پیش التهابی) و ضد درد است و با تضعیف فعال شدن میکروگلیال التهابی، مهار تنظیم بالای واسطه های پیش التهابی ناشی از آسیب و مهار فعالیت کانال یونی، درد را کاهش می دهد (۳۰). ویژگی دیگری که برای پروژسترون طی مطالعات در بیماران قلبی ذکر شده است این است که پروژسترون از نفوذپذیری عروق و تشکیل بافت گرانوله در مرحله اولیه التهاب جلوگیری می کند و فاز اولیه التهاب با درمان پروژسترون سرکوب می شود. سرکوب ۵۰ درصدی نفوذپذیری عروق در بافت ملتهب توسط پروژسترون گزارش شده است (۳۱). اینکه آیا پروژسترون در نفوذپذیری عروق در رهیافت CK از بافت عضلانی به عروق خونی موثر باشد یا نه؟ نیاز به مطالعات گسترده و پیشرفته آتی می باشد تا نتایج دقیق تری حاصل گردد. البته در مطالعه تامپسون و همکاران به نقش پروژسترون در تعدیل پویایی غشای عضلانی در شرایط پایه و ناشی از ورزش در زنان ورزشکار غیربایئسه اشاره شده است (۸).

پاسخ هورمون های آنابولیکی استروژن و پروژسترون به ورزش های حاد در حالت های مختلف چرخه قاعدگی در زنان جوان متفاوت است. زنان مبتلا به اختلالات قاعدگی با سطوح سرمی استرادیول و پروژسترون پایین، پاسخ هورمون آنابولیک ضعیف تری به ورزش حاد دارند، که نشان می دهد اختلالات قاعدگی همراه با سطوح پایین هورمون تخمدان ممکن است بر تغییرات ناشی از ورزش در هورمون های آنابولیک در زنان تأثیر بگذارد (۳۲). در مطالعه حاضر پاسخ استروژن به ورزش حاد اینتروال شدید به صورت افزایش معنادار و پاسخ پروژسترون افزایش غیرمعنادار ($P=0/148$) بوده است. در مطالعه حاضر چون هدف بررسی پاسخ هورمونی و بررسی ارتباط بین سطوح هورمون های جنسی بوده است لذا محقق نیازی به کنترل چرخه قاعدگی نداشت، ولی با توجه به پاسخ های متفاوت استروژن و پروژسترون به ورزش حاد پیشنهاد می گردد در مطالعات آتی این مساله مدنظر قرار گیرد. در مطالعه حاضر قرارگیری ۶۲ درصد از آزمودنیها (۶۷٪ گروه تجربی و ۵۸٪ گروه کنترل) در فاز فولیکولار که در آن سطح پروژسترون پایین است ممکن است در پاسخ ضعیف پروژسترون به ورزش حاد اثرگذار باشد. با این حال با توجه به نتیجه اصلی و مهم مطالعه حاضر در خصوص ارتباط سطوح پایه پروژسترون و پاسخ CK، پیشنهاد می شود که برای پیشگیری از آسیب بیشتر ناشی از فعالیتهای ورزشی شدید در زنان، این نوع فعالیتهای در فازهای قاعدگی با سطوح بالای پروژسترون (فاز مید لوتئال) انجام پذیرد. که البته با توجه به سهم پایین پروژسترون در پیش بینی میزان پاسخ کراتین کیناز (۳۱،۸٪)، مطالعات بیشتری با حجم نمونه بالا مورد نیاز

17. Bekkelund SI. Leisure physical exercise and creatine kinase activity. The Tromsø study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2020;30(12):2437-44.
18. Friden J, Lieber RL. Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2001;171(3):321-6.
19. Bonen A, Ling WY, MacIntyre KP, Neil R, McGrail JC, Belcastro AN. Effects of exercise on the serum concentrations of FSH, LH, progesterone, and estradiol. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1979;42(1):15-23.
20. Cho GJ, Han SW, Shin J-H, Kim T. Effects of intensive training on menstrual function and certain serum hormones and peptides related to the female reproductive system. *Medicine*. 2017;96(21).
21. Matomäki P, Kainulainen H, Kyröläinen H. Corrected whole blood biomarkers—the equation of Dill and Costill revisited. *Physiological reports*. 2018;6(12):e13749.
22. Nazari M, Kordi MR, Choobineh S. The Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) on Gelatinase-A (MMP-2) Serum Levels and Muscle Damage Indices in Young Sedentary Girls. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2015;18(1):78-86.
23. Cipryan L. The effect of fitness level on cardiac autonomic regulation, IL-6, total antioxidant capacity, and muscle damage responses to a single bout of high-intensity interval training. *Journal of sport and health science*. 2018;7(3):363-71.
24. Sawai A, Mitsuhashi R, Zaboronok A, Warashina Y, Mathis BJ. Serum Creatine Kinase Increases after Acute Strength Training in College Athletes with Menstrual Irregularities. *Women*. 2021;1(2):71-9.
25. Dieli-Conwright CM, Spektor TM, Rice JC, Schroeder ET. Hormone therapy attenuates exercise-induced skeletal muscle damage in postmenopausal women. *Journal of applied physiology*. 2009;107(3):853-8.
26. Oosthuysen T, Bosch AN. The effect of gender and menstrual phase on serum creatine kinase activity and muscle soreness following downhill running. *Antioxidants*. 2017;6(1):16.
27. Iqbal S, Thomas A, Bunyan K, Tiidus PM. Progesterone and estrogen influence postexercise leukocyte infiltration in ovariectomized female rats. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2008;33(6):1207-12.
28. Romero-Parra N, Cupeiro R, Alfaro-Magallanes VM, Rael B, Rubio-Arias JÁ, Peinado AB, et al. Exercise-induced muscle damage during the menstrual cycle: a systematic review and meta-Intensity Interval Training (HIIT) in Active Girls. 2021.
6. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med*. 2007;41(10):674-8.
7. Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois J, Hogben C, Tarnopolsky M. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *Journal of applied physiology*. 2000;89(6):2325-32.
8. Thompson HS, Scordilis SP, De Souza MJ. Serum creatine kinase activity varies with ovulatory status in regularly exercising, premenopausal women. *Hormone Research in Paediatrics*. 2006;65(3):151-8.
9. Wolf MR, Fragala MS, Volek JS, Denegar CR, Anderson JM, Comstock BA, et al. Sex differences in creatine kinase after acute heavy resistance exercise on circulating granulocyte estradiol receptors. *European journal of applied physiology*. 2012;112(9):3335-40.
10. Smith-Ryan AE, Cabre HE, Eckerson JM, Candow DG. Creatine supplementation in women's health: A lifespan perspective. *Nutrients*. 2021;13(3):877.
11. Arnett MG, Hyslop R, Dennehy CA, Schneider CM. Age-related variations of serum CK and CK MB response in females. *Can J Appl Physiol*. 2000;25(6):419-29.
12. Smith I, Elton RA, Thomson WH. Carrier detection in X-linked recessive (Duchenne) muscular dystrophy: serum creatine phosphokinase values in premenarchal, menstruating, postmenopausal and pregnant normal women. *Clin Chim Acta*. 1979;98(3):207-16.
13. Romero-Parra N, Rael B, Alfaro-Magallanes VM, de Jonge XJ, Cupeiro R, Peinado AB. The effect of the oral contraceptive cycle phase on exercise-induced muscle damage after eccentric exercise in resistance-trained women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2021;35(2):353-9.
14. Cerqueira É, Marinho DA, Neiva HP, Lourenço O. Inflammatory effects of high and moderate intensity exercise—A systematic review. *Frontiers in physiology*. 2020:1550.
15. Moghadam-Kia S, Oddis CV, Aggarwal R. Approach to asymptomatic creatine kinase elevation. *Cleveland Clinic journal of medicine*. 2016;83(1):37.
16. Romero-Parra N, Barba-Moreno L, Rael B, Alfaro-Magallanes VM, Cupeiro R, Díaz ÁE, et al. Influence of the menstrual cycle on blood markers of muscle damage and inflammation following eccentric exercise. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(5):1618.

- پاسخ کراتین کیناز استروژن و پروژسترون به یک جلسه فعالیت اینتروال شدید... analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2021;35(2):549-61.
29. Aksoy AN, Toker A, Celik M, Aksoy M, Halıcı Z, Aksoy H. The effect of progesterone on systemic inflammation and oxidative stress in the rat model of sepsis. *Indian Journal of Pharmacology*. 2014;46(6):622.
30. Hornung RS, Benton WL, Tongkhuya S, Uphouse L, Kramer PR, Averitt DL. Progesterone and allopregnanolone rapidly attenuate estrogen-associated mechanical allodynia in rats with persistent temporomandibular joint inflammation. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 2020;14:26.
31. Nakagawa H, MIN KR, Nanjo K, TSURUFUJI S. Anti-inflammatory action of progesterone on carrageenin-induced inflammation in rats. *The Japanese Journal of Pharmacology*. 1979;29(4):509-14.
32. Nakamura Y, Aizawa K, Imai T, Kono I, Mesaki N. Hormonal responses to resistance exercise during different menstrual cycle states. *Medicine and science in sports and exercise*. 2011;43(6):967-73.