

Acute Effect of Running at Negative and Positive Slopes on Serum Levels of Myomesin 3 and Creatine Kinase in Inactive Women

Sharareh Zarrindast¹, Mohammad Rrza Kordi^{2*}, Siroos Choobineh³, Abbas Ali Gaeini⁴

Receive 2024 May 30; Accepted 2024 October 30

Abstract

Aim: Muscle damage occurs in not only pathological conditions (muscular dystrophy) but also physiological challenging due to eccentric exercises and causes muscle dysfunction, inflammation of muscle fibers and muscle pain. New blood biomarkers to assess exercise-induced muscle damage have attracted the attention of many researchers. The aim of this study was to determine the changes in circulating myomesin 3 fragments as a new biomarker for exercise induced muscle injury **Methodology:** 36 inactive women were selected and randomly assigned to three groups of eccentric exercise, concentric exercise and control. After a familiarization period, while the eccentric exercise group performed one session of running on a treadmill with negative slope (negative slope of 10 degrees, at 60% VO_{2max} and for 30 minutes) and concentric exercise group performed one session of running on a treadmill with positive slope (positive slope of 10 degrees, at 60% VO_{2max} and for 30 minutes), the control group had no exercise. 48 hours before and after exercise, blood sampling was taken to evaluate the effects of training response **Results:** one session of running at a negative and positive slope significantly increased serum levels of myomesin 3 and creatine kinase compared to the control group ($p \leq 0.001, p \leq 0.021$ respectively). The increase in the levels of myomesin 3 and creatine kinase in the negative slope exercise group was more than the positive inclination exercises, but this difference was not significant. **Conclusion:** One session of eccentric exercise can increase serum levels of myomesin 3 in comparison with the concentric group. It seems that myomesin 3 can be confirmed as a new biomarker of muscle injury after exercise.

Key Words: Eccentric exercises, Negative slope running, Myomesin 3, Creatine kinase, Inactive women.

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

Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.

*(corresponding author) (mrkordi@ut.ac.ir)

Cite as: Sharareh Zarrindast, Mohammad Rrza Kordi, Siroos Choobineh, Abbas Ali Gaeini. Acute Effect of Running at Negative and Positive Slopes on Serum Levels of Myomesin 3 and Creatine Kinase in Inactive Women Applied Health Studies in Sport Physiology. ????; ?(In press): ?-?.

Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

Journal ISSN (online): 2676-6507

Access Type: Open Access

DOI: 10.22049/JAHSSP.2023.28273.1543

DOR:



Extended abstract

Background

Muscle damage occurs in not only pathological conditions (muscular dystrophy) but also physiological challenging due to eccentric exercises and causes muscle dysfunction, inflammation of muscle fibers and muscle pain. muscle injuries cause disruption of the membrane, and leakage of extracellular fluid and increase the concentration of plasma enzymes such as creatine kinase and lactate dehydrogenase; Therefore, measuring the activity of these enzymes in serum is usually used to determine muscle damage in clinical evaluations. Studies reported circulating myomesin 3 protein fragments as a novel biomarker of exercise-induced muscle damage. New blood biomarkers to assess exercise-induced muscle damage have attracted the attention of many researchers. The aim of this study was to determine the changes in circulating myomesin 3 fragments as a new biomarker for exercise induced muscle injury.

Materials and Methods

The research was a semi-experimental research in terms of the method. The statistical sample of this study 36 inactive women with an average weight of $58.94 \pm .03$ that were purchased from Alzahra University.

Experimental design

36 inactive women were selected and randomly assigned to three groups of eccentric exercise, concentric exercise and control. After a familiarization period, while the eccentric exercise group performed one session of running on a treadmill with negative slope and concentric exercise group performed one session of running on a treadmill with positive slope, the control group had no exercise. 48 hours before and after exercise, blood sampling was taken to evaluate the effects of training response.

Training protocol

Eccentric exercise group: The eccentric group performed a session of running on a treadmill with a negative slope of 10 degrees, an intensity of 60% of the maximum oxygen consumption and a duration of 30 minutes.

Concentric exercise group: The concentric group performed a session of running on a treadmill with a positive slope of 10 degrees, an intensity of 60% of the maximum oxygen consumption and a duration of 30 minutes.

control group: the control group did not have any training.

Assessment of studied factors

48 hours after training session, blood sampling was done and the values of myomesin were measured with a human ELISA human kit (MercoDIA, Uppsala-Sweden) with a sensitivity of 1.25 $\mu\text{g/ml}$ and a coefficient of intra-test variation of 2.9% and blood creatine kinase values, with Creatine kinase CK-NAC (CPK) quantification kit was measured in serum without hemolysis.

Statistical analysis

One-Way ANOVA test was used to investigate the effect of interventions on serum levels of creatine kinase and myomesin-3 in the design (3x2) of three groups in two stages. Subjects' body composition variables are described as mean and standard error. In order to compare the dependent variables within the group, the correlated t-test was used. The significance level in all statistical tests was considered as $\alpha=0.05$. All statistical calculations were done by SPSS21 statistical software.

Results

one session of running at a negative and positive slope significantly increased serum levels of myomesin 3 and creatine kinase compared to the control group ($p \leq 0.001$, $p \leq 0.021$ respectively). The increase in the levels of myomesin 3 and creatine kinase in the negative slope exercise group was more than the positive inclination exercises, but this difference was not significant.

Discussion

Considering the non-significant increase of creatine kinase and myomesin 3 in eccentric exercises compared to concentric exercises in the present study, it is believed that the intensity, duration of training or the slope of the training surface was not suitable for causing more muscle damage, or the use of young subjects was affected. On the other hand, the evaluation of this index in serum or muscle tissue can affect the result. Also, blood sampling time is one of the important factors in blood factor values after exercise training. Due to the fact that in this study blood sampling was done 48 hours after the first training session, the effect of plasma volume was small and provided more accurate information of the measured

indicators, which can be a reason for the different results of the studies. More studies should be done to determine the effect of different exercises and sports activities on this muscle marker.

Article message

A session of concentric exercise activity (running on a negative slope) can increase the serum levels of Myomesin 3, similar to creatine kinase, compared to the concentric group (running on a positive slope). It seems that it can be considered as a new indicator of muscle damage aftersport activity.

Impress

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال ؟، شماره ؟

؟ و ؟؟؟؟؛ صفحات ؟-؟؟

Open Access

مقاله پژوهشی

اثر حاد دویدن در شیب منفی و شیب مثبت بر مقادیر سرمی مایومزین ۳ و کراتین کیناز در زنان غیرفعال

شهره زرین دست، محمدرضا کردی*، سیروس چوبینه، عباسعلی گائینی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۰

چکیده

هدف: آسیب عضلانی نه فقط در شرایط پاتولوژیکی بلکه به صورت فیزیولوژیکی در اثر تمرینات چالشی و تمرینات استنریک به وجود می‌آید و باعث اختلال در عملکرد عضله، التهاب تارهای عضلانی و درد عضلات می‌شود. کشف نشانگرهای زیستی خون برای ارزیابی آسیب عضلانی ناشی از ورزش توجه بسیاری از پژوهشگران را جلب کرده است. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثر حاد دویدن در شیب منفی و شیب مثبت بر مقادیر سرمی مایومزین ۳ و کراتین کیناز در زنان غیرفعال بود. **روش‌شناسی:** ۳۶ زن غیرفعال انتخاب و به طور تصادفی در سه گروه فعالیت ورزشی درون‌گرا، برون‌گرا و کنترل قرار گرفتند. پس از دوره آشناسازی، آزمودنی‌های گروه فعالیت ورزشی برون‌گرا یک جلسه فعالیت دویدن بر تردمیل با شیب منفی ۱۰درجه، شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و مدت ۳۰ دقیقه انجام دادند. گروه فعالیت ورزشی درون‌گرا یک جلسه با شدت ۶۰٪ و شیب مثبت ۱۰ به مدت ۳۰ دقیقه بر روی تردمیل دویدند. در حالی که، گروه کنترل هیچ‌گونه تمرینی نداشتند. خون‌گیری در دو مرحله ۴۸ ساعت پیش از تمرین و ۴۸ پس از تمرین انجام شد. داده‌ها با استفاده از آزمون آنکوا تجزیه و تحلیل شدند. کلیه محاسبات آماری بوسیله نرم افزار آماري SPSS21 انجام شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد یک جلسه دویدن در شیب منفی و مثبت مقادیر سرمی مایومزین ۳ و کراتین کیناز را به صورت معناداری در مقایسه با گروه کنترل افزایش داد ($p < 0.01$). افزایش مقادیر مایومزین ۳ و کراتین کیناز در گروه فعالیت ورزشی با شیب منفی بیشتر از تمرینات با شیب مثبت بود اما این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود. نتیجه‌گیری: یک جلسه فعالیت ورزشی استنریک (دویدن در شیب منفی) می‌تواند مقادیر سرمی مایومزین ۳ را مشابه کراتین کیناز در مقایسه با گروه کانسنتریک (دویدن در شیب مثبت) بیشتر افزایش دهد. به نظر می‌رسد، مایومزین ۳ می‌تواند شاخصی از آسیب عضلانی بعد فعالیت ورزشی باشد.

واژه‌های کلیدی: پیش دیابت، تمرین هوازی، قهوه سبز، ترموژن و بافت چربی زیرپوستی

نحوه ارجاع: شهره زرین دست، محمدرضا کردی، سیروس چوبینه، عباسعلی گائینی. "اثر حاد دویدن در شیب منفی و شیب مثبت بر مقادیر سرمی مایومزین ۳ و کراتین کیناز در زنان غیرفعال". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ؟؟؟؟؟ (؟)؟-؟؟؟.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۶۵۰۷-۲۶۷۶

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/JAHSSP.2023.28273.1543

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

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران، تهران، ایران.
(نویسنده مسئول):
(mrkordi@ut.ac.ir)

عنوان یک نشانگر زیستی جدید آسیب عضلانی ناشی از ورزش گزارش کردند (۱). سه ایزوform مایومیزین وجود دارد: مایومیزین ۱^۶، مایومیزین ۲^۷ و مایومیزین ۳^۸ که در عضله اسکلتی وجود دارد و ایزوform اصلی ساختار اسکلت سلولی باند M می‌باشند. مایومیزین ۳ مولکولی است که در ترکیب با تیتین ۲^۹ و میوزین در ثبات و یکپارچگی سارکومر نقش دارد. مایومیزین موجب تماس فیزیکی زنجیره سنگین میوزین، تیتین و آبسکورین می‌شود و برای توزیع نیروی انقباضی در سراسر فیلامنت‌های ضخیم مورد نیاز است (۹). فقدان میوزین یا پابانه‌ی C تیتین باعث می‌شود مایومیزین به سیتوپلاسم یا هسته جابجا شود (۱۰، ۱۱). گزارش شده است این پروتئین در تارهای عضلانی نوع IIIa بیشتر بیان می‌شود. با توجه مطالعات انجام شده نوع تمرین می‌تواند در آسیب نوع تار و رها شدن نشانگرهای آسیب عضله موثر باشند، این تارها در انقباضات برون‌گرایی عضله بیشتر مستعد آسیب هستند و به نظر می‌رسد تارهای عضلانی نوع II در این نوع انقباضات به طور انتخابی تخریب می‌شوند و قطعات مایومیزین ۳ در خون رها می‌شود (۱). پرل^{۱۰} و همکارانش (۲۰۱۹) گزارش کردند بیان بیشتر مایومیزین در آسیب سارکومر در مقایسه با کراتین کیناز شاخص خاص تری می‌باشد و ارزیابی مایومیزین به عنوان روش اولیه و خاص برای بررسی آسیب عضلانی پیشنهاد شد (۹).

روئیلن^{۱۱} و همکارانش (۲۰۱۵)، نشان دادند در قطعات پروتئین‌های ساختاری تارهای عضلانی مایومیزین ۳، در بیماران با دیستروفی عضلانی افزایش معناداری داشت که بیانگر اختلال پیشرونده عضلانی می‌باشد. با وجود این، آسیب عضلانی پس از تمرینات استرینک در موش‌ها، قطعات مایومیزین ۳ در گردش تغییری نکرد (۱۲). در مطالعه لی^{۱۳} و همکارانش (۲۰۲۱)، وجود قطعات مایومیزین ۳ در گردش به عنوان نشانگرهای بالقوه آسیب عضلانی پس از تمرینات برون‌گرا معرفی شدند (۱). با وجود پژوهش‌های اندکی که در این خصوص انجام شده، و با توجه به نتایج متفاوت پژوهش‌های انجام شده که می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد و همچنین، اهمیت پروتئین مایومیزین بویژه ایزوform شماره ۳ آن که به عنوان شاخص خاص تر آسیب عضلانی در مقایسه با کراتین کیناز معرفی شده است (۹) ارزیابی این پروتئین به عنوان نشانگر آسیب عضلانی نیاز به مطالعات جامع و گسترده تری دارد که تا کنون انجام نشده است.

از طرفی، تاثیر عواملی مثل شدت و مدت تمرین بر پارامترهای فیزیولوژیکی مختلف به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است، با وجود این، عوامل بیومکانیکی مثل شیب سطح دویدن که می‌تواند نقش مهمی در پاسخ‌های فیزیولوژیکی سیستم اسکلتی عضلانی ایفا کند، به

مقدمه

آسیب عضلانی نه فقط در شرایط پاتولوژیکی (دیستروفی عضلانی^۱)، بلکه به صورت فیزیولوژیکی در اثر تمرینات چالشی و تمرینات برون‌گرا به وجود می‌آید و باعث اختلال در عملکرد عضله، التهاب تارهای عضلانی و درد عضلات می‌شود (۱). فشار مکانیکی و متابولیکی ناشی از این تمرینات باعث آسیب غشای سلول عضلانی، بافت همبند و بافت عصبی، ایجاد احساس درد و کاهش قدرت عضلانی، کوفتگی عضلانی تأخیری^۲ می‌شود و عملکرد ورزشکار را در تمرینات بعدی دچار مشکل می‌کند (۲). آسیب عضلانی ناشی از انقباض برون‌گرا^۳ با افزایش واکنش‌های آنزیمی^۴ و میانجی‌های التهابی مثل پروستوگلایدین‌ها، لکوترین‌ها و ترمبوکسان‌ها همراه هستند و مسیرهای لیپوکسیژنازها مرتبط با افزایش تغییرپذیری عروق، ادراک درد و حساسیت پذیری نرون‌های اوران III و IV را فعال می‌کند (۴). برخی پژوهش‌ها این درد را ناشی از آسیب‌های بافت همبند می‌دانند که به دلیل ارتباط نزدیک با عضلات تحت فشار درگیر و دچار آسیب می‌شوند (۵، ۶). کاهش عملکرد ورزشکاران و اهمیت ارزیابی آسیب‌های عضلانی متعاقب این نوع از تمرینات، توجه پژوهشگران را به شناسایی نشانگرهای جدید زیستی جلب کرده است تا با شناسایی این نشانگرهای دقیق بتوانند بزرگی آسیب‌های عضلانی و علائم ناشی از آن را تعیین کنند (۱). افزایش سطح آنزیم کراتین کیناز (CK)^۴، لاکتات دهیدروژناز، هیدروکسی پرولین، هیدروکسی لیزین، کراتینین، و آمینوترانسفرازها در خون از نشانگرهای بیوشیمیایی آسیب غشای سلول معرفی شدند (۷، ۸).

آسیب‌های عضله باعث اختلال در غشا، و نشت مایع خارج سلولی و افزایش غلظت آنزیم‌های پلاسمای مثل کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می‌شود؛ از این رو، اندازه‌گیری فعالیت این آنزیم‌ها در سرم معمولاً برای تعیین آسیب عضلانی در ارزیابی‌های بالینی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۵). در علم نوین، با پیشرفت در فن‌آوری پروتئومیک (روشی برای تجزیه و تحلیل گسترده بیان پروتئین)، می‌توان نشانگرهای زیستی را به صورت دقیق شناسایی کرد. در حال حاضر چند مطالعه با این روش، نشانگرهای زیستی آسیب عضلانی در بیماران مبتلا به دژنراتیو عضلانی و در ورزشکارانی که فعالیت‌های ورزشی استرینک انجام می‌دادند، را مورد بررسی قرار دادند و قطعات پروتئین مایومیزین ۳^۵ در گردش خون را به

^۷ Myomesin 2

^۸ Myomesin 3

^۹ Titin 2

^{۱۰} Prill

^{۱۱} Rouillon

^{۱۳} Lee

^۱ Muscular dystrophy

^۲ Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)

^۳ Eccentric

^۴ Creatine kinase

^۵ Myomesin 3

^۶ Myomesin 1



سرعت و شیب دویدن با استفاده از معادله دویدن ACSM در نظر گرفته شد که برای معادل سازی هزینه کار و انرژی دویدن در سرازیری (شیب منفی) و سربالایی (شیب مثبت) استفاده می شود. به این منظور از معادله ACSM برای سنجش VO2max استفاده شد و شدت در محدوده ۶۰٪ VO2max در نظر گرفته شد (۱۴).

$$VO2max = (0.2 \cdot Speed) + (0.9 \cdot Speed \cdot Grade) + 3.5$$

جدول ۱. برنامه یک وهله فعالیت ورزشی استریک و کانستریک

کانستریک	استریک	
۶۰	۶۰	شدت (درصدی از حداکثر اکسیژن مصرفی)
۳۰	۳۰	مدت (دقیقه)
+۱۰	-۱۰	شیب

۴۸ ساعت پس از جلسه ی تمرینی خونگیری انجام و مقادیر مایومیزین با کیت انسانی الایزا انسانی (شرکت مرکودیا، آپسالا - سوئد) با حساسیت ۱/۲۵ میکروگرم بر میلی لیتر و ضریب تغییرات درون آزمونی ۲/۹٪ و مقادیر کراتین کیناز خون، با کیت تعیین کمی کراتین کیناز CK-NAC (CPK) در سرم بدون همولیز اندازه گیری شد.

روش های آماری

جهت بررسی تاثیر مداخلات بر سطوح سرمی کراتین کیناز و مایومیزین-۳ در طرح (۲×۳) سه گروه در دو مرحله از آزمون آنکوای یکطرفه استفاده شد. متغیرهای ترکیب بدنی آزمودنی ها به صورت میانگین و خطای استاندارد توصیف شده اند. به منظور مقایسه درون گروهی متغیرهای وابسته از آزمون تی همبسته استفاده شد. سطح معنی داری در تمامی آزمون های آماری برابر ۰/۰۵=α در نظر گرفته شد. کلیه محاسبات آماری بوسیله نرم افزار آماری SPSS21 انجام شد.

یافته ها

پیش فرض های آماری دو آزمون آنکووا و تی همبسته نظیر نرمال بودن توزیع داده ها، نبودن داده های پرت، همگونی شیب رگرسیون و ... همگی برقرار بودند.

جدول ۲. توصیف متغیرهای ترکیب بدنی آزمودنی ها

متغیر	گروه	M±SE	سطح معنی داری
قد (m)	درون گرا	۱/۶۴±۰/۰۴	۰/۴۰۲
	برون گرا	۱/۶۳±۰/۰۲	
	کنترل	۱/۶۳±۰/۰۳	

خوبی مطالعه نشده اند (۲۲). دویدن در سراسیبهی یک مدل تمرینی کل بدن است که پیامدهای فیزیولوژیکی فعالیت های عضلانی برون گرا و آسیب های عضلانی را مورد بررسی قرار می دهد. دویدن در سراسیبهی بخشی از دویدن در رشته های ورزشی مثل دویدن جاده ای و غیرجاده ای می باشد که می تواند آسیب های عضلانی ایجاد کند و باعث کاهش عملکرد شود (۱۳). مطالعه آسیب های عضلانی در این پروتکل ها می تواند به مربیان در زمان بندی تمرینات و چگونگی ریکاوری ورزشکاران کمک کند. علاوه بر این، اثرات فعالیت بدنی بر عملکرد عضلانی ممکن است به ویژه به میزان تحرک و فعالیت بدنی افراد مرتبط باشد، زیرا ممکن است افراد به دلیل بی تحرکی، سازگاری بیشتری را تجربه کنند (۲۱). بنابراین، هدف پژوهش حاضر مقایسه اثر فعالیت ورزشی درون گرا^{۱۳} و برون گرا بر مقادیر سرمی مایومیزین^۳ و کراتین کیناز به عنوان شاخص های آسیب، درد عضلانی و سازگاری در زنان غیر فعال است.

روش پژوهش پژوهش حاضر پژوهشی کاربردی بوده که

به صورت نیمه تجربی و با طرح پیش آزمون و پس آزمون انجام شد. پس از فراخوان اولیه بر مبنای ملاک ها و مشخصات ورود به مطالعه بر اساس هدف پژوهش، تعداد ۳۶ زن جوان سالم غیرفعال بدون هیچگونه سابقه فعالیت ورزشی انتخاب شدند. حجم نمونه بوسیله نرم افزار G-Power و بر مبنای شاخص های آماری به دست آمده از پژوهش های پیشین تعیین شد. آزمودنی ها به صورت تصادفی در ۳ گروه ۱۲ نفری تمرینات برون گرا و تمرینات درون گرا و کنترل قرار گرفتند. آزمودنی ها شش ماه قبل از اجرای پژوهش هیچ فعالیت ورزشی نداشتند. هیچ گونه آسیب عضلانی و بیماری نرولوژیکی در اندام های فوقانی و تحتانی و همچنین، مصرف داروهای ضد التهابی استروئیدی و غیر استروئیدی و مکمل های آنتی اکسیدانی نداشتند. همگی دانشجو بودند و برنامه غذایی یکسانی داشتند. افزون بر این، یک هفته قبل و بعد از اجرای جلسه ی تمرینی از هرگونه فعالیت سنگین عضلانی و مصرف مکمل ها و دارو ها به خصوص مسکن ها و کافئین منع شدند.

برنامه تمرینی

۴۸ ساعت پس از خونگیری اول، آزمودنی های گروه فعالیت ورزشی برون گرا، یک جلسه ی تمرینی بر روی شیب -۱۰ و با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و در مدت زمان ۳۰ دقیقه انجام دادند و آزمودنی های گروه فعالیت ورزشی کانستریک، یک جلسه ی تمرینی بر روی شیب +۱۰ و با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و در مدت زمان ۳۰ دقیقه انجام دادند. گروه کنترل هیچگونه فعالیتی نداشتند و سپس، ۴۸ ساعت پس از جلسه تمرینی، خونگیری دوم انجام شد.

اثر حاد دوپین در شیب منفی و شیب مثبت بر...

۷ □

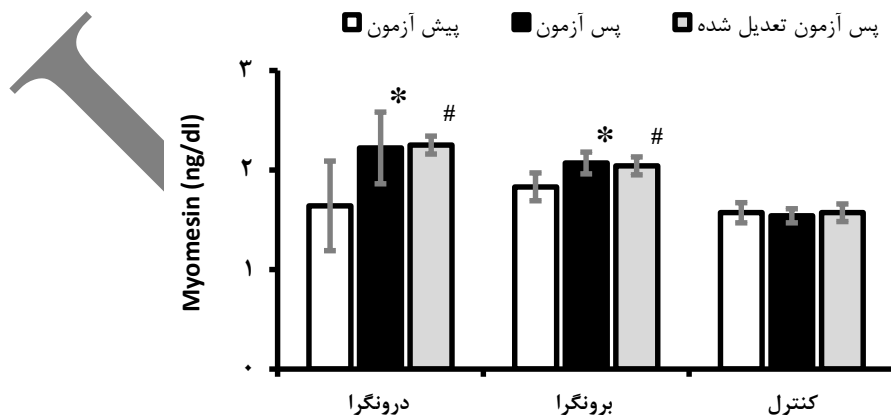
وجود ندارد ($P > 0.05$). همچنین، نتایج آزمون آنکوا بیانگر این بود که بین میانگین تعدیل شده مایومزین ۳ گروه‌های پژوهش تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد [$F_{(1,33)} = 5/59, P = 0.024, \eta^2 = 0.14$]. نتایج آزمون بونفرونی نشان داد که تمرینات دروان گرا و برون گرا بصورت معنی‌داری موجب افزایش سطوح سرمی مایومزین ۳ در زنان سالم غیر ورزشکار شده‌اند ($P < 0.05$). در حالی که بین تاثیر این دو نوع تمرین بر مقادیر مایومزین ۳ تفاوت آماری معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0.05$). نتایج آزمون تی همبسته جهت مقایسه درون گروهی نیز حاکی از این بود که سطوح سرمی کراتین کیناز و مایومزین ۳ در گروه‌های تمرینات درون گرا و برون گرا از پیش‌آزمون به پس‌آزمون بصورت معنی‌داری افزایش یافته است ($P < 0.05$). درحالی‌که در گروه کنترل از پیش‌آزمون به پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری نداشته است ($P > 0.05$).

متغیر	گروه	$M \pm SE$	سطح معنی‌داری
وزن (Kg)	درون گرا	54/93 ± 0/04	0/425
	برون گرا	58/49 ± 0/02	
	کنترل	57/42 ± 0/03	
شاخص توده بدن (kg/m^2)	درون گرا	20/23 ± 1/62	0/235
	برون گرا	22/41 ± 1/82	
	کنترل	21/42 ± 1/95	

نتایج آزمون آنکوا حاکی از این بود که بین میانگین تعدیل شده کراتین کیناز گروه‌های پژوهش تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد [$F_{(1,33)} = 5/59, P = 0.024, \eta^2 = 0.14$]. آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تمرینات دروان گرا و برون گرا بصورت معنی‌داری موجب افزایش سطوح سرمی کراتین کیناز زنان سالم غیر ورزشکار شده‌اند ($P < 0.05$). اما، بین تاثیر این دو نوع تمرین بر مقادیر کراتین کیناز تفاوت معنی‌داری

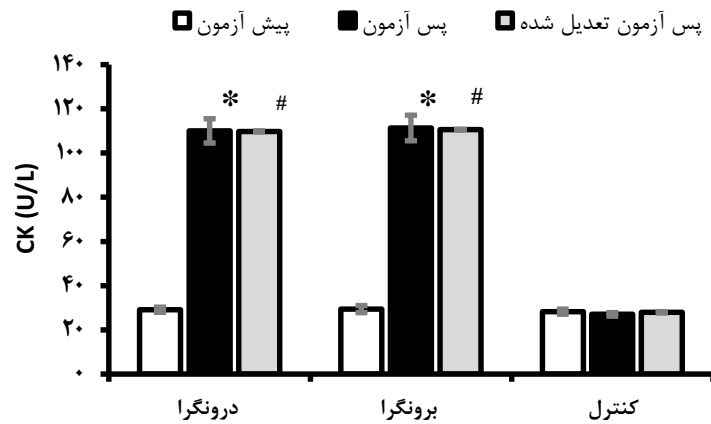
جدول ۳. توصیف پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پس‌آزمون تعدیل شده کراتین کیناز و مایومزین

متغیر	گروه	پیش‌آزمون $M \pm SE$	پس‌آزمون $M \pm SE$	پس‌آزمون تعدیل شده $M \pm SE$	Δ (Post-Pre)
کراتین کیناز (U/L)	درون گرا	29/08 ± 1/18	110/03 ± 5/51	109/79 ± 4/35	80/95 ± 4/69
	برون گرا	29/39 ± 1/55	111/28 ± 5/78	110/61 ± 4/35	81/89 ± 5/56
	کنترل	28/22 ± 1/18	26/99 ± 0/84	27/91 ± 4/36	-1/22 ± 1/63
مایومزین ۳ (ng/dl)	درون گرا	1/64 ± 0/45	2/22 ± 0/36	2/25 ± 0/09	0/59 ± 0/16
	برون گرا	1/83 ± 0/14	2/07 ± 0/11	2/04 ± 0/09	0/24 ± 0/10
	کنترل	1/57 ± 0/1	1/54 ± 0/07	1/57 ± 0/09	-0/02 ± 0/13



* تفاوت معنی‌داری دار با پیش‌آزمون ($P < 0.05$), # تفاوت معنی‌داری دار میانگین تعدیل شده با گروه کنترل ($P < 0.05$)

شکل ۱. تغییرات مایومزین در گروه‌ها و مراحل



* تفاوت معنی دار با پیش آزمون ($P < 0.05$), # تفاوت معنی دار میانگین تعدیل شده با گروه کنترل ($P < 0.05$)

شکل ۲. تغییرات کراتینین کیناز در گروه ها و مراحل

بحث

بعد از فعالیت مقاومتی افزایش (۱۵) می‌یابد. همچنین، نشان داده شده است مقادیر کراتینین کیناز در یک فعالیت فزاینده در مقایسه با قبل تمرین و در طی جلسه اول افزایش می‌یابد. یکی از دلایل افزایش کراتینین کیناز پس از فعالیت حاد افزایش کاتابولیسم پروتئین عضلانی می‌باشد (۱۴, ۱۶). افزایش مقادیر کراتینین کیناز، ۴۸ ساعت بعد از اولین جلسه تمرینی (پس از فعالیت حاد) در همه گروه‌ها در مطالعه حاضر می‌تواند تأییدی بر این موضوع باشد. همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد گروه تمرین با شیب منفی در مقایسه با سایر گروه‌ها باعث افزایش بیشتر کراتینین کیناز شد. پژوهش‌ها افزایش کراتینین کیناز بعد از انقباضات برونگرا را به دلیل از هم گسیختگی ساختار عضلانی و ایسکیمی ناشی از آن گزارش کردند (۱۷) که به نظر می‌رسد با سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها ارتباط تنگاتنگ دارد. در این پژوهش به دلیل اینکه آزمودنی‌ها افرادی غیر فعال بودند احتمال افزایش آسیب عضلانی و تغییر شاخص‌های آنتی اکسیدانی با یک جلسه فعالیت ورزشی وجود داشت. در حالی که، پژوهش‌هایی که بر روی ورزشکاران انجام شده است، گزارش کردند انجام یک جلسه فعالیت ورزشی موجب تغییر معنادار شاخص‌های ذکر شده نشده است (۱۸). بنابراین، به نظر می‌رسد نوع انقباض، جنس، سن، وضعیت سلامت و وضعیت آمادگی بدنی آزمودنی‌ها در نوسانات این آنزیم‌ها موثر باشد (۱۹). همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد پس از فعالیت حاد در متغیر مایومیزین ۳ بین گروه‌های فعالیت در شیب مثبت و شیب منفی در مقایسه با پیش آزمون و گروه کنترل افزایش معناداری وجود دارد. تفاوت معناداری بین گروه‌های تمرینی در مقادیر مایومیزین ۳ یافت نشد. با وجود این، افزایش مقادیر مایومیزین ۳ در تمرینات استریک بیشتر از تمرینات

هدف از پژوهش بررسی اثر فعالیت ورزشی هوازی دویدن در شیب منفی و مثبت (برونگرا و درونگرا) بر مقادیر سرمی پروتئین‌های مایومیزین ۳ و کراتینین کیناز (CPK) در زنان غیر فعال بود. مایومیزین مولکولی است که مشابه تیتین از ثبات سارکومر محافظت می‌کند و به عنوانی شاخصی از آسیب و سازگاری عضلانی پیشنهاد شده است (۲۱). بیان مایومیزین ۳ عمدتاً در تارهای عضلانی اسکلتی نوع ۲ رخ می‌دهد و پیشنهاد شد با توجه به این که تمرینات برونگرا تارهای نوع ۲ بیشتری را درگیر می‌کند و باعث آسیب عضلانی می‌شود، مشاهده مایومیزین ۳ در خون پس از این نوع از تمرینات می‌تواند شاخصی از آسیب عضلانی باشد (۱). بنابراین، پژوهش حاضر با مطالعه اثر شیب سطح تمرینی در دو نوع تمرین هوازی برونگرا و درونگرا، و سنجش مایومیزین ۳ در کنار کراتینین کیناز به عنوان شاخص مهمی از آسیب عضلانی، به بررسی بیشتر این پروتئین به عنوان شاخصی از آسیب و سازگاری عضلانی بپردازد. نتایج پژوهش نشان داد مقادیر شاخص آسیب عضلانی کراتینین کیناز پس از فعالیت حاد در بین گروه‌های تمرینی با شیب مثبت و منفی افزایش، و در مقایسه با پیش آزمون و همچنین، در مقایسه با گروه کنترل معنادار بود. در بین گروه‌های تمرینی تفاوت معنادار دیده نشد. با وجود این، مقادیر کراتینین کیناز پس از فعالیت حاد در گروه فعالیت ورزشی استریک در مقایسه با کانسنتریک افزایش بیشتری نشان داد که معنادار نبود. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌هایی که نشان دادند مقادیر کراتینین کیناز بعد از فعالیت افزایش می‌یابد همسو است (۱۴, ۱۵). به طور مثال، فروغی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود نشان دادند مقادیر آنزیم کراتینین کیناز



یکی از شاخص‌های آسیب عضلانی مورد توجه سایر پژوهشگران قرار گیرد. مطالعات بیشتری باید انجام شود تا اثر تمرینات و فعالیت‌های ورزشی مختلف بر این نشانگر عضلانی بیشتر مشخص شود.

نتیجه‌گیری

یک جلسه فعالیت ورزشی استریک (دویدن در شیب منفی) می‌تواند مقادیر سرمی مایومیزین ۳ را مشابه کراتین کیناز در مقایسه با گروه کانستریک (دویدن در شیب مثبت) افزایش بیشتری دهد. به نظر می‌رسد، می‌تواند به عنوان یک شاخص جدید آسیب عضلانی بعد از فعالیت ورزشی در نظر گرفته شود.

تقدیر و تشکر

در پایان از کلیه شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر که همکاری صمیمانه‌ای با پژوهشگران داشتند تشکر و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافی برای نویسندگان وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان:

همه نویسندگان استانداردهای نگارش را بر اساس توصیه‌های کمیته بین‌المللی ویراستاران مجلات پزشکی (ICMJE) رعایت کردند.

ملاحظات اخلاقی

روند اجرا و پروتکل این پژوهش با کد IR.UT.SPORT.REC.1402.003 مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه الزهرا قرار گرفت.

Cochrane Database of Systematic Reviews. 2017(12).

4. Halliwell B. The antioxidant paradox: less paradoxical now? *British journal of clinical pharmacology*. 2013;75(3):637-44.

5. Sonkodi B, Berkes I, Koltai E. Have we looked in the wrong direction for more than 100 years? Delayed onset muscle soreness is, in fact, neural microdamage rather than muscle damage. *Antioxidants*. 2020;9(3):212.

6. Wilke J, Behringer M. Is “delayed onset muscle soreness” a false friend? The potential implication of the fascial connective tissue in

کانستریک بود. از آنجایی که مطالعات انجام شده در حیطه فعالیت ورزشی و مایومیزین ۳- خیلی محدود است، بنابراین، نتیجه‌گیری درباره علل این نتایج دشوار است. در رابطه با آسیب عضلانی ناشی از فعالیت، گزارش شده است که مایومیزین-۳ پس از یک مسابقه حاد دویدن در سراسیمی در موش‌ها تغییری نمی‌کند (۱۲). این نتایج با نتایج پژوهش حاضر که نشان داد در همه گروه‌ها بعد از اولین جلسه تمرینی (پس از فعالیت (حاد)) میزان مایومیزین ۳ افزایش می‌یابد در تضاد است که علت آن را می‌توان تفاوت در نوع آزمودنی (موش یا انسان) و تفاوت در نوع تارهای عضلانی انسان و موش، بیان کرد. در حالی که، لی و همکارانش (۲۰۲۱) در پژوهش خود گزارش کردند، مقادیر بیان مایومیزین-۳ تا ۹۶ ساعت بعد از یک وهله فعالیت برونگرا افزایش نشان داد (۱). با توجه به پیشینه موجود امکان نتیجه‌گیری دقیق‌تر میسر نمی‌باشد، با وجود این، آسیب به سارکولما باعث نشت پروتئین‌های داخل سلولی به خون می‌شود و یکی از دلایل اصلی افزایش پروتئین‌های سیتوپلاسمیک به خون تمرینات برونگرا است. آسیب عضلانی در جلسات اول تمرینی و به ویژه در افراد تمرین نکرده بیشتر می‌باشد و می‌تواند میزان شاخص‌های آسیب عضلانی مثل کراتین کیناز و مایومیزین ۳ را افزایش دهد. با توجه به افزایش غیر معنی‌دار کراتین کیناز و مایومیزین ۳ در تمرینات برونگرا در مقایسه با تمرینات درونگرا در مطالعه حاضر گمان می‌رود شدت، مدت تمرینی و یا شیب سطح تمرینی برای ایجاد آسیب عضلانی بیشتر مناسب نبوده است و یا استفاده از آزمودنی‌های جوان با نژادهای متفاوت بر نتایج مورد انتظار تاثیر گذاشته است. از طرفی، ارزیابی این شاخص در سرم یا بافت عضله می‌تواند بر نتیجه اثرگذار باشد. همچنین، زمان خونگیری یکی از عوامل مهم در مقادیر فاکتورهای خونی پس از فعالیت ورزشی می‌باشد. با توجه به این که در این مطالعه خونگیری ۴۸ ساعت پس از اولین جلسه تمرینی انجام شد اثر حجم پلاسما کم و اطلاعات دقیق‌تری از شاخص‌های اندازه‌گیری شده در اختیار قرار داد که می‌تواند دلیلی بر نتایج متفاوت مطالعات باشد. توصیه می‌شود در مطالعات آینده این موارد مورد نظر قرار گیرد. با وجود این، با توجه به افزایش مایومیزین مشابه کراتین کیناز به نظر می‌رسد مایومیزین می‌تواند به عنوان

Reference

1. Lee M, Shin J, Kato T, Kanda K, Oikawa S, Sakuma J, et al. An acute eccentric exercise increases circulating myomesin 3 fragments. *The Journal of Physiological Sciences*. 2021;71:1-6.
2. Yoon W-Y, Lee K, Kim J. Curcumin supplementation and delayed onset muscle soreness (DOMS): effects, mechanisms, and practical considerations. *Physical Activity and Nutrition*. 2020;24(3):39.
3. Ranchordas MK, Rogerson D, Soltani H, Costello JT. Antioxidants for preventing and reducing muscle soreness after exercise.

resistance exercise in male athletes. *Journal of Sport Biosciences*. 2015;7(4):635-47. (In Persian)

16. Baradaran B, Tartibian B, Baghaiee B, Monfaredan A. Correlation between superoxide dismutase 1 gene expression with lactate dehydrogenase enzyme and free radicals in female athletes: effects of incremental intensity exercises. *Tehran University Medical Journal*. 2012;70(4). (In Persian)

17. Mirdar S, Nobahar M. The effects of progressive exercise training on some of muscle damage enzymes in active girls. *Metabolism and Exercise*. 2012;2(1). (In Persian)

18. Kashef M, Nameni F. The effect of static stretching trainings derived from eccentric contractions on delayed onset muscle soreness. *Persian Olympic*. 2003;10(3):12-21. (In Persian)

19. McAnulty SR, McAnulty LS, Nieman DC, Morrow JD, Utter AC, Dumke CL. Effect of resistance exercise and carbohydrate ingestion on oxidative stress. *Free radical research*. 2005;39(11):1219-24.

post-exercise discomfort. *International journal of molecular sciences*. 2021;22(17):9482.

7. Homonko DA, Theriault E. Downhill running preferentially increases CGRP in fast glycolytic muscle fibers. *Journal of Applied Physiology*. 2000;89(5):1928-36.

8. Schuler B, Rieger G, Gubser M, Arras M, Gianella M, Vogel O, et al. Endogenous α -calcitonin-gene-related peptide promotes exercise-induced, physiological heart hypertrophy in mice. *Acta physiologica*. 2014;211(1):107-21.

9. Prill K, Carlisle C, Stannard M, Windsor Reid PJ, Pilgrim DB. Myomesin is part of an integrity pathway that responds to sarcomere damage and disease. *PLoS One*. 2019;14(10):e0224206.

10. Reddy KB, Fox JE, Price MG, Kulkarni S, Gupta S, Das B, et al. Nuclear localization of Myomesin-1: possible functions. *Journal of muscle research and cell motility*. 2008;29:1-8.

11. Wang X, Liu X, Wang S, Luan K. Myofibrillogenesis regulator 1 induces hypertrophy by promoting sarcomere organization in neonatal rat cardiomyocytes. *Hypertension Research*. 2012;35(6):597-603.

12. Rouillon J, Poupiot J, Zocovic A, Amor F, Léger T, Garcia C, et al. Serum proteomic profiling reveals fragments of MYOM3 as potential biomarkers for monitoring the outcome of therapeutic interventions in muscular dystrophies. *Human molecular genetics*. 2015;24(17):4916-32.

13. Wang Y, Zhang L, Jia L, Liu J, Liu K, Feng Q, et al. Calcitonin gene-related peptide in aerobic exercise induces collateral circulation development in rat ischemia myocardium. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2016;82:561-7.

14. Koutlianos N, Dimitros E, Metaxas T, Cansiz M, Deligiannis A, Kouidi E. Indirect estimation of VO₂max in athletes by ACSM's equation: valid or not? *Hippokratia*. 2013;17(2):136.

15. Frughi Pordanjani A, Ebrahimi M, Haghshenas R. The effect of acute caffeine consumption on plasma creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) after a session of

