

Effect of a Formal Fencing Tournament on Levels of Muscle Damage Markers in Fencer Females

Baharak Moradi Kelardeh ^{1*} 

1. Ph.D. in Sport Physiology, Sama Technical and Vocational Training College, Islamic Azad University, Esfahan (Khorasgan) Branch, Esfahan, Iran

Received: 2019.October.12 Revised: 2020.February.11 Accepted: 2020.March.7 Published Online: 2020.March.10

ABSTRACT

Background and Aims: Muscle injury during and after the competition affects the athletes' performance. The purpose of the present study was to investigate the effect of a fencing tournament on the levels of muscle damage markers in fencer females.

Materials and Methods: In a semi-experimental research, 20 fencer females (mean age: 21.59 ± 4.03 years, body mass index 20.79 ± 3.13 kg.m⁻², and mean VO_{2max} 41.01 ± 4.98 ml.kg⁻¹.min⁻¹) were selected purposefully and randomly divided into experimental and control groups. The experimental group competed fencing periodically and single-off. Blood samples were obtained before, immediately after, 24, and 48 hours after the tournament.

Results: The results showed that the differences in CK levels were significant before and immediately after, before and 24 hours after, before and 48 hours later, immediately after and 24 hours later, and 24 hours and 48 hours after the tournament ($p < 0.05$). The differences between CK levels immediately after and 48 hours after the tournament were not significant ($p > 0.05$). Differences in the levels of LDH before and immediately after, immediately after and 24 hours later, and immediately after and 48 hours after the tournament were significant ($p < 0.05$), but before, 24 hours and 48 hours after the tournament, and 24 hours later and 48 hours after it ($p > 0.05$) were not significant.

Conclusion: The findings showed that a tournament can also lead to muscle damage in experienced fencers. Coaches and fencers can simulate the time and intensity of competitions in their workouts in order to be more adaptable to the muscles and reduce muscle injury.

Keywords: Fencing; Muscle damage; Creatine kinase; Lactate dehydrogenase

How to cite this article: Baharak Moradi Kelardeh. Effect of a Formal Fencing Tournament on Levels of Muscle Damage Markers in Fencer Females. J Rehab Med. 2021; 9(4):9-18.

*Corresponding Author: Baharak Moradi Kelardeh. Sama Technical and Vocational Training College, Islamic Azad University, Esfahan (Khorasgan) Branch, Esfahan, Iran
Email: km_baharak@yahoo.com

تأثیر رقابت رسمی شمشیربازی بر نشانگرهای آسیب عضلانی در زنان شمشیرباز

بهارک مرادی کلارده^{۱*}

۱- دکتری فیزیولوژی ورزش، آموزشکده فنی و حرفه‌ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

پذیرش مقاله ۱۳۹۸/۱۲/۱۷

بازنگری مقاله ۱۳۹۸/۱۱/۲۲

دریافت مقاله ۱۳۹۸/۰۷/۲۰

چکیده

مقدمه و اهداف: آسیب عضلانی حین و پس از مسابقات، عملکرد ورزشکاران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر یک دوره مسابقات رسمی شمشیربازی بر سطوح نشانگرهای آسیب عضلانی در زنان شمشیرباز بود. **مواد و روش‌ها:** در یک کارآزمایی نیمه‌تجربی ۲۰ زن شمشیرباز با میانگین سن $21/59 \pm 4/03$ سال، شاخص توده بدن $20/3 \pm 79/13$ کیلوگرم بر متر مربع و حداکثر اکسیژن مصرفی $41/01 \pm 4/98$ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه به صورت هدفمند انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند؛ گروه تجربی به‌صورت دوره‌ای و تک‌حذفی به رقابت شمشیربازی پرداختند. خونگیری قبل، بلافاصله بعد، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از مسابقات انجام شد. **یافته‌ها:** یافته‌ها نشان داد که تفاوت سطوح کراتین کیناز قبل و بلافاصله بعد، قبل و ۲۴ ساعت بعد، قبل و ۴۸ ساعت بعد، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد و ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت پس از مسابقات ($p < 0/05$) معنادار بود. تفاوت بین سطوح کراتین کیناز بلافاصله بعد و ۴۸ ساعت پس از مسابقات معنادار نبود ($p > 0/05$). تفاوت سطوح لاکتات دهیدروژناز قبل و بلافاصله بعد، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد و بلافاصله بعد و ۴۸ ساعت پس از مسابقات معنادار بود ($p < 0/05$)، اما قبل و ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت بعد از مسابقات و ۲۴ ساعت بعد و ۴۸ ساعت پس از آن ($p < 0/05$) معنادار نبود. **نتیجه‌گیری:** یافته‌ها نشان داد یک دوره مسابقات می‌تواند در شمشیربازان با سابقه نیز منجر به آسیب عضلانی گردد. مربیان و شمشیربازان می‌توانند جهت سازگاری بیشتر عضلات و کاهش آسیب‌های عضلانی مسابقات، در برنامه‌های تمرینی خود زمان و شدت مسابقات را شبیه‌سازی نمایند.

واژه‌های کلیدی: شمشیربازی؛ آسیب عضلانی؛ کراتین کیناز؛ لاکتات دهیدروژناز

نویسنده مسئول: دکتر بهارک مرادی کلارده. دکتری فیزیولوژی ورزش، آموزشکده فنی و حرفه‌ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

آدرس ایمیل: km_baharak@yahoo.com

مقدمه و اهداف

ملی پوش گردید.^[۱۱] سانگسیر سوان^۳ و همکاران به بررسی آسیب عضلانی حین تمرین و پس از مسابقه بوکسورهای تایلندی پرداختند؛ نتایج نشان داد در سرم خون بوکسورهای گروه تجربی سطوح AST و CK، LDH به طور معناداری بالاتر از گروه کنترل بود.^[۱۲]

شمشیربازی یکی از رشته‌های ورزشی پرتحرک با حرکات بسیار سریع و انفجاری است که می‌تواند منجر به وقوع آسیب عضلانی گردد. علاوه بر حرکات مختلف درون‌گرا و برون‌گرا در این ورزش، به سبب برخورد شمشیر به بدن ورزشکاران تا حدودی کبودی و کوفتگی نیز حاصل می‌گردد (مخصوصاً در روزهای مسابقات که شمشیرباز در چندین مسابقه پی‌درپی شرکت می‌کند). همچنین به دلیل سرعت فوق‌العاده بالای این ورزش، گاهی در صدم ثانیه‌های آخر، اتفاقات خارق‌العاده‌ای رخ می‌دهد. اگر یک شمشیرباز عوامل محدودکننده فعالیت جسمانی را به حداقل برساند و ذهن خود را متمرکز راهبرد بازی کند، موفقیت او محتمل‌تر خواهد شد. در پژوهش حاضر، محقق به دنبال پاسخ به این پرسش بود که آیا مسابقات رسمی شمشیربازی منجر به تغییر سطوح نشانگرهای آسیب عضلانی خواهد شد یا خیر. اگر تفاوت سطوح نشانگرهای آسیب عضلانی در شمشیربازان پس از مسابقه معنادار باشد، می‌توان در پژوهش‌های بعدی به دنبال راه‌هایی جهت کنترل این امر و بهبود عملکرد و کاهش دوره بازگشت به حالت اولیه بود که این موارد برای شمشیربازان حرفه‌ای و مربیان آنها اهمیت حیاتی دارد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و کاربردی بود. جامعه آماری این پژوهش را ۶۴ نفر از شمشیربازان زن شرکت‌کننده در لیگ دسته یک کشور تشکیل دادند. نمونه آماری شامل ۲۰ بازیکن شمشیرباز زن بود که به صورت نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

اطلاعات توصیفی و ویژگی‌های فیزیکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

میزان حداکثر اکسیژن مصرفی (Volume Oxygen Maximum: VO_{2max}) از فرمول زیر که مختص زنان است، محاسبه گردید^[۱۳]:

$$\text{ساعت/مایل} \times (4/47) + (\text{وزن} \times 0/193) - (0/1453 \times \text{سرعت به})$$

معیارهای ورود به تحقیق حاضر شامل داشتن سه سال سابقه فعالیت در ورزش شمشیربازی و تمرین به صورت حداقل سه روز در هفته در نظر گرفته شد. معیارهای خروج از تحقیق حاضر، مصرف دارو و مکمل، استعمال دخانیات،

آسیب عضلانی منجر به ظاهر شدن پروتئین‌های درون سلولی در خون می‌گردد که در درازمدت باعث کاهش قدرت تولیدی، کاهش انعطاف‌پذیری و کاهش سرعت پویای عضلات می‌گردد.^[۱۱] تمرین در سطح مسابقات با توجه به کم‌آبی، تخلیه مواد مغذی بدن، آسیب عضلانی، التهاب و افزایش تولید رادیکال‌های آزاد همیشه عامل سلامتی بدن نیست.^[۱۲] رادیکال‌های آزاد ترکیبات واکنشی طبیعی است که در بدن انسان تولید می‌شود و می‌تواند اثرات مثبت (بر سیستم ایمنی و دفاع آنتی‌اکسیدانی) یا منفی (اکسیداسیون چربی، پروتئین و DNA) بر عملکرد ورزشکار بر اساس بار کار و شرایط فیزیولوژیکی فرد داشته باشد.^[۱۳] برای محدود نمودن اثرات مضر رادیکال‌های آزاد در ورزش شدید بدن نیازمند سیستم‌های دفاع آنزیمی (مانند کاتالاز، گلوکاتیون پراکسیداز، سوپراکساید دیسموتاز) و سیستم‌های دفاع غیر آنزیمی (مانند ویتامین‌های A, C, E) خواهد بود.^[۱۴] با این وجود، اگر تولید رادیکال‌های آزاد بیش از توانایی سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن برای غیرفعال نمودن فشار اکسایشی باشد، آسیب سلولی و عضلانی ممکن است رخ دهد.^[۱۵] پژوهشگران آسیب عضلانی ناشی از ورزش را با ازهم‌گسیختگی ساختار عضلانی غیرمعمول و نیز ایسکمی موضعی مرتبط می‌دانند.^[۱۶] سطوح کراتین کیناز پلازما (CK)^۱ و لاکتات دهیدروژناز پلازما (LDH)^۲ به التهاب‌ها و آسیب‌های عضلانی و غضروفی مربوط می‌شود. لاکتات دهیدروژناز آنزیمی است که در سیتوپلاسم تمام بافت‌های بدن با سطوح متفاوت یافت می‌شود و واکنش تبدیل اسیدپرویک به اسیدلاکتیک یا برعکس را تسریع می‌کند. سازوکار سلولی ترشح این آنزیم هنوز ناشناخته است، ولی معمولاً علت آن را تغییرات ساختاری به وجود آمده در بافت عضلانی متعاقب فعالیت بدنی شدید بیان کرده‌اند. در پی فعالیت ورزشی متوسط تا وامانده‌ساز، سطح اسید لاکتیک در عضله و خون افزایش می‌یابد.^[۱۷] این آنزیم غیر از فعالیت در روند تولید لاکتات و انرژی، در به وجود آوردن شرایط التهابی برای سلول‌های عضلانی نیز موثر است.^[۱۸] بعضی از پژوهشگران افزایش سطح لاکتات دهیدروژناز را در اثر فعالیت‌های جسمانی ناشی از آسیب غشای فیبرهای عضلانی نیز عنوان کرده‌اند.^[۱۹] از طرفی دیگر، محققین بیشترین سطح آنزیم کراتین کیناز را در سلول‌های بافت عضلانی و پس از آسیب گزارش نموده‌اند؛ بنابراین سطح آنزیم CK می‌تواند نشانگر بیوشیمیایی آسیب سلول‌های عضلانی در نظر گرفته شود.^[۱۰] Paraiso و همکاران نشان دادند که یک جلسه تمرین شنای حاد باعث افزایش میزان CK و LDH در شناگران مرد

1 Creatine Kinase

2 Lactate Dehydrogenase

3 Saengsirisuwan

توسط شرکت کنندگان تکمیل و امضاء شد. در مرحله بعد به منظور انجام اندازه‌گیری‌های اولیه و مسابقات، توضیحاتی به آزمودنی‌ها داده شد. مسابقات ابتدا به صورت دوره‌ای در دو جدول ۵ نفره و سپس به صورت تک‌حذفی برگزار گردید. به بازیکنان اجازه داده شد در طول مسابقات و به‌طور دلخواه حدود یک لیتر آب بنوشند.^[۱۴]

عدم سلامت جسمانی، سابقه بیماری‌های خونی یا بیماری‌های اثرگذار بر عوامل ایمنی، ابتلا به عفونت و شرایط آلرژیک تعیین گردید. در روز مسابقات، تمام آزمودنی‌ها در دوره پیش از قاعدگی قرار داشتند. جهت جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها، برگه‌های ثبت اطلاعات و رضایت‌نامه شرکت در پژوهش

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنترپومتریکی و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها

گروه	تجربی	کنترل	P
سن (سال)	۲۲/۴±۲۳/۱۷	۲۰/۳±۹۵/۸۹	۰/۰۶۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۶/۴±۸۶/۰۳	۱۶۷/۳±۱۱/۶۶	۰/۱۴۵
وزن (کیلوگرم)	۶۲/۳±۳۸/۲۴	۶۱/۴±۴۹/۴	۰/۳۶۷
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱/۳±۴۸/۱۷	۲۰/۳±۱۱/۰۹	۰/۰۸۷
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	۴۱/۵±۲۵/۱۱	۴۰/۴±۷۷/۸۶	۰/۲۱۲

تجزیه و تحلیل آماری

بررسی آماری تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. از آمار توصیفی جهت تعیین میانگین و انحراف استاندارد استفاده گردید. برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، جهت مقایسه تغییرات درون گروهی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی و برای مقایسه تغییرات بین گروهی از آزمون t مستقل در سطح معناداری $\alpha < 0/05$ استفاده گردید.

نتایج

آزمون t مستقل نشان داد که در متغیر CK، ۲۴ ساعت پس از مسابقات شمشیربازی، تفاوت معناداری بین گروه‌های تجربی و کنترل وجود داشت ($p=0/001$) و همچنین در متغیر LDH، بلافاصله پس از مسابقات، تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده گردید ($p=0/014$). میزان آنزیم کراتین کیناز (CK) در گروه تجربی پس از مسابقات شمشیربازی به‌طور معناداری افزایش یافت ($p=0/011$). نتایج آزمون بونفرونی در گروه تجربی حاکی از آن است که تفاوت سطوح CK قبل و بلافاصله بعد از مسابقات ($p=0/040$)، قبل و ۲۴ ساعت پس از مسابقات ($p=0/010$)، قبل و ۴۸ ساعت پس از مسابقات ($p=0/032$)، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت پس از مسابقات ($p=0/038$) و ۲۴ ساعت بعد از مسابقات و ۴۸ ساعت پس از آن ($p=0/048$) نیز معنادار بود. با این حال، تفاوت بین سطوح CK بلافاصله پس از مسابقات و ۴۸ ساعت پس از آن، معنادار نبود ($p=0/651$) (نمودار ۱).
میزان آنزیم لاکتات دهیدروژناز در گروه تجربی پس از مسابقات شمشیربازی به‌طور معناداری افزایش یافت ($p=0/043$). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در گروه تجربی نشان داد که تفاوت سطوح LDH قبل و بلافاصله پس از مسابقات ($p=0/011$)، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت پس از مسابقات ($p=0/009$) و بلافاصله بعد و ۴۸ ساعت پس از

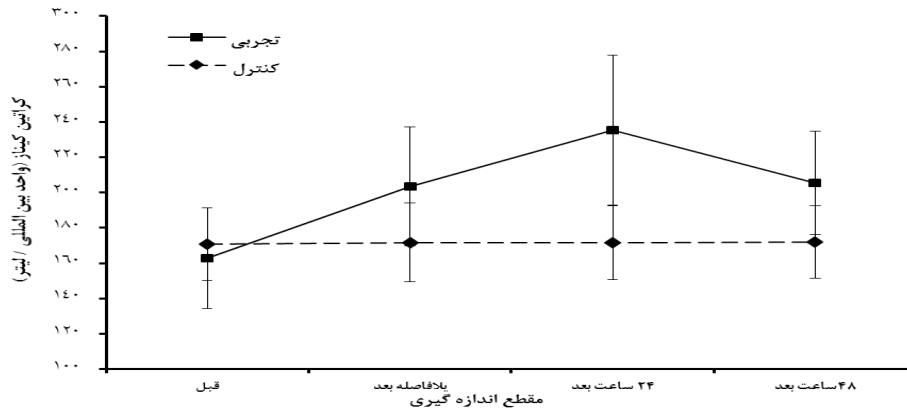
قبل از انجام پژوهش، به آزمودنی‌ها آموزش داده شد تا به‌طور متوسط طبق عادات تغذیه‌ای قبلی خود اما به شکل تقریباً یکسان از دو روز قبل از اجرای آزمون، غذا بخورند. در روز اجرای مسابقه بازیکنان در محل حاضر شدند و یک صبحانه استاندارد جهت تأمین انرژی مورد نیاز خود مصرف نمودند.^[۱۵] شایان ذکر است خونگیری‌ها پیش از صرف صبحانه انجام شد.

ضربان قلب به وسیله ضربان‌سنج پلار (Polar Electro, Kempele, Finland) ثبت شد. نمونه‌گیری اولیه خون در ساعات ۷-۹ صبح، در حالی که آزمودنی‌ها ۱۲ ساعت ناشتا بودند از ورید پیش‌آرنجی دست راست آنها گرفته شد و نمونه‌های بعدی بلافاصله بعد از مسابقات شمشیربازی، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آن (هر مرحله به میزان ۵ میلی‌لیتر) جمع‌آوری گردید. سطوح پلاسمایی آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز به وسیله کیت‌های شرکت پارس‌آزمون با حساسیت به ترتیب ۵ واحد و ۱ واحد با دستگاه اتوآنالایزر هیتاچی (مدل 902، ساخت کشور ژاپن) بررسی شد. در طول انجام پژوهش هیچ‌یک از شرکت‌کنندگان و داده‌ها حذف نشدند.

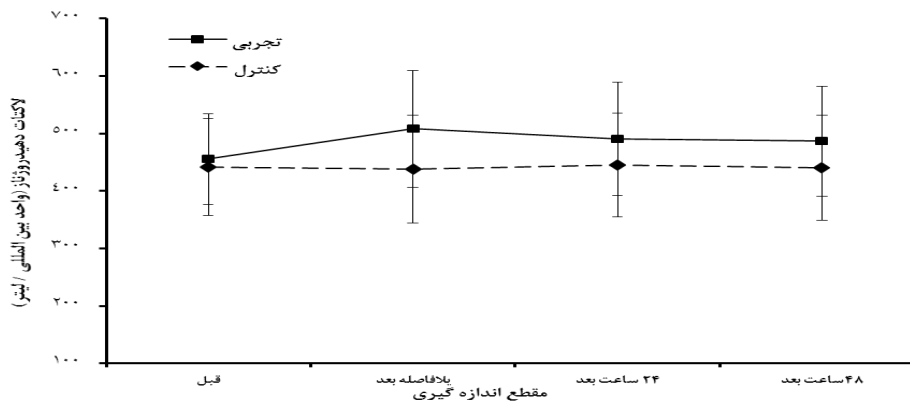
در روز مسابقه ۱۰ شمشیرباز گروه تجربی بر اساس رتبه‌ای که در آخرین دوره از مسابقات قهرمان کشوری بزرگسالان کسب کرده بودند، به دو گروه پنج نفره تقسیم شدند و هر نفر در گروه خود ۴ بازی دوره‌ای انجام داد و کلیه امتیازات ثبت گردید. هر بازی دوره‌ای در مدت زمان ۴ دقیقه و با ۵ ضربه انجام شد. سپس هر ۱۰ نفر گروه تجربی بنابر تعداد بازی‌های برده و تفاوت ضربات زده و خورده رتبه‌ای کسب نموده و به بخش مسابقات تک‌حذفی راه پیدا نمودند و مسابقات تا فینال ادامه داشت. هر مسابقه تک‌حذفی شامل سه بخش ۳ دقیقه‌ای با فاصله استراحت ۱ دقیقه و ۱۵ ضربه انجام گردید. گروه کنترل نیز شامل ۱۰ شمشیرباز با سابقه حداقل ۳ سال در ورزش شمشیربازی و تمرین به صورت ۳ روز غیرمتوالی در هفته بود که در روز اجرای پژوهش در مسابقات شرکت نداشتند و فعالیت بدنی نیز نداشتند.

مقادیر میانگین و انحراف معیار سطوح کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز قبل از مسابقات، بلافاصله بعد، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آن در گروه‌های تجربی و کنترل در نمودار ۱ و ۲ ارائه شده است.

مسابقات (p=۰/۰۲۱) معنادار بود، اما سطوح LDH قبل و ۲۴ ساعت پس از مسابقات (p=۰/۴۴۱)، قبل و ۴۸ ساعت بعد از مسابقات (p=۰/۳۱۷) و ۲۴ ساعت بعد و ۴۸ ساعت پس از آن (p=۰/۶۴۳) معنادار نبود (نمودار ۲).



نمودار ۱. سطوح کراتین کیناز گروه‌های تجربی و کنترل در مقاطع مختلف سنجش



نمودار ۲. سطوح لاکتات دهیدروژناز گروه‌های تجربی و کنترل در مقاطع مختلف سنجش

رادیکال‌های آزاد در زنان ورزشکار می‌گردد.^[۱۷] Silvestre و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که یک جلسه تمرین شدید مقاومتی روی نردبان در رت‌ها باعث افزایش سطوح LDH و CK گردید.^[۱۸] Paraiso و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که یک جلسه تمرین شنای حاد باعث افزایش میزان LDH و CK در شناگران مرد ملی‌پوش گردید.^[۱۹] حسینی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۷) با تحقیقی که روی زنان بی‌تحرك انجام دادند، دریافتند که بلافاصله پس از اولین جلسه از تمرین مقاومتی حاد با ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه سطوح LDH و CK افزایش معناداری یافت.^[۱۹] کارامیزراک^۱ و همکاران تفاوت‌های سطوح کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز و فعالیت آلدولاز را پس از تمرینات بیشینه در ورزشکاران مورد بررسی قرار

^۱ Karamizrak

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک دور مسابقات رسمی شمشیربازی می‌تواند باعث افزایش سطوح نشانگران آسیب عضلانی زنان شمشیرباز گردد. این افزایش در آنزیم کراتین کیناز بلافاصله بعد، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از مسابقات و در آنزیم لاکتات دهیدروژناز بلافاصله بعد از مسابقات در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل معنادار بود. با این‌که در تحقیقات بسیاری، از آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز جهت بررسی آسیب عضلانی استفاده شده است، اما هر دو آنزیم LDH و CK به‌عنوان نشانگرهای غیرمستقیم آسیب عضلانی شناخته شده‌اند.^[۱۶]

برخی پژوهش‌ها به نتایج مشابهی با تحقیق حاضر دست یافتند؛ برادران و همکاران نشان دادند که تمرین با شدت فزاینده منجر به افزایش سطح لاکتات دهیدروژناز و

فراوان می‌کند و این در حالی است که محل فرود آمدن پاها نیز پیست فلزی است که فشاری به همان اندازه وارد شده، به پای شمشیرباز برمی‌گرداند. این عوامل می‌تواند توجیه‌کننده افزایش سطوح آنزیم‌های فوق در زنان شمشیرباز مورد مطالعه باشد.

از طرفی دیگر، چون سوخت‌وساز گلیکولیتیک در افراد پرتحرک بیشتر از افراد غیرفعال می‌باشد، این موضوع می‌تواند بیانگر بیشتر بودن غلظت CK و LDH در آزمودنی‌های گروه تجربی نسبت به گروه کنترل پس از مسابقات باشد زیرا همان‌طور که ذکر شد، بخشی از حرکات انفجاری در شمشیربازی بی‌هوای است. به‌علاوه برخی پژوهش‌ها به ارتباط بین CK و LDH به‌عنوان شاخص‌های آسیب سلولی با سایتوکاین‌هایی همانند IL-6 و TNF- α اشاراتی داشته‌اند. بوسائور⁴ و همکاران گزارش کردند که TNF- α نقش بسیار موثری در تحریک بیان ژنی LDH می‌تواند داشته باشد.^[26] همچنین یامین⁵ و همکاران گزارش نمودند که IL-6 و TNF- α نقش چشمگیری در تحریک فعالیت CK و LDH پس از حرکات بروننگرا و مقاومتی دارد.^[27] بنابراین اگر بتوان همراه با بررسی سطوح CK و LDH سطوح برخی از سایتوکاین‌های پیش‌التهابی را هم بررسی نمود، بهتر می‌توان تغییرات متغیرها را توجیه کرد که این مورد می‌تواند یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر باشد.

مطالعات نشان داده‌اند انجام تمرین‌های شدید و طولانی مدت بدون توجه به زمان بازیافت مناسب، موجب صدمه دیدن تارهای عضلانی در طول انقباضات، تجزیه درونی عضلات اسکلتی و بافت‌های همبند می‌شود و با پاسخ‌های التهابی، نفوذ ماکروفاژها، آنزیم‌های سیتوزومی و سیتوپلاسمی نظیر آنزیم‌های AST، LDH و CK و به دنبال آنها علائم درد، محدودیت حرکتی و تغییرات بیوشیمیایی و اسپاسم تارهای عضلانی همراه می‌شود.^[28]

بروز آسیب عضلانی ممکن است ناشی از کشش غیرقابل‌برگشت سارکومری نیز باشد.^[29] چنانکه نوکر⁶ افزایش سطح LDH را پس از تمرینات ورزشی مربوط به آسیب میوفیبریلارها در اثر تخریب صفحات Z در برخی سارکومرهای خاص بیان کرد.^[30] با توجه به سرعت بالای انجام حرکات در شمشیربازان و باز شدن ناگهانی مفاصل (مخصوصاً مفاصل آرنج و زانو)، ممکن است آسیب در صفحات Z در عضلات پاها و دست مسلح روی داده باشد. افزایش CK خصوصاً در طی مراحل تمرین و بازیافت، منعکس‌کننده تراوش پروتئین‌ها از طریق غشای عضله می‌باشد. البته عواملی از قبیل سن، جنس، آمادگی بدنی، فصل سال و نیز تمرین با افزایش نوسانات این آنزیم‌ها در ارتباط است.^[31]

دادند و بیان نمودند که ورزش‌های بیشینه می‌تواند باعث آسیب عضلانی میکروسکوپی و التهاب گردد.^[30] تحقیقات دیگری نشان داده‌اند که با افزایش شدت یا مدت فعالیت ورزشی، سطوح آنزیم‌های CK و LDH افزایش چشمگیری پیدا می‌کند.^[31] سانگسیر سوان¹ و همکاران به بررسی آسیب عضلانی حین تمرین و پس از مسابقه بوکسورهای تایلندی پرداختند. نتایج نشان داد در سرم خون بوکسورهای گروه تجربی سطوح AST و CK، LDH به‌طور معناداری بالاتر از گروه کنترل بود.^[12] تحقیقات نشان داده‌اند که افزایش سطوح این آنزیم‌ها می‌تواند نشان‌دهنده آسیب بافتی پس از تمرینات عضلانی باشد.^[22] همچنین افزایش سطوح این آنزیم‌ها در سرم خون پس از تمرین، می‌تواند متناسب با میزان ضایعه حاصل از هایپوکسی و گسترش تولید انرژی بی‌هوای باشد.^[32] در تحقیق دیگری نشان داده شد که انقباضات عضلانی باعث آسیب به تارهای عضلانی، بافت همبند و غشای سلولی می‌شود و منجر به افزایش سطوح CPK و LDH می‌شود.^[7] مارگاریتیس² و همکاران با تحقیق روی قهرمانان سه‌گانه نشان دادند که تغییرات آنزیم‌های شاخص آسیب عضلانی قبل از فعالیت تا چهار روز پس از آن، معنادار خواهد بود.^[24]

در مقابل، ماتسوس³ و همکاران پس از یک جلسه تمرین مقاومتی بدون بار با ۱۰ تکرار و یک دقیقه استراحت، افزایش معناداری در سطوح این آنزیم‌ها مشاهده نکردند. نوع، شدت و مدت تمرین و زمان بازیافت می‌تواند بر رهایش این آنزیم‌ها اثرگذار باشد.^[25]

شمشیربازی ورزشی است که ترکیبی از حرکات انفجاری بروننگرا در دست‌ها و پاها و دروننگرا (بازگشت به حالت گارد پس از هر نوع حمله) می‌باشد و هر شمشیرباز باید وزن اسلحه خود در دست مسلح را نیز تحمل کند و دائماً با زوایای مشخص در مچ پا، زانو، کمر، مچ دست، آرنج، کتف، گردن و حتی انگشتان دست، روی پیست فلزی در حال حرکت به سمت جلو و عقب (بیشتر شمشیربازان علاوه بر این دو حرکت همواره در طول زمان مجاز بازی عادت به انجام رقص پا نیز دارند) هستند و برای تامین انرژی از هر دو سیستم هوایی (برای آمادگی و انجام حرکات عقب و جلو) و بی‌هوایی (برای انجام حملات و ضدحملات انفجاری) استفاده می‌کنند. از طرفی دیگر، انقباضات بروننگرا منجر به تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن، پراکسیداسیون لیپیدی، آسیب بافت عضلانی و به دنبال آن آغاز فرآیندهای التهابی می‌گردد.^[23] متعاقب حرکات بروننگرای شدید، محل اتصال عضله و تاندون ممکن است دچار آسیب گردد (همان‌طور که در تصاویرهای ۱ و ۲ نشان داده شده است، شمشیرباز در حین حملات پی‌درپی با تمام توان سعی در دور نمودن پاها از یکدیگر با شدت

4 Boussouar

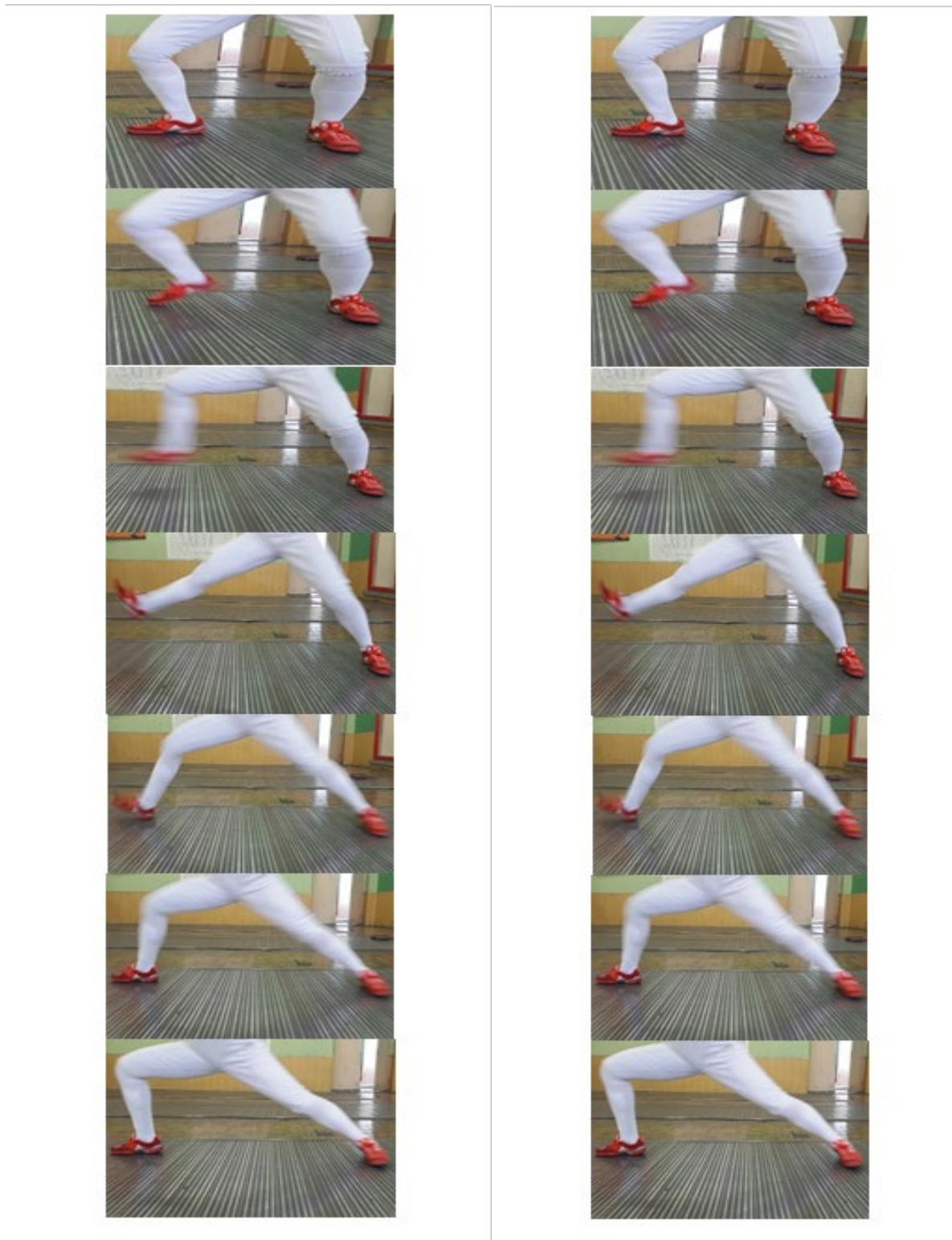
5 Yamin

6 Noakes

1 Saengsirisuwan

2 Margaritis

3 Matsus



تصویر ۱. حالت پاها در حرکت حمله در شمشیربازی تصویر ۲. حالت پاها در حرکت فلش در شمشیربازی

موجود در گردش خون افزایش می‌یابد و ۶ تا ۱۲ ساعت پس از بروز آسیب، ماکروفاژها در محل آسیب‌دیده تجمع می‌یابند و باعث تولید هیستامین فعال می‌گردند. این در حالی است که ۴۸ ساعت پس از وقوع آسیب میزان ماکروفاژها و مونوسیت‌ها به حداکثر می‌رسد. در صورت

تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پراکسیداسیون لیپیدی و سرانجام آسیب بافت عضلانی می‌تواند باعث تجمع کلسیم درون سارکوپلاسم گردد و تنفس سلولی را تا حدی با اختلال مواجه نماید و تولید آدنوزین تری‌فسفات (ATP) را مختل نماید، سپس نوتروفیل‌های

به طوری که $PCr+ADP$ به $Cr+ATP$ تبدیل می‌گردد تا زمانی که PCr تخلیه گردد. زمانی که فعالیت بدنی ادامه پیدا کند و ATP به طور فزاینده به وسیله فسفوریلاسیون اکسیداتیو فراهم شود، امکان کند شدن بالا رفتن سطوح ATP وجود دارد زیرا هر دوی $MtCK$ و CK سیتوزولی انرژی را برای تولید مجدد PCr مصرف می‌کنند. به دلیل نقش $AMPK$ حین فعالیت ورزشی برای محدود نمودن مصرف انرژی به وسیله سیستم‌های غیر ضروری، این احتمال وجود دارد که سطح CK بالا رود. با اینکه سنتز مجدد PCr در حین ورزش شدید به میزان زیادی کاهش می‌یابد، اما $AMPK$ هنوز برای نگهداری نسبت Cr/PCr مورد نیاز است. در این مرحله این باور وجود دارد که CK از سیتوزول خارج شود تا نسبت حفظ شود.^[۳۷]

چنین سیستمی به تنهایی کار نمی‌کند و بخشی از یک فرآیند پیچیده می‌باشد و تنها زمانی که کل این فرآیند به صورت یکپارچه درک شود، می‌توان تغییرات فاکتورهای مربوط به اعمال عضلانی را تفسیر کرد. در پایان باید به این موضوع اشاره گردد با توجه به اینکه در پژوهش حاضر اثر مسابقات شمشیربازی بر نشانگرهای آسیب عضلانی بررسی شده بود، محقق نمی‌توانست شدت مسابقات را برای همه آزمودنی‌ها یکسان‌سازی نماید؛ لذا این امر می‌تواند به عنوان محدودیت پژوهش در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری

مسابقات رسمی شمشیربازی در شمشیربازان با سابقه می‌تواند باعث بروز آسیب گردد. این امر از طریق تفاوت غلظت نشانگرهای بیوشیمیایی کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز مشاهده گردید. از آنجا که تمرین می‌تواند هم منجر به افزایش عملکرد ورزشی و هم کاهش آن گردد^[۳۸]، پیشنهاد می‌شود تا آنجا که ممکن است مربیان در زمان تمرینات شرایط یک دوره مسابقات را شبیه‌سازی نمایند، به گونه‌ای که بازیکنان از هر لحاظ در موقعیت مسابقات اصلی قرار گیرند. این امر می‌تواند برای سازگاری عضلانی و کاهش آسیب‌ها مفید باشد.

تشکر و قدردانی

نویسنده از کلیه زنان شمشیرباز که در پژوهش حاضر به صورت داوطلبانه شرکت نمودند، سپاسگزاری می‌کند. پژوهش حاضر حاصل یک کار نیمه تجربی بوده که مستخرج از پایان‌نامه نمی‌باشد.

بروز التهاب ماکروفاژها، رهایش پروستاگلاندین‌ها را تحریک می‌کند که موجب حساس شدن پایانه‌های عصبی نوع III و IV نسبت به تحریکات مکانیکی، شیمیایی و حرارتی می‌گردد.^[۳۴] البته در پژوهش حاضر سطوح CK ، ۲۴ ساعت پس از مسابقات به میزان اوج خود رسید که نوع حرکات، زمان مسابقات و استراحت‌های بین بازی‌ها می‌تواند بر عوامل فوق اثرگذار باشد.

انباشته شدن هیستامین، کینین و پتاسیم که از فعالیت فاگوسیتوزی، مرگ سلولی، فشار ادم و افزایش حرارت موضعی بافت فعال به وجود می‌آید، منجر به فعال شدن گیرنده‌های درد در درون عضلات و محل اتصال تاندونی-عضلانی می‌شود. این فرآیندها می‌تواند منجر به رها شدن CK ، LDH و AST گردد و احساس کوفتگی و درد به وجود آید.^[۳۳]

تصور می‌شود اختلال متابولیکی عضلانی منجر به رهاسازی برخی اجزای سلولی از طریق آبشاری از رویدادها می‌گردد که با تخلیه ATP آغاز می‌گردد و منجر به نشت یون‌های کلسیم خارج سلولی به فضای درون سلولی می‌شود که دلیل آن اختلال در عملکرد پمپ سدیم-پتاسیم و پمپ کلسیم می‌باشد. فعالیت پروتئولیتیک آنزیم درون سلولی می‌تواند موجب پیشرفت تخریب پروتئین شود و نشت محتویات سلول به داخل خون افزایش یابد. آغاز فرآیندهای اختلال متابولیکی و مکانیکی عضلانی به طور کامل شناخته شده نیست و تصور می‌شود که از طیف پیچیده‌ای از حوادث مربوط به افزایش استرس اکسیداتیو، التهاب و پاسخ ایمنی تشکیل شده باشد.^[۳۴] البته در بسیاری از موارد آسیب‌های ملایم تا متوسط در افراد سالم مشکل خاصی به وجود نمی‌آورد و بسیاری از مطالعات ثابت کرده‌اند که بدن قادر به پاکسازی اجزای سلول‌های عضلانی از خون و بازگشت سطوح آنها به سطوح پایه در ۷ تا ۹ روز می‌گردد.^[۳۵]

از سوی دیگر بیان گردیده است که در زمان استراحت یا عدم فعالیت جسمانی، $AMPK$ (AMP -Activated Protein Kinase) غیرفعال است و فرآیندهای متابولیکی بر سنتز، ذخیره و انباشت متمرکز می‌باشد. زمانی که فعالیت بدنی انجام می‌شود، سطح ATP پایین می‌آید و $AMPK$ فعال می‌شود و باعث تحریک دامنه‌ای از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی می‌گردد که خود مستلزم صرف انرژی است.^[۳۶] $AMPK$ یک تنظیم‌کننده کلیدی است که می‌تواند CK را فسفوریله کند و به نسبت Cr/PCr حساس است. در ابتدای فعالیت بدنی، عرضه اولیه ATP برای فعالیت عضلانی به وسیله شاتل $Cr-PCr$ انجام می‌شود،

منابع

1. Amirsasan R, Gaeini A, Ravaasi A. Does affect an aerobic exercise the exhibitory and inhibitory factors of matrix metalloproteinase? World Appl Sci J. 2011; 14(11):1696-702. [In Persian]
2. Chakraborti S, Mandal M, Das S, Mandal A, Chakraborti T. Regulation of matrix metalloproteinases: an overview. MOL CELL BIOCHEM. 2003; 253 (1-2):269-85.
3. Matsumoto K, Miyoshi T. Evaluation of exercise intensity indicated by serum lactate

- dehydrogenase activity in healthy adults. *Acta Biologica Hungarica*. 1992; 44(2-3):153-60.
4. Folgueras AR, Valdés-Sánchez T, Llano E, Menéndez L, Baamonde A, Denlinger BL, et al. Metalloproteinase MT5-MMP is an essential modulator of neuro-immune interactions in thermal pain stimulation. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2009; 106(38): 16451- 16456.
 5. Amirsasan R, Gaeini A, Ravaasi A. Does affect an aerobic exercise the exhibitory and inhibitory factors of matrix metalloproteinase? *World Appl. Sci. J*. 2011; 14(11):1696-702. [In Persian]
 6. Hazar1 S, Hazar M, Korkmaz Ş, Bayil S, Cenk Gürkan A. The effect of graded maximal aerobic exercise on some metabolic hormones, muscle damage and some metabolic end products in sportsmen. *Sci. Res. Essays*. 2011; 6:1337-1343.
 7. Nameni F, Kashaf M, Lari AA. The effect of warming on the relationship between CK and LDH in athletic women recovery. *Olympic J*. 2004; 4(28): 97-106.
 8. Groussard C, Rannou-Bekono F, Machefer G, Chevanne M, Vincent S, Sergent O, et al. Changes in blood lipid peroxidation markers and antioxidants after a single sprint anaerobic exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2003; 89(1):14-20.
 9. Choung BY, Byun SJ, Suh JG, Kim TY. Extracellular superoxide dismutase tissue distribution and the patterns of superoxide dismutase mRNA expression following ultraviolet irradiation on mouse skin. *Exp Dermatol*. 2004; 13(11):691-9.
 10. Vassilis M, Rahnama N. Exercise Biochemistry. 2nd ed. Isfahan University. 2010. [In Persian]
 11. Paraiso LF, Gonc, alves-e-Oliveira AFM, Cunha LM, de Almeida Neto OP, Pacheco AG, Araujo KBG, et al. Effects of acute and chronic exercise on the osmotic stability of erythrocyte membrane of competitive swimmers. *PLoS ONE*. 2017; 12(2): e0171318. Doi: 10.1371/journal.
 12. Saengsirisuwan V, Phadungkij S, Pholpramool C. Renal and liver functions and muscle injuries during training and after competition in Thai boxers. *Br.J. Sports med*. 1998; 32:304-308.
 13. Tartibian B. Assessment of Physiological Index in Sport. Tehran: Teymourzade Press; 2006. 39-41. [Persian]
 14. Bradley PS, Sheldon W, Wooster B, Olsen P, Boanas P, Krustrup P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*. 2009; 27(2):159-68.
 15. Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. . Nutrition and Athletic Performance. *J. Acad. Nutr. Diet*. 2009; 109 (3): 509-27. doi:10.1016/j.jada.2009.01.005
 16. Flann KL, LaStayo PC, McClain DA, Hazel M, Lindstedt SL. Muscle damage and muscle remodeling: no pain, no gain? *J Exp Biol*. 2011; 214(4):674-9.
 17. 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 Univ Med J (TUMJ)*. 2012; 70(4):212-9.
 18. Silvestre J.G, Speretta G.F.F, Fabrizzi F, Moraes G. Acute effects of resistance exercise performed on ladder on energy metabolism, stress, and muscle damage in rats. *Motriz, Rio Claro*. 2017; 23: e101602.
 19. Hosseinzadeh M, TaheriChadorneshin H, Ajam-Zibad M, Abtahi-Eivary S.H. Pre-supplementation of *Crocus sativus* Linn (saffron) attenuates inflammatory and lipid peroxidation markers induced by intensive exercise in sedentary women. *JAPS*. 2017; 7(5): 147-151.
 20. Karamizrak SO, Ergen E, Töre IR, Akgün N. Changes in serum creatine kinase, lactate dehydrogenase and aldolase activities following supramaximal exercise in athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 1994; 34(2):141-6.
 21. Asgari Z, Shemshaki A. Effect of training on some selected stations leukocyte anti-oxidation index in women [dissertation]. Tehran. Alzahra University. 2011. [Persian]
 22. Sangun L, Takashi U, Ippei T, Masashi M, Kazuma D, Kaori I, et al. Effects of the first training session on the physiological and mental conditions in male university freshmen judoists. *Hirosaki MED J*. 2011; 87-96.
 23. Fallah Azad V, Zeydi M. Comprehensive information on diagnostic tests. 3rd ed. Tehran: Shabak Press; 2009. [Persian]
 24. Margaritis I. Muscle enzyme release does not predict muscle function impairment after mechanisms for repeated bout effect. *Sports med*. 1999; 27:157-170.
 25. Matsus H, shibaN, Umezuo Y, Nago T, Maeda T, Tagawa Y, Matsuo S, Nagata K, Basford JR. Effects of hybrid exercise on the activities of myogenic enzymes in plasma. *Kurume Med J*. 2006; 53 (3-4):47-51.

26. Boussouar F, Grataroli R, Ji J, Benahmed M. Tumor necrosis factor-alpha stimulates lactate dehydrogenase a expression in porcine cultured sertoli cells: mechanisms of action. *Endocrinology*. 1999; 140(7):3054-62.
27. Yamin C, Duarte JAR, Oliveira JMF, Amir O, Sagiv M, Eynon N, Sagiv M, Amir RE. IL6 (-174) and TNFA (-308) promoter polymorphisms are associated with systemic creatine kinase response to eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2008. 104: 579. doi:10.1007/s00421-008-0728-4
28. Krstrup P, Hellsten Y, and Bangsbo J. Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. *J Physiol*. 2004; 559. 335-345.
29. Padon-Jones D, Muthalib M, Jenkins D. The effect of a repeated bout of eccentric exercise of indices of muscle damage and Doms. *J.S.M*. 2000; 3:35-43.
30. Noakes TD. Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. *Sports Med*. 1987; 4(4): 245-267.
31. Williams CA, Kronfeldt DS, Hess TM, Saker KE, Waldron JN, Crandell KM, Hoffman RM, Harris PA. Antioxidant supplementation and subsequent oxidative stress of horses during an 80-km endurance race. *J. Anim. Sci*. 2004; 82:588-594.
32. Pardanani AF, Ebrahimi M, Changizi M. Effect of one session of resistance activity on muscle injury and delayed muscular soreness in athlete male students. *Research in sports education*. 2015; (8): 37-52.
33. Cheung K, Hume P, Maxwell I. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med*. 2003; 33(2): 164-145.
34. Khan FY. Rhabdomyolysis: a review of the literature. *Neth J Med*. 2009; 67 (9): 272-283.
35. Sayers SP, Clarkson PM. Short-term immobilization after eccentric exercise. Part II: creatine kinase and myoglobin. *Med Sci Sports Exerc*. 2003; 35(5): 762-768.
36. Richter EA, Ruderman NB. AMPK and the biochemistry of exercise: implications for human health and disea. *Biochem J*. 2009; 418(2): 261-275.
37. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-Kinase and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery. *J Nutr Metab*. 2012; Article ID 960363, 13 pages. doi:10.1155/2012/960363
38. Srividhya LS, Majumdar P, Subramanian A. Reference Interval for Enzyme Lactate Dehydrogenase in Male and Female Athletes. *IJSR*. 2015; 78(96): 394-98.