مجله علوم پزشکی رازی دوره ۲۹، شماره ۲، اردیبهشت ۱۴۰۱
http://rjms.iums.ac.ir
مقاله پژوهشی

مقایسه‌ی تاثیر ۸ هفته تمرین TRX و مقاومتی سنتی بر کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در زنان غیر فعال

محسن اکبرپوربنی: دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه قم، ایران (* نویسنده مسئول) Akbarpour.mohsen@gmail.com
محدثه گنجی: کارشناس ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه قم، ایران
محمد حسنی: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران
گیتی تپه‌رشی: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران
رضا هاشمی ماد: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران

چکیده

زمینه و هدف: فعالیت بدنی با وجود فواید گوناگونی که برای سلامتی عمومی دارد، می‌تواند به دلیل افزایش فشار اکسایشی از طریق افزایش تولید گونه‌های واکنش‌پذیر، موجب آسیب احتمالی بافت‌های مختلف بدن شود و هدف از این مطالعه مقایسه تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی سنتی و TRX روی شاخص های آسیب عضلانی دانشجویان زنان غیر فعال می‌باشد.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی، تعداد (۲۸) دختر غیرفعال سالم با میانگین سن ۱/۳۸±۲۱/۰۰ سال به طور تصادفی به سه گروه: تمرین مقاومتی سنتی (۹)، تمرین TRX (۹) و کنترل (۱۰) تقسیم شدند. گروه‌های تجربی پروتکل تمرینی را سه جلسه در هفته به مدت ۸ هفته با شدت ۶۵ الی ۸۰ درصد اجرا کردند. نمونه‌های خونی قبل از شروع تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین اخذ و میزان کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های شاپیرو ویلک، تی وابسته و تحلیل واریانس یک سویه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشـــان داد که تفاوت معناداری در ســـطح کراتین کیناز خون در ســـه گروه وجود نداشـــت ولی در میزان فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز در گروه تمرین مقاومتی سنتی و در گروه TRX از مرحله پیش آزمون به پس آزمون کاهش معنی داری مشاهده شد. همچنین نتایج تحلیل واریانس یک طرفه تفاوت معنی داری در سـطح لاکتات دهیدروژناز در هر دو گروه تجربی با گروه کنترل و بین گروه های تجربی نشـان داد (P< ۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد که تمرین بدنی منظم TRX و مقاومتی سنتی با شدت متوسط هر دو نه تنها منجر به تشدید شاخص‌های آسیب عضلانی نشده‌اند بلکه آثار سودمندی روی متغیرهای آسیب عضلانی از جمله لاکتات دهیدروژناز داشتند که نشان دهنده سودمند بودن این گونه تمرینات در زندگی افراد غیر فعال است.

تعارض منافع: گزارش نشده است.
منبع حمایت‌کننده: حامی مالی ندارد.

کلیدواژه‌ها
تمرین مقاومتی سنتی، TRX، کراتین‌کیناز، لاکتات‌دهیدروژناز، دختران غیرفعال

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴
تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۲/۱۰

شیوه استناد به این مقاله:
Akbarpour Beni M, Ghanji M, Hasani M, Taperashi G, Hashemi mad R. Comparison of the Effect of Eight Weeks of Traditional Resistance Training and TRX on Muscle Injury Indices of Inactive Women. Razi J Med Sci. 2022;29(2):91-101.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

Razi Journal of Medical Sciences. 2022;29(2):91-101. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

Comparison of the Effect of Eight Weeks of Traditional Resistance Training and TRX on Muscle Injury Indices of Inactive Women

Mohsen Akbarpour Beni: Associate Professor, Department of Sports Sciences, University of Qom, Qom, Iran (*Corresponding author) akbarpour.mohsen@gmail.com
Mohadese Ghanji: Expert Physical Education and Sports Sciences, University of Qom, Qom, Iran,
Mohammad Hasani: Department of Physical Education, Qom Branch, Islamic Azad University of Qom, Iran
Giti tape rashi: Department of Physical Education, Qom Branch, Islamic Azad University of Qom, Iran
Reza Hashemi mad : Department of Physical Education, Qom Branch, Islamic Azad University of Qom, Iran

Abstract

Background & Aims: Intense physical activity, despite its various benefits for general health, can cause possible damage to various tissues of the body due to increasing oxidative stress through increasing production of reactive species. Muscle bruising and pain is a common experience that occurs after performing unusual and intense activities, especially after resistance and extroverted activities. Delayed muscle spasm is associated with the release of creatine kinase, lactate dehydrogenase, and aspartate aminotransferase, and can be measured by the release of these enzymes into the blood. Numerous studies have examined the effect of resistance trainings on muscle injury indices that creatine kinase and lactate dehydrogenase, spartate aminotransferase, alanine aminotransferase and myoglobin indices increased significantly after exercise. In another study, they did not see any significant changes in CK and LDH muscle injury indices after 3 hours of cycling. Therefore, due to the injuries, researchers have drawn attention to the effects of resistance exercise on muscle injury indices. Although resistance training improves performance, it does not prevent the release of inflammatory and traumatic factors, so these factors can cause acute sports injuries, which will be especially important at a young age. Nowadays, special attention is paid to the use of various methods of resistance training, the most prominent of which is TRX or the same resistance training exercises suspended by body weight. Therefore, considering the different effects of sports activities, especially strength training on different parts of the body and the possibility of injury in these exercises, and considering the differences in the type of resistance training programs such as TRX and circular resistance, it is important to pay attention to the effects of this type of training and muscle injury indices. Also due to the contradictory results about the effect of exercise, especially the effect of resistance activity on muscle injury indices and also the lack of sufficient research on the long-term effect of TRX training on muscle injury indices and especially insufficient research on the comparison of resistance training and TRX, the researcher decided to compare 8 weeks of traditional resistance training and TRX on the indicators of muscle injury in inactive women.
Methods: In this semi-experimental study, (28) healthy inactive girls with a mean age of 21.00 38 1.38 years were randomly divided into three groups: traditional resistance training (9), TRX training (9) and control (10). The experimental groups performed the training protocol three times a week for 8 weeks with an intensity of 65 to 80%. Blood samples were taken before training and 48 hours after the last training session and creatine kinase and lactate dehydrogenase levels were measured. Data were statistically analyzed using Shapiro-Wilk, dependent t-test and one-way analysis of variance.
Results: The results showed that traditional resistance training and TRX both cause significant changes in LDH levels, while there was no significant difference in CPK variable from pre-test to post-test in all three groups. Also, in examining the differences between groups, no significant difference was observed between the three study groups at CPK levels. While there was a significant difference in the amount of lactate dehydrogenase between the three groups ($p < 0.05$). According to the results of Table 3, there was a significant difference in the levels

Keywords
Traditional resistance training,
TRX,
Creatine kinase,
Lactate dehydrogenase,
Inactive females

Received: 05/03/2022
Published: 30/04/2022

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

of lactate dehydrogenase between the resistance group and the TRX group (p = 0.0001), the control group with the TRX group (p = 0.0001) and the control group with the resistance group (p = 0.012) was observed.

Conclusion: The presence of CK and LDH in the blood is an indirect sign of muscle damage as well as the diagnosis of medical conditions such as heart attack, muscular dystrophy and brain diseases. Cellular disorders, especially muscle cells, can cause CK and LDH to leak from cells into the blood serum. The findings of the present study showed that although there was a difference in the means of the three groups in both variables of creatine kinase and LDH, but this difference was significant only for LDH (P <0.05). The results of this study also showed that there is no significant difference in creatine kinase index between the two types of traditional resistance training and TRX after eight weeks. These factors affect the amount of response and the time period of secretion along with the injury. In general, the researchers state that intense resistance activities due to increased mechanical-metabolic pressure on the fibers lead to rupture of fibers, fluidization of z-plates, rupture of sarcolemma, displacement of intracellular organs, instability of plasma membranes and increasing secretion of intracellular proteins, after performing the resistant and intense activity. In fact, fatigue of muscle fibers following exhaustive activities can lead to increasing permeability of cell membranes to intracellular free calcium ions and dysfunction of sodium-potassium pumps, causing instability of cell membranes and activation of proteases and intracellular lipases. There is a close relationship between the release of phospholipases and creatine kinase due to the activity of intracellular proteolytic enzymes stimulated by calcium in the isolated muscle of mammals. The results of this study on LDH showed that the LDH of the experimental groups was significantly lower than the control group. Lactate dehydrogenase is one of the enzymes involved in the anaerobic pathway of ATP production. The secretion of lactate from the training muscle and the activity of the muscle pump indicate the role of continuous exercise training on the rate of cell damages. It has also been shown that trained people have less enzymatic release into the bloodstream than people who did not, which may be due to the adaptation of trained people to the physical activity and exercise; because the skeletal muscles of athletes and trained people have the highest amount of ATP, which is used during exercise and physical activity to maintain the integrity of the cell membrane, and as a result, reduces the leakage of enzymes into the blood. In any case, it seems that as a result of running consecutive weeks of regular exercise programs, intramuscular adaptation may be established, and the nature of resistance training programs causes adaptation to occur at all levels, including intramuscular and better blood supply, which reduces the activity level of CK and LDH enzymes as indicators of muscle and cell damage; therefore, it seems that the use of appropriate methods of training reduces the disruption of biochemical changes. Therefore, according to the findings of the present study, it can be stated that the implementation of TRX training program and traditional resistance both can significantly reduce the rate of LDH cell damage index and no change in CK, and there is no difference between this type of training on the indicators muscle damage in young women, so both types of exercise can have beneficial effects on muscle injury indices.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Cite this article as:

Akbarpour Beni M, Ghanji M, Hasani M, Taperashi G, Hashemi mad R. Comparison of the Effect of Eight Weeks of Traditional Resistance Training and TRX on Muscle Injury Indices of Inactive Women. Razi J Med Sci. 2022;29(2):91-101.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

مقدمه

با افزایش رفاه عمومی و شیوع کم تحرکی در میان جوامع مختلف، بیماری‌های ناشی از کم تحرکی مثل چاقی، دیابت و بیماری‌های متابولیکی در میان مردم جهان روبه افزایش است (۱). در این میان فعالیت بدنی طیف گسترده‌ای از پاسخ‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت اندام‌ها و دستگاه‌های مختلف را به همراه دارد، و تاثیر مثبت آن بر دستگاه‌های تنفسی، گردش خون و سیستم عضلانی تایید شده است (۲).

فعالیت بدنی شدید با وجود فواید گوناگونی که برای سلامتی عمومی دارد، می‌تواند به دلیل افزایش فشار اکسایشی از طریق افزایش تولید گونه‌های واکنش‌پذیر، موجب آسیب احتمالی بافت‌های مختلف بدن شود (۳). کوفتگی و درد عضلانی یک تجربه‌ی معمول و شایع است که پس از انجام فعالیت‌های غیرمعمول و شدید و خصوصاً پس از فعالیت‌های مقاومتی و برونگرا رخ می‌دهد (۴). اخیراً معلوم شده که تخریب تارهای مقاومتی باعث ایجاد درد عضلانی متعاقب تمرین‌های برونگرا و مقاومتی می‌شود. نمونه‌برداری آزمایشگاهی از عضلات در روز بعد از ورزش شدید نشان می‌دهد، خون‌ریزی و قطع اتصال فیلامان‌های عضله که مسئولیت نگهداری فیبرهای عضلانی را بر عهده دارند، بر اثر ساییده‌شدن روی هم در طی انقباض عضلانی باعث ایجاد درد عضلانی می‌شود (۵).

کوفتگی عضلانی تأخیری با آزادسازی آنزیم‌های کراتینکیناز، و آسپارتات آمینوترانسفراز در ارتباط است و با آزادسازی این آنزیم‌ها در خون قابل اندازه‌گیری است (۵، ۶). کراتین کیناز CK، آنزیم کلیدی است که موجب متابولیسم سلول عضلانی و تسریع تبدیل کراتین به فسفات یا به عکس می‌شود (۷). این آنزیم در افراد سالم، داخل غشای سلول قرار دارد و در مقادیر بسیار کمی در خون یافت می‌شود (۸)؛ اما بیشترین مقدار آن در عضلات مخطط، بافت مغز و قلب می‌باشد (۹، ۱۰) (از آنجایی که این آنزیم پروتئینی بزرگ است، حضور آن در خون نشان‌دهنده‌ی آسیب‌دیدگی غشای سلول عضلانی است که بعد از تمرین ورزشی مشاهده می‌گردد. افزایش فعالیت بدن باعث افزایش CK پلاسما می‌شود (۹، ۱۱).

لاکتات دهیدروژناز نیز آنزیمی است که به مقدار فراوان در سیتوپلاسم تمام بافت‌های بدن با غلظت‌های متفاوت یافت می‌شود و در تبدیل اسیدپیرویک به اسیدلاکتیک یا بالعکس در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی باعث افزایش سرعت این واکنش می‌شود (۱۱، ۱۲). معمولا مقدار این آنزیم ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از تحریک به‌تدریج افزایش می‌یابد (۱۲). این آنزیم در اثر فعالیت‌های ورزشی قابلیت افزایش تولید دارد؛ به‌طوری‌که علاوه بر فعالیت در روند تولید انرژی و لاکتات، در ایجاد شرایط التهابی برای سلول‌های عضلانی نیز نقش موثری دارد (۹). از این رو برخی محققین افزایش سطح LDH در اثر فعالیت‌های بدنی را ناشی از آسیب غشای فیبرهای عضلانی گزارش کرده‌اند (۱۳، ۱۴). مطالعات زیادی اثر تمرینات مقاومتی را بر شاخص‌های آسیب عضلانی بررسی کرده‌اند. بر این اساس پیترسون و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر فعالیت مقاومتی را بر شاخص‌های شیمیایی بالینی در مردان را مطالعه کردند، آن‌ها مشاهده کردند که شاخص‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز، اسپارتات امینوترانسفراز، الانین امینوترانسفراز و میوگلبین پس ازفعالیت ورزشی به صورت معنا داری افزایش پیدا کردند (۱۵). اتشک و همکاران (۲۰۱۲) افزایش معنادار آنزیم کراتین کیناز را متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی با ۱۰۰ درصد یک تکرار بیشینه مشاهده کردند (۱۶)و همچنین تامنی و همکاران(۱۳۸۳) نشان دادند که مقادیر CK و LDH، ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از انقباضات برونگرا افزایش معناداری یافته است (۷). درحالی‌که پنکوا و دیگران (۲۰۰۳) هیچ تغییر معنی‌داری در شاخص های آسیب عضلانی CK و LDH به دنبال ۳ ساعت دوچرخه سواری مشاهده نکردند، باکلی و دیگران (۲۰۱۰) عدم تغییر سطوح CK سرمی را نشان داده‌اند (۱۷، ۱۸). امروزه توجه ویژه‌ای به استفاده از شیوه‌ها و روش‌های مختلف تمرین مقاومتی وجود دارد، که از برجسته‌ترین آن‌ها می‌توان به TRX یا همان تمرین‌های مقاومتی معلق با وزن بدن اشاره کرد (۱۹)، مهم‌ترین ویژگی این وسیله علاوه بر تمرکز روی عضله هدف، برهم زدن تعادل می‌باشد که ورزشکار جهت حفظ تعادل مجبور است از عضلات ناحیه مرکزی بدن کمک بگیرد. عضلات ناحیه مرکزی، عضلاتی هستند که ستون فقرات، شکم، کمر و کمربند لگنی را

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

کنترل کرده و باعث انتقال هرچه بهتر نیرو از لندام‌ها به تنه می‌شوند. بنابراین با قوی‌تر شدن این عضلات می‌توان انتظار داشت که TRX عملکرد ورزشی را نسبت به تمرینات مقاومتی سنتی بهتر افزایش دهد(۲۰). لذا تمرین‌های TRX یکی از تجهیزاتی است که امروزه بنابر اهداف گوناگونی استفاده می‌شود که این اهداف می‌توانند از آمادگی عمومی برای ورزشکاران تا بازتوانی آسیب‌های ورزشی، متغیر باشند (۲۱،۲۲).

تمرینات معلق یا TRX یکی از تجهیزاتی است که امروزه بنابر اهداف گوناگونی استفاده می‌شود که این اهداف می‌توانند از آمادگی عمومی برای ورزشکاران تا بازتوانی آسیب‌های ورزشی متغیر باشند(۲۳). از طرفی پژوهشگران معتقدند اجرای فعالیت ورزشی به ویژه فعالیت ورزشی شدید باعث آسیب عضله شده و در آزاد کردن مواد گوناگون همانند پروتئین‌های درون سلولی و آنزیم‌ها نقش مؤثری دارد(۶)، به عبارت دیگر یکی از پیامدهای تمرین مقاومتی به ویژه در مراحل اولیه برنامه تمرینی، کوفتگی تأخیری (DOMS) است که نشان از افزایش شاخص‌های للتهابی دارد (۱۴). در واقع فعالیت‌های شدید از جمله تمرینات مقاومتی به سبب فشار متابولیکی و مکانیکی زیاد موجب پارگی و ازهم گسیختگی ساختار طبیعی پروتئین‌های عضلانی شده و باعث افزایش غلظت کلسیم برون سلولی می‌شود (۹). نمونه برداری از عضلات در روز بعد از فعالیت ورزشی شدید نشان می‌دهد خونریزی و قطع اتصال فیلامان‌های عضله که مسئولیت نگهداری فیبرهای عضلاتی را بر عهده دارند، بر اثر ساییده شدن طی انقباض عضلانی، باعث ایجاد درد عضلانی می‌شود. مطالعات محققان حاکی از آن است که کوفتگی عضلانی تأخیری با آزادسازی آنزیم‌های کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و آسپارتات آمینو ترانسفراز در ارتباط است و با رهایش این آنزیم‌ها در خون اندازه‌گیری می‌شود (۱۱). در واقع تخریب تارهای عضلانی که منجر به درد عضلات می‌شود تا ۷۲ ساعت پس از افزایش مقادیر کراتین کیناز ناشی از تمرین یا مسابقه مشاهده شده است، از این رو کراتین کیناز به عنوان شاخص اولیه در خستگی ورزشکاران، آسیب و میزان بازگشت به حالت اولیه آن‌ها در نظر گرفته می‌شود (۱۸). همچنین امروزه رابطه معنی داری بین کاهش اوج تنش عضلانی و نیز افزایش اسید لاکتیک در عضله مشاهده شده است (۴).

از این رو، با توجه به آسیب های ایجاد شده نظر محققین به اثرات فعالیت ورزشی مقاومتی بر شاخص‌های آسیب عضلانی جلب شده است. اسشیت و همکارلنش (۲۰۱۰)، پژوهشی را با هدف تعیین پاسخ‌های فیزیولوژیایی تمرین‌های TRX انجام دادند، آن‌ها گزارش کردند پس از تناوب‌های ۳۰ ثانیه‌ای و استراحت‌های ۶۰ ثانیه‌ای، مقادیر لاکتات بلافاصله پس از فعالیت تا ۸ میلی مول افزایش می‌یابد (۲۴). در تحقیقی دیگرکلاکسون و همکاران (۲۰۰۶)، در مطالعه خود در ۲۰۳ آزمودنی داوطلب که ۵۰ انقباض برونگرای بیشینه‌ی خم کننده‌ی آرنج را اجرا کردند، به این نتیجه رسیدند که انقباض‌های برونگرای بیشینه به طور معنی‌داری میزان آنزیم‌های آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز را افزایش می‌دهد (۲۵). با وجود اینکه تمرینات مقاومتی باعث بهبود عملکرد شده اما نمی‌توان از ترشح عوامل التهابی و آسیبی جلوگیری کرد، به همین دلیل این عوامل می‌توانند موجب بروز آسیب‌های حاد ورزشی شوند که به ویژه در سنین جوانی حائز اهمیت خواهد بود (۲۵).

بنابراین باتوجه به اثرات مختلف فعالیت‌های ورزشی به ویژه تمرینات قدرتی بر بخش‌های مختلف بدن و احتمال بروز آسیب در این تمرینات و باتوجه به تفاوت در نوع برنامه‌های تمرینی مقاومتی مانند TRX و مقاومتی دایره‌ای توجه به اثرات این نوع تمرینات و شاخص‌های آسیب عضلانی حائز اهمیت می‌باشد و همچنین باتوجه به نتایج ضد و نقیض در مورد تاثیر تمرینات ورزشی به ویژه اثر فعالیت مقاومتی بر شاخص‌های آسیب عضلانی و همچنین عدم وجود تحقیقات کافی درخصوص تاثیر بلندمدت تمرینات TRX برشاخص‌های آسیب عضلانی و به ویژه عدم تحقیق کافی درخصوص مقایسه ی تمرینات مقاومتی و TRX محقق بر آن شد تا به بررسی مقایسه‌ی ۸ هفته تمرین مقاومتی سنتی و TRX بر شاخص های آسیب عضلانی زنان غیرفعال بپردازد.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

روش کار

این پژوهش نیمه آزمایشی وکاربردی است و با اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و میدانی با طرح پیش آزمون و پس آزمون بود. پس از تصویب این پژوهش توسط کمیته پژوهش و اخلاق دانشگاه قم، به شماره IR.QOM.REC.1399.014، ابتدا ازطریق اعلام فراخوان پژوهشی در دانشگاه قم در پاییز سال ۱۳۹۸، دانشجویان علاقمند به شرکت در پژوهش با دریافت پرسش نامه اطلاعات لازم را در مورد سابقه بیماری، مشخصات فردی، میزان فعالیت ورزشی در هفته، سابقه ورزشی و مصرف دخانیات دریافت و رضایت شرکت در این پژوهش را اعلام کردند. از میان ۱۶۷ داوطلب که شرایط شرکت در این پژوهش را دارا بودند، ۲۸ نفر به روش تصادفی انتخاب شدند. سپس به سه گروه: کنترل ۱۰ نفر، تمرین تی ار ایکس ۹ نفر و تمرین مقاومتی سنتی ۹ نفر تقسیم شدند. همه ی آزمودنی‌ها غیرفعال بودند و دامنه‌ی سنی آن‌ها ۱۸ تا ۲۵ سال و شاخص توده بدن آن‌ها بین kg/m^2 ۲۲/۵۲±۴/۲۵ بود. همچنین داوطلبان سابقه‌ی مصرف دخانیات و آلرژی نداشتند و پس از انتخاب به صورت تصادفی فرم رضایت نامه را تکمیل و امضا نمودند و پرونده‌ی پزشکی آن‌ها بررسی شد آزمودنی‌ها در طول دوره تحقیق هیچ گونه مکمل غذائی استفاده نکردند و فعالیت ورزشی منظم دیگری به غیر از پروتکل موردنظر نداشتند. همچنین آزمودنی‌های گروه تجربی به منظور آشنایی با برنامه‌ی تمرینی و نحوه‌ی اجرای آن یک هفته قبل ازشروع پروتکل به مدت دو جلسه درجلسات توجیهی شرکت کردند که هدف این جلسات آشنایی آزمودنی‌ها با فعالیت‌های مقاومتی و TRX مختلف با استفاده از دستگاه‌های تمرین با وزنه و بندهای TRX و همچنین آشنایی آن‌ها با انجام آزمون یک تکرار بیشینه (1RM) بود. اطلاعاتی از قبیل سن، قد (توسط قدسنج دیواری ۴۴۴۰ ساخت شرکت کاوه)، وزن (توسط ترازوی دیجیتال آلمانی)، شاخص توده بدن (Body Mass Index- BMI) ارزیابی و ثبت شد. شاخص توده بدن آزمودنی‌ها (Body Mass Index) BMI با اندازه‌گیری قد و وزن و قراردادن اعداد مربوط در معادله (وزن به کیلوگرم تقسیم بر مجذور قد به متر) محاسبه شد.

مداخله تمرینی مشتمل بر هشت هفته اجرای دو پروتکل تمرینی مقاومتی در دو گروه تجربی بود. هر هفته مشتمل بر سه جلسه تمرین با فاصله حداقل یک روز بین جلسات تمرین برگزار شد. هر جلسه تمرین شامل: ۱۵ دقیقه گرم کردن، انجام تمرینات اختصاصی به مدت ۶۵ دقیقه و ۱۰ دقیقه انجام حرکات کششی به منظور سرد کردن بود. گرم کردن به وسیله ی انجام حرکات کششی، راه رفتن، جاگینگ و دویدن نرم انجام می گرفت. برنامه تمرینی گروه مقاومتی سنتی شامل ۸ حرکت (پرس سینه هالتر، لانگز با دمبل، زیر بغل سیم کش قایقی با دستگاه، پلانک روی زمین، پشت ران با دستگاه، اسکات، جلو بازو با سیم کش، پشت بازو با سیم کش) بود. حرکات موجود در پروتکل تمرین TRX مشابه هر کدام در پروتکل تمرین مقاومتی سنتی است و مطابق با جدول ۱ می‌باشد. پروتکل تمرینی سنتی و TRX در ۳ ست انجام شد. تعداد تکرار در هر حرکت ۸ تا ۱۲ تکرار بود. استراحت بین هر ست ۱ دقیقه واستراحت بین هرحرکت ۳ دقیقه بودو شدت تمرین نیز توسط مقیاس درک فشار بورگ (RPE) کنترل شد با توجه به این که تمرینات مقاومتی سنتی با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه بود، گروه TRX نیز با شدتی معادل ۶۵ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در مقیاس بورگ ۱۰ رتبه‌ای یعنی در دامنه درک فشار ۵ تا ۸ بود که پس ازهر دو هفته یک واحد افزایش برای اعمال اضافه بار لحاظ شد. شدت تمرینات به ترتیب برای دو هفته اول با استفاده از مقیاس بورگ در سطح ۵ بود. در دو هفته دوم، براساس افزایش بار درسطح ۶ و در دو هفته سوم ۷ و در دو هفته چهارم در سطح ۸ بود (۲۵، ۲۶).

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، خون‌گیری در دو مرحله قبل از شروع فعالیت ورزشی و بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی از طریق سیاهرگ رادیال صورت گرفت. در مرحله اول، از آزمودنی‌های هر گروه خواسته شد تا دو روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت ورزشی انجام ندهند و رژیم غذایی معمول خود را حفظ کنند. سپس ۱۰

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

سی‌سی خون بعداز ۱۲ ساعت ناشتایی از سیاهرگ رادیال دست چپ در وضعیت نشسته و در حالت استراحت از آزمودنی‌های هر دو گروه قبل و بعد از فعالیت ورزشی گرفته شد، دما و ساعت آزمون ثبت شد تا در مرحله بعدی خون گیری نیز این شرایط حفظ گردد. پس از خون‌گیری، بلافاصله سرم‌ها با سانتریفوژ ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه جدا و تا روز آزمایش در یخچال و در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد و به منظور تعیین سطوح CPK از روش آنزیمی (NAC KineticUV) باضریب تغییرات (CV) ۱.۴۴ و درجه حساسیت (SD) ۱.۱۸ و LDH از روش آنزیمی استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان DGKC باضریب تغییرات (CV) ۱.۱۸ ودرجه حساسیت (SD) ۳.۹۳ اندازه گیری شد.

برای تشخیص توزیع نرمال داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد و برای تعیین معنادار بودن داخل گروه‌ها از آزمون تی وابسته (t همبسته) استفاده شد و همچنین جهت تعیین معنادار بودن اختلاف‌های بین گروهی، آزمون تحلیل واریانس یک راهه (ANOVA) با استفاده از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های خام با استفاده از نرم افزار SPSS22 انجام شد و سطح معنی داری ۰/۰۵ >P در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ برخی از خصوصیات آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها ارائه شده است.

نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که تمرین مقاومتی

جدول ۱- ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها

متغیرها	مقاومت سنتی (۹)	تمرین TRX (۹)	کنترل (۱۰)	P-Value
سن (سال)	۲۰.۸۸±۰.۹۲	۲۱.۲۲±۱.۳۹	۲۰.۸۸±۱.۸۳	۰.۸۵۱
قد (سانتی متر)	۱۶۴.۳۳±۲.۵۳	۱۶۰.۷۲±۳.۷۴	۱۶۰.۵۴±۴.۸۲	۰.۷۹
وزن (Kg)	۶۰.۴۰±۶.۶۱	۶۳.۲۵±۱۲.۲۵	۵۵.۳۴±۱۳.۶۰	۰.۳۲۱
شاخص توده بدنی (کیلوگرم برمتر مربع)	۲۲.۱۶±۲.۳۱	۲۵.۳۱±۵.۴۸	۲۱.۲۵±۴.۸۹	۰.۱۴۲

جدول ۲- مقایسه تغییرات درون گروهی متغیرهای تحقیق

مرحله آزمون	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	سطح معناداری درون گروهی	P بین گروهی
Cpk	TRX	۶۶/۲۳±۵۵/۶۳	۶۳/۱۶±۴۴/۱۴	۰/۶۹۱	۰/۳۰۸
	مقاومتی سنتی	۸۷/۴۰±۵۵/۳۳	۷۴/۲۲±۷۷/۵۲	۰/۲۱۴	
	کنترل	۶۶/۲۱±۰۰/۱۴	۸۱/۳۳±۶۰/۰۹	۰/۱۲۹	
LDH	TRX	۳۳۳/۵۲±۶۶/۶۰	۲۷۲/۲۹±۰۰/۳۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	مقاومتی سنتی	۳۳۰/۵۴±۰۰/۹۲	۲۷۹/۷۵±۸۸/۰۰	۰/۰۱۷	
	کنترل	۳۱۸/۴۵±۰۰/۶۵	۲۷۷/۴۰±۹۰/۵۲	۰/۲۳۶	

جدول ۳- بررسی اختلاف بین گروه‌ها در میزان لاکتات دهیدروژناز توسط آزمون توکی

متغیر وابسته	گروه (I)	گروه (j)	سطح معنی داری
پس آزمون	TRX	مقاومتی	۰/۰۰۰۱
		کنترل	۰/۰۰۰۱
	مقاومتی	TRX	۰۱/۰۰۰
		کنترل	۰/۰۱۲
	کنترل	TRX	۰/۰۰۰۱
		مقاومتی	۰/۰۳۱

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

سنتی و TRX، هر دو موجب تغییرمعنی داری در سطوح LDH می‌شود درحالی‌که در متغیر CPK اختلاف معنا داری از مرحله پیش آزمون به پس آزمون در هر سه گروه وجود نداشت.

همچنین در بررسی تفاوت‌های بین گروهی تفاوت معنی داری بین سه گروه مطالعه در سطوح CPK مشاهده نشد در حالی‌که در میزان لاکتات دهیدروژناز بین سه گروه تحقیق تفاوت معناداری وجود داشت (p< ۰/۰۵). با توجه به نتایج جدول ۳، اختلاف معنی داری در میزان سطوح لاکتات دهیدروژناز بین گروه مقاومتی با گروه TRX (p=۰/۰۰۰۱)، گروه کنترل با گروه TRX (p=۰/۰۰۰۱) و گروه کنترل با گروه مقاومتی (p=۰/۰۱۲) مشاهده شد.

بحث

وجود CK و LDH در خون به عنوان یک نشانهٔ غیر مستقیم از آسیب‌های عضلانی و نیز تشخیص شرایط پزشکی مانند سکتهٔ قلبی، دیستروفی عضلانی و بیماری‌های مغزی می‌باشد. اختلالات سلولی بالاخص سلول عضلانی می تواند باعث نشت CK و LDH از سلول‌ها به سرم خون شود (۹). یافته های تحقیق حاضر نشان داد که اگرچه، در میانگین های سه گروه در هر دو متغیر کراتین کیناز و آنزیم LDH تفاوت وجود داشت، اما این تفاوت فقط در مورد LDH معنادار بود (P<۰/۰۵). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که بین دو نوع تمرین مقاومتی سنتی و TRX پس از هشت هفته در شاخص کراتین کیناز تفاوت معنی داری وجود ندارد؛ به طور کلی، این یافته ها با نتایج برخی از تحقیقات در تناقض بود و نیز برخی آن را تائید می کردند. نتایج حاصل از این پژوهش در مورد عدم تغییرات قابل توجه ناشی از تمرین مقاومتی در شاخص کراتین کیناز، با یافته‌های مک آنالتی (McAnulty) و همکاران و حسینی کاخک و همکاران همسوست (۲۷،۲۸)، از طرفی نتایج این پژوهش با نتایج مطالعهٔ آراکاوا (Arakawa) و همکاران، میرزایی و همکاران و ایسیک و همکاران همسو نیست (۲۹-۳۱)؛ زیرا این محققان تاثیر تمرینات مقاومتی بر شاخص های آسیب عضلانی را عنوان کردند در صورتی که در پژوهش حاضر کاهش معنی دار در میزان کراتین کیناز مشاهده نشد.

نتایج این تحقیق درمورد LDH نشان داد که LDH گروههای تجربی به طورمعناداری کمتر ازگروه کنترل است. لاکتات دهیدروژناز ازجمله آنزیم‌هایی است که در مسیر غیرهوازی تولید ATP نقش دارد (۳۲). یافته های پژوهش حاضر در خصوص کاهش معنادار مقادیر LDHبا یافته های بروجنی و همکاران و آراکاوا و همکاران همسو است (۲۹، ۳۳)، اما با یافته های لندی و همکاران و تیدوس و همکاران تفاوت دارد (۳۴، ۳۵)؛ علت اختلاف نتیجه این پژوهشها می تواند به تفاوت در نوع و مدت تمرین و همچنین تفاوت در انقباضات و عضلات درگیر در فعالیت به کار رفته مربوط باشد.

بررسی‌های پژوهشگران در سال های اخیر نشان داده است که ۵ تا ۸ هفته تمرین باعث افزایش جریان خون و میزان هدایت آن در رگ‌ها (۳۶)، افزایش ظرفیت انتقال لاکتات و H^+ از عضلهٔ فعال(۳۷)، تنظیم یونی و عملکرد شبکه رتیکولوم سارکوپلاسمیک می‌شود (۳۸). سایر مطالعات نیز سازگاری‌های مشابهی را بعد از تنها ۵ تا ۷ روز تمرین در جریان خون (۳۹)، ترشح لاکتات از عضله در حال تمرین و فعالیت پمپ عضلانی نشان می‌دهد (۴۰)که مؤید نقش تمرین ورزشی مستمر بر میزان شاخص آسیب‌های سلولی است (۱۲) همچنین نشان داده شده است که افراد تمرین کرده نسبت به افراد تمرین نکرده انتشار آنزیمی کمتری به جریان خون دارند که یکی از دلایل آن می تواند سازگاری افراد تمرین کرده نسبت به فعالیت بدنی و ورزش باشد؛ زیرا عضلات اسکلتی افراد ورزشکار و تمرین کرده دارای بیشترین مقدار ATP است که در طول تمرین و فعالیت بدنی برای حفظ یکپارچگی غشای سلولی به کار می‌رود و در نتیجه، سبب کاهش نشت آنزیم‌ها به خون می‌شود (۴۱). در هر صورت به نظر می‌رسد که در اثر اجرای هفته‌های متوالی برنامه‌های ورزشی منظم، ممکن است سازگاری درون عضلانی ایجاد شده باشد و ماهیت برنامه‌های تمرین مقاومتی سبب شود که سازگاری در تمامی سطوح از جمله درون عضلانی و خون رسانی بهتر رخ دهد که به نوبهٔ خود موجب شود سطح فعالیت

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

آنزیم‌های CK و LDH به عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی و سلولی کاهش یابد؛ بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از شیوه های مناسب تمرین موجب کاهش اختلال در تغییرات بیوشیمیایی می گردد (۲۹). همچنین نشان داده شده است که افراد تمرین کرده نسبت به افراد تمرین نکرده انتشار آنزیمی کمتری به جریان خون دارند که یکی از دلایل آن می‌تواند سازگاری افراد تمرین کرده نسبت به فعالیت بدنی و ورزش باشد؛ زیرا عضلات اسکلتی افراد ورزشکار و تمرین کرده دارای بیشترین مقدار ATP است که در طول تمرین و فعالیت بدنی برای حفظ یکپارچگی غشای سلولی به‌کار می‌رود و در نتیجه، سبب کاهش نشت آنزیم‌ها به خون می‌شود (۷). در هر صورت به نظر می‌رسد که در اثر اجرای هفته‌های متوالی برنامه‌های ورزشی منظم، ممکن است سازگاری درون عضلانی ایجاد شده باشد و ماهیت برنامه‌های تمرین مقاومتی سبب شود که سازگاری در تمامی سطوح ازجمله درون عضلانی و خون‌رسانی بهتر رخ دهد که به‌نوبه‌ی خود موجب شود سطح فعالیت آنزیم‌های CK و LDH به‌عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی و سلولی کاهش یابد؛ بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از شیوه‌های مناسب تمرین موجب کاهش اختلال در تغییرات بیوشیمیایی می‌گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته های پژوهش حاضر می توان بیان کرد که اجرای برنامه تمرینی TRX و مقاومتی سنتی هر دو به طور معنی داری قادر به ایجاد کاهش میزان شاخص آسیب سلولی LDH و عدم تغییر CK می‌شوند و تفاوتی بین این نوع تمرین بر روی شاخص‌های آسیب عضلانی در زنان جوان وجود ندارد لذا هر دو نوع این تمرینات می‌توانند اثرات سودمندی بر شاخص‌های آسیب عضلانی داشته باشند. درمجموع می توان چنین استنباط نمودکه تمرینات مقاومتی سنتی در مقایسه با تمرینات TRX بر بهبود شاخص‌های آسیب‌های عضلانی تقریبا از اثر بخشی یکسانی برخوردار است. اگر چه جهت اثبات کامل این ادعا باید مطالعه‌های متعددی را با شدت‌های متفاوت، سنین متفاوت و با تعداد آزمودنی بیشتر انجام داد.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از زحمات بی دریغ آزمودنی‌های شرکت‌کننده که درانجام این پژوهش ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

References

1. Martinsen EW. Physical activity in the prevention and treatment of anxiety and depression. Nordic J Psychiatry. 2008;62(sup47):25-9.
2. Pajouhesh P. The acute effect of combination of continuous and interval aerobic with continuous and intermittent resistance training on the level of serum Tumor necrosis factor Alpha (TNFα) and Creatine kinase(CK)in active women. J Physiol Pharmacol. 2018.
3. Aguiló A, Tauler P, Fuentespina E, Tur JA, Córdova A, Pons A. Antioxidant response to oxidative stressinduced by exhaustive exercise. Physiol Behav. 2005;84(1):1-7.
4. Butterfield DL, Draper DO, Ricard MD, Myrer JW, Schulthies SS, Durrant E. The effects of high-volt pulsed current electrical stimulation on delayed-onset muscle soreness. J Athletic Train. 1997;32(1):15.
5. Laaksonen M, Kivelä R, Kyröläinen H, Sipilä S, Selänne H, Lautamäki R, et al. Effects of exhaustive stretch-shortening cycle exercise on muscle blood flow during exercise. Acta Physiol. 2006;186(4):261-70.
6. Marcora S, Bosio A. Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in humans. Scand J Med Scin Sports. 2007;17(6):662-71.
7. namni f km, lari a. the effect of Heat On Relation CK and LDH During the recycling of women athletes. Olympic. 2004:97-106.
8. Mirdar S, Nobahar M. The effects of progressiveexercise training on some of muscle damage enzymes in active girls. J Metab Exerc. 2012;2(1):1-12.
9. Ellery SJ, Walker DW, Dickinson H. Creatine forwomen: a review of the relationship between creatine and the reproductive cycle and female-specific benefits of creatine therapy. Amino Acids. 2016;48(8):1807-17.
10. Ahamdi R, Naghavi E, Molaei S. The effect of waterpipe smoking and chronic immobilization stress

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

on serum creatine kinase and alkaline phosphatase activities in female rats. Razi J Med Sci. 2015;22(137):95-101.

11. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase-and exercise-related muscle damage implicationsfor muscle performance and recovery. J Nutr Metab. 2012;2012.

12. Nobahar M, Mirdar S. The effects of progressive exercise training on some of muscle damage enzymes in active girls. Metab Exerc. 2012;2(1):1-12.

13. Skenderi KP, Kavouras SA, Anastasiou CA, Yiannakouris N, Matalas A-L. Exertional rhabdomyolysis during a 246-km continuous running race. Med Sci Sports Exerc. 2006;38(6):1054-7.

14. 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. 2012;70(4).

15. Pettersson J, Hindorf U, Persson P ,Bengtsson T, Malmqvist U, Werkström V, et al. Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. Br J Clin Pharmacol. 2008;65(2):253-9.

16. Atashak S, Baturak K. The effect of BCAA supplementation onserum C-reactive protein and creatine kinase after acute resistance exercise in soccer players. Ann Biol Res. 2012;3(3):1569-76.

17. Penkowa M, Keller C, Keller P, Jauffred S, Pedersen BK. Immunohistochemical detection of interleukin-6 in human skeletal muscle fibers following exercise. FASEB J. 2003;17(14):2166-8.

18. Buckley JD, Thomson RL, Coates AM, Howe PR, DeNichilo MO, Rowney MK. Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generatingcapacity following eccentric exercise. J Sci Med Sport. 2010;13(1):178-81.

19. Bettendorf B. TRX suspension training bodyweight exercises: scientific foundations and practical applications. San Francisco: Fitness Anywhere Inc. 2010.

20. Janot J, Heltne T, Welles C, Riedl J, Anderson H, Howard A, et al. Effects of TRX versus traditional resistance training programs on measures of muscular performance in adults. J Fit Res. 2013;2(2):23-38.

21. Melrose D, Dawes J .Resistance characteristics of the TRX TM suspension training system at different angles and distances from the hanging point. J Athletic Enhanc. 2015;4(1):2-5.

22. Fong SS, Tam Y, Macfarlane DJ, Ng SS, Bae Y-H, Chan EW, et al. Core muscle activity during TRX suspension exercises with and without kinesiology taping in adults with chronic low back pain: implications for rehabilitation. Evid Based Complementary Alter Med. 2015;2015.

23. Hadavand-Mirzaii Y, Nameni F. Comparison of the effects of total resistance exercise training and central stability on creatine kinase and lactate dehydrogenase changes in obese girls. KAUMS J (FEYZ). 2020;24(4):395-403.

24. Scheett T, Aartun J, Thomas D, Herrin J, Dudgeon W. Physiological Markers as a Gauge of Intensity for Suspension Training Exercise: 2636Board# 244 June 4 8: 00 AM-9: 30 AM. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(5):696.

25. Clarkson PM, Kearns AK, Rouzier P, Rubin R, Thompson PD. Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. Med Sci Sports Exerc. 2006;38(4):623.

26. Bompa TO, Di Pasquale M, Cornacchia L. Serious strength training: Human Kinetics; 2012.

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

28. Clarkson PM, Kearns AK, Rouzier P, Rubin R, Thompson PD. Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. Med sci sports exerc. 2006;38(4):623.

29. Arakawa K, Hosono A, Shibata K, Ghadimi R, Fuku M, Goto C, et al. Changes in blood biochemical markers before, during, and after a 2-day ultramarathon. J Sports Med. 2016;7:43.

30. Akbarpour Beni M, Maleki G, Samari Z. Comparison the effect of TRX and traditional resistance training on responses some indices of muscle damage of soccer player. J Exerc Organ Cross Talk 2021;1(2):77-85.

31. Isik O, Dogan I. Effects of bilateral or unilateral lower body resistance exercises on markers of skeletal muscle damage. Biomed J. 2018;41(6):364-8.

32. Horita T, Komi P, Nicol C, Kyröläinen H. Effect of exhausting stretch-shortening cycle exercise on the time course of mechanical behaviour in the drop jump: possible role of muscle damage. Eur j appl physiol occup physiol. 1999;79(2):160-7.

33. Zheng L, Wei H, He P, Zhao S, Xiang Q, Pang J, Peng J. Effects of supplementation of branched-chain amino acids to reduced-protein diet on skeletal muscle protein synthesis and degradation in the fed and fasted states in a piglet model. Nutrients. 2016;9(1):1.

34. Khajelandi M, Janbozorgi M. Comparison of the effect of a resistance training sessionWith and without restrictions on vascular blood flow, changes in serum levels of growth hormone and lactate in female athletes. Faiz. 2018;22:318-24.

35. Tiidus PM, Pushkarenko J, Houston ME. Lack of antioxidant adaptation to short-term aerobic training in human muscle. Am J Physiol Regul Integre Compar Physiol. 1996;271(4):R832-R6.

36. Krustrup P, Hellsten Y, 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(1):335-45.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]

37. Juel C, Klarskov C, Nielsen JJ, Krustrup P, Mohr M, Bangsbo J. Effect of high-intensity intermittent training on lactate and H+ release from human skeletal muscle. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2004;286(2):245-251.

38. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. J Appl Physiol. 2005.

39. Shoemaker J, Phillips S, Green H, Hughson R. Faster femoral artery blood velocity kinetics at the onset of exercise following short-term training. Cardiovasc res. 1996;31(2):278-86.

40. Green H, Barr D, Fowles J, Sandiford S, Ouyang J. Malleability of human skeletal muscle Na+-K+-ATPase pump with short-term training. J Appl Physiol. 2004;97(1):143-8.

41. Rogers ME, Bohlken RM, Beets MW, Hammer SB, Ziegenfuss TN, Šarabon N. Effects of creatine, ginseng, and astragalus supplementation onstrength, body composition, mood, and blood lipids during strength-training in older adults. J Sports Sci Med. 2006;5(1):60.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-12-26]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1401.29.2.5.8]