Jundishapur
Scientific Medical Journal

July, August 2022. Volume 21. Number 3

Research Paper

Effect of Different Recovery Methods on Oxidative Stress and Hematological Indicators in Female Runners

*Maria Rahmani Ghobadi[1], Seyed Ali Hoseini[2], Ghobad Hasanpour[2]

1. Department of Physical Education & Sport Sciences, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran.
2. Department of Sport Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Rahmani Ghobadi M, Hoseini SA, Hasanpour Gh. [Comparison of the Effect of Different Recoveries Methods on Oxidative Stress and Hematological Indices in Female Runners (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2022; 21(3):436-447. https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.3.2826

https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.3.2826

CC BY NC

ABSTRACT

Background and Objectives Exercise can increase oxidative and metabolic stress. The aim of this research was to investigate the effect of different recovery methods after an acute training session on aspartate aminotransferase activity, oxidative stress, and some hematological indices of female runners.

Subjects and Methods In the present quasi-experimental study, 30 semi-professional female runners were selected as the research sample and randomly divided into three groups (n=10): active running recovery, passive recovery, and sports massage. After two weeks, the same training protocol was performed for athletes and also after a week of rest, fasting blood sampling was performed. Blood sampling was performed in three stages: 1- fasting, 2- after 1500 meters competition, and 3- immediately after different stages of recovery. The one-way analysis of variance was used for statistical analysis.

Results The results showed that in the massage group, the change in hematocrit, white blood cells, and hemoglobin was more than in the active and inactive recovery group ($P<0.05$), while in the active recovery group, the level of malondialdehyde decreased more than the massage and inactive recovery groups ($P<0.05$). There was no significant difference between the three recovery methods on changes in iron, red blood cells, aspartate aminotransferase, and total antioxidant capacity ($P<0.05$).

Conclusion According to the results, it can be said that active recovery can prevent damage caused by oxidative stress by increasing blood flow.

Keywords Acute physical activity, Hematological indices, Oxidative stress, Aspartate aminotransferase, Recovery

Received: 19 Apr 2022
Accepted: 29 May 2022
Available Online: 23 July 2022

Corresponding Author:
Maria Rahmani Ghobad, PhD.
Address: Department of Physical Education & Sport Sciences, Damavand Branch, Islamic Azad University, Damavand, Iran.
Tel: +98 (912) 3274666
E-Mail: mrahmani.uni@gmail.com

Jundishapur
Scientific Medical Journal

Extended Abstract

Introduction

Heavy physical activity increases oxidative and metabolic stress, and factors affecting body recovery and its speed to a normal state are of particular importance [3]. Improper recovery after one training session can lead to an unfavorable performance in the next session. Long-term and repeated inappropriate recoveries can also eventually lead to overtraining by causing fatigue [4]. Active recovery increases blood flow and thus accelerates the athlete's recovery [6]. Also, the use of massage as a therapeutic and relaxing method is widespread in sports races for preparation before the race, between two races, and return to the original state after the race [9]. One of the main benefits of sports massage is its positive effect on sports performance, which leads to reducing the time of returning to the original state after physical activity, reducing muscle tension, restoring energy reserves through increasing blood flow, and as a result, improving performance in the next race [8-10]. Therefore, the recovery method can affect the success of athletes by reducing cell or muscle damage indicators [8-10]. Because intense and long-term training can disrupt an athlete's performance by increasing oxidative stress and its effects on hematology indicators and antioxidant defense [19, 20], using different methods of recovery after an acute training session can be useful. Accordingly, the aim of this research was to compare the effects of active recovery methods and massage on recovery speed in female runners.

Methods

In this quasi-experimental research, 30 semi-endurance semi-professional female runner volunteers were selected by the simple random method as the research sample, and in a crossover design, they were divided into three groups of ten cases: 1) running active recovery, 2) sports massage, and 3) passive recovery groups. In order to homogenize the training plan of all runners, a training protocol with the following details of two weeks, three training sessions per week, and each training session about 2 hours of athletic training was created, and after each session, a cooling exercise was performed for 10-15 minutes, including light aerobic exercises and stretching exercises. After a week of rest, pre-test measurements and blood sampling were performed on an empty stomach. Two hours after the test, subjects had breakfast (including 70% carbohydrates, 15% protein, and 15% fat), and a 1500-meter running race was performed. After receiving recovery results based on grouping, blood sampling was done again. Active recovery consisted of 15 minutes of light running and then 5 minutes of static stretching movements. In the sports massage group, the sports massage therapist performed massage on the lower limbs. In the passive recovery group, runners sat for 30 minutes after doing the activity. Immediately after completion of the 1500-meter running race and subsequently various recovery methods, blood sampling was done. The one-way analysis of variance (ANOVA) was used for statistical analysis. Statistical analysis was carried out using SPSS software, version 22 and the significance level was considered at $P<0.05$.

Results

In this study, the age range of female runners was 18-24 years old (mean: 21.34±2.32 years). The height range was 161 to 175 cm (mean: 169.126±4.112 cm), and the weight range of runners was 54-68 kg (mean: 62.113±4.217 kg). After a 1500-meters run, there was no significant difference in subjects regarding hematocrit (P=0.25, F=1.44), iron (P=0.23, F=1.52), red blood cells (P=0.41, F=0.92), hemoglobin (P=0.39, F=0.97), aspartate aminotransferase (P=0.80, F=0.21), total antioxidant capacity (P=0.43, F=0.87) and malondialdehyde levels (P=0.036), F=0.21). But there was a significant difference in the number of white blood cells (P=0.03, F=3.75). Also, a significant difference was observed between the effects of three recovery methods on changes in hematocrit (P=0.02, F=4.10), white blood cells (P=0.04, F=3.70), and hemoglobin (P=0.02, F=4.52) of semi-professional female runners. The results of the LSD post hoc test revealed that there was a significant difference in hematocrit (P=0.009), white blood cells (P=0.01), and hemoglobin (P=0.01) between the three groups. However, no significant difference was observed between the three recovery methods in changes in iron, red blood cells, and aspartate aminotransferase (P>0.05). Also, regarding the effects of recovery methods on total antioxidant capacity and malondialdehyde levels, there was no significant difference in total antioxidant capacity between the three recovery methods (P=0.12, F=1.83). However, a significant difference was observed in malondialdehyde levels (P=0.036, F=1.14). In further investigations, the results of the LSD post hoc test showed that a reduction in malondialdehyde levels in the active recovery group was higher than in the massage and passive groups (P=0.031 and P=0.038, respectively)

Discussion

In general, a 1500-meter half-endurance running race increases oxidative stress and affects some hematological factors in female runners. Many body organs and systems,

including the liver, cardio-respiratory system, muscle system - active muscles - nervous system, hormonal system, muscle glycogen, and triglyceride, and energy systems are under pressure during a race or a training session [28-30]. Fatiguing running exercises generate excessive free radicals and reactive oxygen and nitrogen species, which leads to damage caused by muscle oxidative stress and impaired contractility, and can affect an athlete's sports performance or health. Also after different recovery methods, a significant decrease in malondialdehyde levels was observed compared to the massage and passive groups. It can be said that in the active recovery group, considering that light aerobic activities bring more blood flow to the muscles, as a result, it can improve mitochondrial respiration and improve recovery and reduce oxidative stress in muscles after exercises. However, in the passive and massage groups, the blood flow does not reach the muscles properly. Using active recovery can increase the supply of oxygen and nutrients with improved blood flow to the muscles, and improve the removal of metabolites caused by an aerobic activity, thus reducing oxidative stress, which can prevent muscle injuries in runners.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee of Islamic Azad University, Damavand Branch (Code:???). All ethical principles including the confidentiality of patient information were observed and informed consent was obtained from the participants

Funding

This study was funded by Islamic Azad University, Damavand Branch (Grant Number: 9084/P).

Authors contributions

Project supervision and management: Maria Rahmani Ghobadi; Preparation: All authors.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مجله علمی پزشکی
جندی شاپور
مرداد و شهریور ۱۴۰۱. دوره ۲۱. شماره ۳

مقاله پژوهشی

مقایسه اثر شیوه‌های مختلف بازیافت بر استرس اکسیداتیو و شاخص‌های هماتولوژیک در دوندگان زن

*ماریا رحمانی قبادی[۱]، سید علی حسینی[۲]، قباد حسن‌پور[۲]

۱. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، دماوند، ایران.
۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Rahmani Ghobadi M, Hoseini SA, Hasanpour Gh. [Comparison of the Effect of Different Recoveries Methods on Oxidative Stress and Hematological Indices in Female Runners (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2022; 21(3):436-447. https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.3.2826

https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.3.2826

CC BY NC

چکیده

زمینه و هدف فعالیت ورزشی می‌تواند موجب افزایش استرس اکسیداتیو و متابولیکی شود. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر شیوه‌های مختلف بازیافت پس از یک جلسه تمرین حاد بر فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز، استرس اکسیداتیو و برخی شاخص‌های هماتولوژیک دوندگان زن بود.

روش بررسی در تحقیق نیمه‌تجربی حاضر ۳۰ دونده زن نیمه‌حرفه‌ای به‌عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در ۳ گروه ۱۰ نفری: گروه بازیافت فعال دویدن، گروه بازیافت غیرفعال و ماساژ ورزشی تقسیم شدند. پس از ۲ هفته پروتکل تمرینی یکسان برای ورزشکاران و همچنین پس از یک هفته استراحت خون‌گیری به‌صورت ناشتا انجام شد؛ خونگیری در ۳ مرحله ۱. حالت ناشتا؛ ۲. پس از رقابت ۱۵۰۰ متر و ۳. بلافاصله پس از مراحل مختلف ریکاوری انجام شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد.

یافته‌ها نتایج نشان داد که در گروه ماساژ، تغییرت هماتوکریت، گلبول سفید و هموگلوبین نسبت به گروه بازیافت فعال و غیرفعال بیشتر بود ($P<0/05$). در گروه بازیافت فعال سطح مالون دی آلدهید نسبت‌به گروه‌های ماساژ و بازیافت غیرفعال بیشتر کاهش یافت ($P<0/05$)، اما بین سه روش بازیافت بر تغییرات آهن، گلبول قرمز خون، آسپارتات آمینوترانسفراز و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری باتوجه‌به نتایج می‌توان گفت که بازیافت فعال با افزایش جریان خون می‌تواند از آسیب‌های ناشی از استرس اکسیداتیو جلوگیری کند.

کلیدواژه‌ها فعالیت جسمانی حاد، شاخص‌های هماتولوژیک، استرس اکسیداتیو، آسپارتات آمینوترانسفراز، بازیافت

تاریخ دریافت: ۳۰ فروردین ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۰۸ خرداد ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۱

* **نویسنده مسئول:**
دکتر ماریا رحمانی قبادی
نشانی: دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دماوند، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی.
تلفن: ۳۲۷۴۶۶۶ (۹۱۲) ۹۸+
رایانامه: mrahmani.uni@gmail.com

مقدمه

ورزشکاران حرفه‌ای و تفریحی به منظور رسیدن به اوج عملکرد ورزشی تمرینات ورزشی شدید انجام می‌دهند [۱]؛ با این وجود، تمرینات ورزشی شدید و همچنین رویدادهای ورزش منجر به افزایش سرعت متابولیسم و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود و سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی به خطر می‌افتد که می‌تواند منجر به آسیب سلولی شود [۲]. به‌دنبال ایجاد خستگی تغییراتی در بافت عضله ایجاد می‌شود و در دوره‌های تمرینی پیش‌رونده، بدن ممکن است نتواند فرصت بیابد که به‌طور کامل بین جلسات تمرین به وضعیت اولیه برگردد و این مسئله سبب کاهش کارآیی در ورزشکاران می‌شود [۳]. ازآنجایی‌که آسیب‌های مکانیکی کوچک ناشی از فعالیت‌های بدنی مختلف و حتی در مسابقات و تمریناتی که در آن‌ها ضربات پا با زمین زیاد است، امری اجتناب‌ناپذیر است [۱]؛ بنابراین شناخت دوره‌های بازیافت و بازگشت سریع بدن به وضعیت عادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۳]. بازگشت به حالت اولیه نامناسب بعد از یک جلسه تمرین می‌تواند به عملکرد نامطلوبی در جلسه بعدی منجر شود و ریکاوری‌های نامطلوب درازمدت و مکرر نیز با ایجاد خستگی می‌توانند درنهایت وضعیت بیش‌تمرینی را به‌وجود آورند [۴].

در این میان، استفاده از انواع بازیافت نظیر بازیافت فعال، بازیافت غیرفعال و ماساژ مورد توجه بوده است [۵]. در بین انواع بازیافت پس از فعالیت، بازیافت فعال و ماساژ بیشتر مورد توجه و استفاده مربیان و ورزشکاران بوده است [۶]. بازیافت فعال باعث افزایش جریان خون و درنتیجه تسریع در بازگشت به حالت اولیه می‌شود [۶]. محققان زیادی اثرات سودمند ریکاوری فعال را در مقایسه با ریکاوری غیرفعال بر خستگی و عملکرد ورزشی گزارش دادند [۷، ۸]. از سویی ماساژ نیز به‌عنوان یک روش درمانی و آرام‌بخش کاربرد وسیعی در رقابت‌های ورزشی به‌منظور آمادگی پیش از رقابت، بین دو رقابت و بازگشت به حالت اولیه پس از رقابت دارد [۹]. از بهترین فواید ماساژ ورزشی تأثیر مثبت آن بر عملکرد ورزشی کاهش زمان بازگشت به حالت اولیه پس از فعالیت بدنی، کاهش تنش عضلانی، بازسازی ذخایر انرژی ازطریق افزایش جریان خون و درنتیجه بهبود اجرا در رقابت بعدی می‌باشد [۸-۱۰]. بر این اساس، نوع بازیافت می‌تواند با کاهش شاخص‌های آسیب سلولی یا عضلانی بر موفقیت ورزشکاران اثرگذار باشند [۸-۱۰].

باتوجه‌به اینکه کبد از اندام‌های اصلی بدن است که با کمک آنزیم‌های مختلف در تنظیم فعالیت‌های هورمونی و سوخت و سازی بدن است، هنگام استراحت، تمرین و مرحله برگشت به حالت اولیه فعالیت‌های ورزشی از اهمیت ویژه‌ای برخورداراست [۱۱، ۱۲]. یکی از پرکاربردترین آنزیم‌های تشخیصی کبد آسپارتات آمینوترانسفراز است که پس از تمرین و درصورت آسیب عضله افزایش می‌یابد [۱۳]. این آنزیم در بسیاری از سلول‌های بدن به‌ویژه قلب، کبد و به مقدار کمتری در کلیه‌ها و عضلات وجود دارد. این آنزیم جزء دسته ترانس آمینازها می‌باشد. آسپارتات آمینوترانسفراز عامل آمینی اسیدهای آمینه را به اسیدهای آلفا ستونی منتقل می‌کند؛ یعنی انتقال یک گروه آمینی را از اسید آلفاکتوگلوتاریک و به عکس کاتالیز می‌کند و به همین جهت به آن آمینوترانسفراز گویند [۱۱].

ازآنجایی‌که در هر نوع ورزش، شاخص‌های آسیب‌زایی سلولی شروع به ترشح و تولید بیش از حد نرمال می‌کند، و این مسئله (سطح افزایش یافته شاخص‌های آسیب‌های سلولی) اگر بعد از پایان تمرین یا مسابقه درحد بالا باقی بماند) موفقیت و عملکرد ورزشکار را تحت‌الشعاع قرار خواهد داد. از این مطالب چنین برمی‌آید که به‌کارگیری و انتخاب نوع بازیافت احتمالاً می‌تواند در این زمینه، تغییرات مثبت داشته باشد. اگرچه براساس مبانی نظری که وجود دارد اثرات مثبت بازیافت فعال نسبت به بازیافت غیرفعال ثابت شده است ولی اول اینکه بازیافت فعال و غیرفعال به چه شکلی انجام گیرد، ثانیاً این اثرات بر روی چه شاخص‌های سنجیده شود و ثالثاً این پروتکل تمرینی بر روی چه ورزشکارانی صورت گیرد، نیاز به تحقیقات بیشتری برای روشن‌شدن مکانیسم‌های احتمالی نیاز دارد. در تحقیق سینگسریسون و همکاران [۱۴] در سال ۱۹۹۸ در مطالعه ای که بر روی بوکسورهای مرد جوان در یک وهله فعالیت فزاینده را تا رسیدن به واماندگی انجام دادند، نتایج حاکی از افزایش معنادار آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز نسبت‌به گروه کنترل بود. عجمی‌نژاد و همکاران [۱۵] در ۱۳۹۲ دریافتند که میزان هموگلوبین پس از یک وهله فعالیت هوازی با شدت‌های مختلف افزایش می‌یابد ولیکن میزان دیگر شاخص‌های کبدی ازجمله آسپارتات آمینوترانسفراز نسبت‌به گروه کنترل تغییر معناداری نداشت. شجاع‌الدین و همکاران [۱۶] در سال ۲۰۱۷ دریافتند بین بازیابی فعال و راه رفتن در آب بر آسیب‌های عضلانی مانند آسپارتات آمینوترانسفراز و کراتین کیناز بازیکنان فوتبال پس از یک دوره بازی، تفاوت آماری معناداری وجود ندارد. بائور و همکاران (۲۰۱۸) نیز در تحقیقشان که به بررسی اثر شدت تمرین بر شاخص‌های هماتولوژیکی انجام داده بودند، عنوان کردند که سه مسابقه تمرینی متوالی با شدت بالا منجر پس از ورزش منجر به افزایش سطح لکوسیت‌ها، کراتین فسفوکیناز و هپسیدین و کاهش سطح آهن در در مردان و زنان نخبه قایق سواری دراگون شد گزارش شده است که اگر فعالیت بدنی شدید در فواصل نامنظم انجام شود و سیستم‌های آنتی اکسیدانت فرصت بازیافت کافی نداشته باشند نه‌تنها ناسالم است، بلکه می‌تواند منجر به آسیب عضلانی، استرس اکسیداتیو و التهاب شود [۱۷].

در فعالیت‌های هوازی، اکسیژن برای فعالیت ضروری است. با این حال، کاهش ناقص اکسیژن منجر به تولید گونه‌های فعال

اکسیژن می‌شود. این اکسیدان‌ها ماکرومولکول‌های بیولوژیکی موجود در مجاورت خود را اکسید می‌کنند و در نتیجه عملکرد سلولی را مختل می‌کنند که باعث استرس اکسیداتیو می‌شود. در سلول‌ها دفاع آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی را برای محافظت از خود در برابر استرس اکسیداتیو وجود دارد [۱۸، ۱۹]. نتایج تحقیق بوگدانیس و همکاران (۲۰۲۲) اهمیت مدت زمان مسابقه را برجسته کرد و عنوان کردند که علی‌رغم کل کار، مدت زمان برابر زمان‌های کوتاه ریکاوری در تمرین باعث ایجاد اختلالات سلول‌های خونی، استرس متابولیک و پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی کمتری در مقایسه با دوره‌های با زمان ریکاوری بیشتر می‌شوند [۲۰].

باتوجه‌به مطالب گفته شده و همچین اثر تمرینات شدید و بلند مدت بر افزایش استرس اکسیداتیو و اثرات آن بر شاخص های هماتولوژی و دفاع آنتی‌اکسیدانی [۱۹، ۲۰]، تاکنون در تحقیقی جامع در مورد مقایسه شیوه‌های مختلف بازیافت پس از یک جلسه تمرین حاد بر استرس اکسیداتیو، فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز و شاخص‌های هماتولوژیکی منتخب دوندگان زن انجام نشده است و هنوز تحقیقات منسجم با نتایج روشن وجود ندارد، که ضرورت تحقیق حاضر را توجیه می‌کند.

بر همین اساس، هدف تحقیق حاضر مقایسه اثر روش‌های بازیافت فعال و ماساژ به‌عنوان دو روش کاربردی در بازیافت ورزشکاران بر شاخص‌های آسیبزایی سلولی و بافتی مانند شاخص هماتولوژیکال (آهن سرم، هماتوکریت، گلبول سفید و قرمز و هموگلوبین) و استرس اکسیداتیو و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و سطح آسپارتات آمینوترانسفراز بود.

روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات کاربردی است. در این تحقیق از روش نیمه‌تجربی استفاده شده است که به‌صورت متقاطع اجرا شده است. جامعه آماری این پژوهش شامل دوندگان زن شهر تهران بودند که تعداد ۳۰ نفر از دوندگان زن نیمه‌حرفه‌ای داوطلب را به‌صورت تصادفی ساده به‌عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند.

برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسش‌نامه ویژگی‌های جمعیت شناختی (فعالیت بدنی و سابقه ورزشی، ارزیابی سلامتی و سابقه پزشکی) و تجهیزات آزمایشگاهی معتبر و استاندارد جهت سنجش شاخص‌های بیوشیمیایی خونی (مانند یخچال فریز، دستگاه سانتریفوژ و دستگاه شمارشگر الایزا[1]) استفاده شد. قبل از اجرای برنامه، مشخصات تن‌سنجی و جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها، اندازه‌گیری و ثبت شد. از بین دوندگان نیمه‌حرفه‌ای زن ۳۰ نفر به‌عنوان نمونه تحقیق گزینش و براساس دامنه سنی، کنترل رژیم غذایی (عدم‌مصرف رژیم‌های غذایی خاص)، ارزیابی وضعیت سلامتی (نداشتن بیماری‌های خاص) و ارزیابی سابقه فعالیت بدنی (شرکت فعال در برنامه‌های تمرین دو و میدانی به‌صورت منظم در یک سال گذشته) به‌صورت تصادفی در سه گروه ۱۰ نفری: گروه بازیافت فعال دویدن، گروه بازیافت غیرفعال ماساژ ورزشی و گروه بازیافت غیرفعال نشستن، جای گرفتند.

به‌منظور همگن‌سازی برنامه تمرین کلیه دوندگان در یک پروتکل تمرینی به‌مدت ۲ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه تمرین که حدود ۲ ساعت تمرینات دویدن و تمرین‌های تخصصی بود پرداختند. برنامه تمرین تخصصی شامل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم‌کردن عمومی و تخصصی، ۴۵ دقیقه تمرین تخصصی دویدن با شدت ۸۵-۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره، ۵ دقیقه تمرین حاد دوی ۲۰۰ متر سرعت با حداکثر توان ورزشکاران و با نسبت استراحت ۳ به ۱ انجام شد؛ پس از هر جلسه تمرین، سردکردن به‌مدت ۱۵-۱۰ دقیقه شامل تمرینات هوازی سبک و تمرینات کششی انجام شد.

پس از یک هفته استراحت پس از اجرای پروتکل تمرین ۲ هفته، اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون و خون‌گیری به‌صورت ناشتا انجام شد. ۲ ساعت پس از خوردن صبحانه یکسان برای همه آزمودنی‌ها (شامل ۷۰ درصد کربوهیدرات، ۱۵ درصد پروتئین و ۱۵ درصد چربی)، یک مسابقه دوی ۱۵۰۰ متر [۲۱] اجرا شد. بلافاصله پس از اتمام مسابقه خون‌گیری به عمل آمد؛ پس از آن براساس گروه‌های موردنظر بازیافت‌هایی که قبلاً برایشان مشخص شده بود، دریافت کردند، بلافاصله بعد از پایان بازیافت‌ها، نمونه‌گیری سرم نیز گرفته شد.

گروه بازیافت فعال پس از مسابقه به مدت ۱۵ دقیقه دوی نرم انجام داده و با حرکات کششی ایستا (۵ دقیقه) خود را سرد می‌کردند. گروه بازیافت ماساژ ورزشی، عمل ماساژ بر روی اندام تحتانی (عضلات چهار سر، همسترینگ، سرینی و ساق) به علت ماهیت ورزش دوومیدانی انجام شد. گروه بازیافت غیرفعال که پس از مسابقه فقط به‌مدت ۳۰ دقیقه بدون هیچ حرکتی می‌نشستند و پس از آن خون‌گیری از آن‌ها انجام شد [۲۲، ۲۳].

جهت تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از آزمون کالموگروف-اسمیرینوف برای بررسی نرمال‌بودن داده‌ها، آزمون تحلیل واریانس یک راهه برای بررسی تفاوت میانگین‌ها برای بررسی تغییرات بین گروهی در سطح معنادار P<۰/۰۵ با استفاده از بسته نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

یافته‌ها

در تحقیق حاضر، دامنه سنی دوندگان زن از ۲۴-۱۸ سال بود (۲/۳۲±۲۱/۳۴). دامنه قد ۱۶۱ تا ۱۷۵ سانتی‌متر (۴/۱۱۲±۱۶۹/۱۲۶) و وزن دوندگان ۵۴ تا ۶۸ کیلوگرم (۴/۲۱۷±۶۲/۱۱۳) بود.

1. ELISA

جدول ۱. سطوح پیش‌آزمون و پس‌آزمون و دوره ریکاوری متغیرهای مورد بررسی در گروه‌های پژوهش

متغیر	زمان اندازه‌گیری	میانگین±انحراف معیار		
		ماساژ	دوی نرم	استراحت
هماتوکریت	قبل از تمرین	۴۶/۲۳±۵/۴۹	۴۶/۶۸±۵/۹۴	۴۱/۶۳±۶/۶۸
	بعد از تمرین	۵۳/۲۲±۶/۲۵	۴۷/۹۷±۶/۱۰	۴۹/۳۱±۸/۸۶
	بعد از ریکاوری	۵۰/۸۰±۶/۶۱	۴۷/۳۶±۵/۹۰	۴۵/۹۱±۷/۴۵
آهن	قبل از تمرین	۹۸/۷۰±۴۴/۹۷	۱۲۲/۳۰±۴۸/۷۵	۱۱۸/۹۰±۵۲/۴۳
	بعد از تمرین	۱۱۷/۴۰±۳۱/۷۵	۱۳۷/۶۰±۳۴/۸۴	۱۴۶/۲۰±۴۵/۷۳
	بعد از ریکاوری	۱۱۵/۱۰±۳۴/۵۰	۱۲۴/۲۰±۳۴/۶۲	۱۴۲/۳۰±۴۵/۶۷
گلبول سفید	قبل از تمرین	۶۵۳۰±۱۱۳۷	۵۹۳۰±۷۷۱	۶۸۹۰±۱۳۱۲
	بعد از تمرین	۸۶۶۰±۹۸۲	۸۳۱۰±۶۶۲	۹۴۹۰±۱۲۳۶
	بعد از ریکاوری	۶۱۹۰±۱۵۲۵	۶۴۹۰±۵۹۳	۷۴۰۰±۱۴۰۰
گلبول قرمز	قبل از تمرین	۵/۷۳±۰/۶۱	۵/۷۳±۰/۶۷	۵/۱۹±۰/۸۲
	بعد از تمرین	۶/۳۴±۰/۵۷	۵/۸۹±۰/۶۹	۵/۹۶±۱/۰۵
	بعد از ریکاوری	۶/۱۹±۰/۶۳	۵/۷۰±۰/۶۳	۵/۶۷±۰/۹۰
هموگلوبین	قبل از تمرین	۱۵/۲۱±۲/۰۰	۱۵/۵۴±۲/۰۷	۱۳/۸۵±۲/۲۲
	بعد از تمرین	۱۷/۴۵±۲/۴۶	۱۵/۸۸±۲/۱۸	۱۶/۴۱±۲/۹۵
	بعد از ریکاوری	۱۶/۷۰±۲/۴۹	۱۵/۶۹±۲/۱۱	۱۵/۲۵±۲/۴۷
آسپارتات آمینو ترانسفراز	قبل از تمرین	۲۶/۸۰±۷/۲۵	۲۶/۶۱±۷/۰۳	۲۶/۱۷±۷/۲۲
	بعد از تمرین	۳۱/۸۷±۶/۶۸	۳۲/۱۷±۶/۴۶	۳۱/۹۳±۶/۹۳
	بعد از ریکاوری	۲۷/۸۱±۶/۸۹	۲۹/۳۲±۶/۰۲	۲۹/۲۹±۶/۲۹
ظرفیت آنتی اکسیدانی کل	قبل از تمرین	۱/۰۶±۰/۰۴	۱/۰۵±۰/۰۴	۱/۰۶±۰/۰۵
	بعد از تمرین	۰/۹۵±۰/۰۵	۰/۹۳±۰/۰۶	۰/۹۶±۰/۰۶
	بعد از ریکاوری	۰/۹۸±۰/۰۵	۰/۹۷±۰/۰۷	۰/۹۶±۰/۰۶
مالون دآلدهید	قبل از تمرین	۵/۸۰±۱/۲۸	۵/۶۱±۱/۲۳	۵/۱۷ ± ۱/۱۲
	بعد از تمرین	۱۳/۳۴±۲/۱۴	۱۳/۴۶±۲/۲۴	۱۳/۰۶±۲/۱۸
	بعد از ریکاوری	۱۱/۲۱±۲/۷۳	۹/۷۴±۳/۵۳	۱۱/۶۴±۳/۰۶

در جدول شماره ۱ سطوح پیش‌آزمون و پس‌آزمون و پس از ریکاوری، مؤلفه‌های تحقیق گزارش شده است.

در بررسی اثر دوی ۱۵۰۰ متر بر متغیرهای مورد بررسی نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که تفاوت معناداری در میزان هماتوکریت (P=۰/۲۵، F=۱/۴۴)، آهن (P=۰/۲۳، F=۱/۵۲)، گلبول قرمز خون (P=۰/۴۱، F=۰/۹۲)، هموگلوبین (P=۰/۳۹، F=۰/۹۷)، آسپارتات امینوترانسفراز (P=۰/۸۰، F=۰/۲۱) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (P=۰/۴۳، F=۰/۸۷) و سطح مالون دی‌آدهید (P=۰/۰۳۶، F=۰/۲۱) دوندگان زن نیمه‌حرفه‌ای سه گروه در پس‌آزمون وجود نداشت ولی تفاوت معناداری در میزان گلبول سفیدخون (P=۰/۰۳، F=۳/۷۵) دوندگان زن نیمه‌حرفه‌ای سه گروه در پس‌آزمون وجود داشت.

در بررسی اثر انواع بازیافت بر متغیرهای تحقیق، نتایج تحلیل واریانس یک راه نشان داد که بین سه روش بازیافت بر تغییرات هماتوکریت (P=۰/۰۲، F=۴/۱۰)، گلبول سفیدخون (P=۰/۰۴، F=۳/۷۰) و هموگلوبین (P=۰/۰۲، F=۴/۵۲) دوندگان زن نیمه‌حرفه‌ای تفاوت معناداری مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی حداقل اختلاف معنادار[2] نشان داد که بین گروه ریکاوری ماساژ با گروه ریکاوری دو نرم و استراحت غیرفعال تفاوت معناداری در میزان هماتوکریت (P=۰/۰۰۹)، گلبول سفید (P=۰/۰۱) و هموگلوبین (P=۰/۰۱) وجود دارد. بین سه روش بازیافت بر تغییرات آهن (P=۰/۲۳، F=۱/۵۴)، گلبول قرمز خون (P=۰/۴۷، F=۰/۷۷) وآسپارتات آمینوترانسفراز (P=۰/۵۴، F=۰/۱۰). دوندگان زن نیمه‌حرفه‌ای تفاوت معناداری مشاهده نشد.

همچنین در بررسی اثر انواع بازیافت بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و سطح مالون دی‌آلدهید، نتایج نشان داد که تفاوت معناداری در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل بین سه روش ریکاوری وجود نداشت (P=۰/۱۲، F=۱/۸۳) ولی تفاوت معناداری در سطح مالون دی‌آلدهید (P=۰/۰۳۶، F=۱/۱۴) مشاهده شد؛ در بررسی‌های بیشتر نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که کاهش مالون دی‌آلدهید در گروه ریکاوری فعال نسبت‌به گروه‌های ماساژ و غیرفعال بیشتر بود؛ به‌ترتیب: (P=۰/۰۳۱، P=۰/۰۳۸).

بحث

این مطالعه به‌منظور مقایسه شیوه‌های مختلف بازیافت پس از یک جلسه تمرین حاد بر فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز و برخی شاخص‌های هماتولوژیکال خون زنان دونده انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد میزان آسپارتات آمینوترنسفراز پس از اجرای پروتکل کاهش یافت که این تغییر معنادار نبود و با تحقیق شجاع‌الدین , همکاران، کینوشیتا و همکاران و فیلی و همکاران هم خوان می‌باشد [۱۶، ۲۴، ۲۵]؛ آن‌ها در تحقیقات خود عدم افزایش معنادار آنزیم‌های کبدی پس از اجرای فعالیت ورزشی را گزارش کردند. از سوی دیگر، تفاوت معناداری در تغییرات هماتوکریت، گلبول‌سفید و هموگلوبین وجود داشت. ولیکن با نتایج سینگسریسون و همکاران [۱۴] ناهمخوان بود؛ علت ناهمخوانی نتایج را می‌توان به سطح آمادگی ورزشکاران و تفاوت در جنسیت و ماهیت رشته ورزشی (بوکس و دو و میدانی) نسبت داد. توانایی فرد جهت انجام تمرینات روزانه به این بستگی دارد که عضلات او با چه سرعتی بعد از تمرین به حالت اولیه بازمی‌گردند؛ این امر باعث بازگشت بدن به حالت اولیه از طریق جایگزینی مایعات بدن، ذخیره‌سازی انرژی و ترمیم بافت‌های عضلانی آسیب دیده می‌شود [۲۶]. بازیافت بعد از یک فعالیت طولانی‌مدت از یک روند پیچیدهای برخوردار است، اما می‌توان آنرا به سه بخش تقسیم کرد. مرحله اول که مرحله سریع نامیده می‌شود، طی ۳۰ دقیقه اول پس از تمرین وقوع پیدا می‌کند. بعد از این مرحله، مرحله میان‌مدت است که تا حدود دو ساعت بعد از تمرین طول می‌کشد. در پایان مرحله طولانی‌مدت است که طی ۲۰ ساعت باقیمانده و قبل از جلسه تمرین بعدی اتفاق می‌افتد [۲۷]. بسیاری از ارگان‌ها و سیستم‌های بدن ازجمله کبد، سیستم قلبی-تنفسی، سیستم عضلانی –عضلات فعال-سیستم عصبی، سیستم هورمونی، گلیکوژن و تری‌گلیسیرید عضلانی و سیستم‌های انرژی در طول یک مسابقه یا یک جلسه تمرین تحت فشار قرار می‌گیرند [۲۸-۳۰]؛ بدیهی است بازیافت حین یا پس از فعالیت‌های ورزش تاثیر به‌سزایی بر بازسازی سطوح از دست رفتهی انرژی، PH خون، عضله و دمای بدن و غیره دارد [۳۱]. با این حال، برغمدی و عبداله پور درویشانی [۳۲] در مطالعات خود بیان کردند که بهینه‌کردن بازگشت به حالت اولیه پس از تمرین و اجرا برای تمرین یا اجرای بعدی ورزشکاران نخبه و دیگر ورزشکاران رقابتی برای یک دورهٔ زمانی سودمند است.

بین سه نوع روش بازیافت ماساژ، استراحت غیرفعال و دو نرم پس از فعالیت ورزشی دویدن در بین دونده‌های نیمه‌حرفه‌ای زن در برخی شاخص‌های هماتولوژیکال تفاوت وجود داشت. نتایج آزمون تعقیبی حداقل اختلاف معنادار نشان داد که بین گروه ریکاوری فعال و گروه ریکاوری غیرفعال تفاوت معناداری در هموگلوبین وجود داشت (P=۰/۰۰۹)؛ که با نتایج عجمی‌نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۲ هم‌خوانی داشت [۱۵]. همچنین تفاوت معناداری در تغییرات آسپارتات آمینو ترنسفراز و آهن و گلبول قرمز بین سه نوع روش بازیافت ماساژ، استراحت غیرفعال و بازیافت فعال پس از فعالیت ورزشی دویدن در بین دونده‌های نیمه‌حرفه‌ای زن وجود نداشت. نتایج تحقیق دیوس و همکاران [۳۳] در سال ۲۰۲۰ نشان داد که ماساژ ورزشی بر بازیافت و عملکرد ورزشکاران به‌صورت مستقیم اثرگذار نیست. ملک‌زاده و همکاران [۵] براساس پژوهشی در سال ۱۳۹۲ بیان کردند که میزان تأثیرگذاری بازیافت ترکیبی فعال و ماساژ ورزشی در

2. Least Significant Difference (LSD)

شاخص خستگی، بازیافت ترکیبی و ماساژ ورزشی در میزان درک خستگی و احساس توانمندی بیشتر از دیگر انواع بازیافت می‌باشد، همچنین نتایج تحقیق نوبهار و میردار [۳۴] در سال ۱۳۹۱ حاکی از آن بود که مقادیر آسپارتات آمینوترانسفراز بعد از روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین افزایش معناداری یافت. پس از ۲۴ ساعت استراحت کاهش معنادار چشمگیری را نشان داد و تنها در روزهای تمرینی با گروه کنترل تفاوت معناداری نشان داد. این محققان نتیجه گرفتند که عدم‌توجه به زمان بازیافت مناسب با شدت کار، ممکن است منجربه کاهش عملکرد و آسیب عضلانی شود.

نتایج به‌دست آمده در تحقیق ما با بسیاری از نتایج تحقیقات دیگر مانند بست و همکاران [۳۵] در سال ۲۰۰۸ غیر هم‌سو می‌باشد که شاید عوامل مداخله‌گر دیگر باعث به‌وجود آمدن این نتایج شده باشد که می‌توان به میزان آمادگی ورزشکاران، زمان ریکاوری و ... اشاره کرد. نتایج تحقیق بست و همکاران [۳۵] نشان داد که پس از انجام یک وهله تمرین شدید، ماساژ ورزشی برای بازیابی عضله اسکلتی اثربخشی معناداری است. مانیدرو و دان [۳۶] در تحقیق خود در سال ۲۰۰۰ بیان کردند میزان بازگشت به حالت اولیه را در چهار وضعیت استراحت غیرفعال، ماساژ ترکیب استراحت فعال با ماساژ و استراحت فعال مقایسه کردند. این محققان نتیجه گرفتند که ترکیب ماساژ و بازیافت فعال، زمان اجرا را به‌طور معناداری کاهش می‌دهد. همچنین بازیافت فعال و بازیافت ترکیبی باعث تخلیه خون سیاهرگی می‌شود ولی هیچ‌کدام از چهار نوع بازیافت بر بهبود ضربان قلب اثری نداشت [۳۶].

باتوجه‌به اینکه فعالیت‌های ورزشی سبب ایجاد آسیب‌های بافتی و سلولی در بدن ورزشکاران می‌شود و این آسیب‌ها به نوبه خود موجب افزایش نفوذپذیری غشا و آزادسازی آنزیم‌های داخل سلول می‌شود. برای جبران این آسیب‌ها می‌توان روش‌های زیادی ازجمله، حرکات کششی، ماساژ، کمپرس یخ، داروهای ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدان‌ها، غوطه‌وری در آب سرد و گرم و بازیابی به‌وسیله تحریک الکتریکی به ورزشکاران ارائه کرد [۱۳، ۳۷]. ورزشکاران بر این باورند که انواع بازیافت و ماساژ ورزشی بر عملکرد آن‌ها اثر مثبت گذاشته و زمان بازگشت به حالت اولیه پس از خستگی را کاهش می‌دهد و درنتیجه باعث بهبود اجرا در رقابت بعدی می‌شود [۳۵، ۳۸]. از دیگر اثرات ماساژ، بدون توجه به وضعیت سلامت دریافت‌کننده می‌توان به افزایش اکسیژن‌رسانی و تغذیه سلول‌ها و بافت‌ها، آزادسازی آندورفین‌ها، آرام‌سازی جسمی و ذهنی، احساس خوب‌شدن، راحتی و کامل بودن یا یکپارچگی اشاره کرد [۳۵، ۳۸].

در بررسی اثر فعالیت جسمانی بر استرس اکسیداتیو نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک جلسه تمرین موجب کاهش سطوح آنتی‌اکسیدانی کل در آزمودنی‌ها شد. پونس و گونزالس و همکاران نیز نشان دادند که یک جلسه فعالیت ورزشی حاد موجب کاهش سطح ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در فوتبالیست‌های جوان شد که با نتایج تحقیق ما همخوانی داشت [۳۹]. از طرفی در تحقیق ما سطح مالون دآلدهید افزایش معناداری در مرحله پس آزمون نشان داد که شاخصی از استرس اکسیداتیو می‌باشد [۴۰]. همچنین نتایج نشان داد که پس از بازیافت‌های مختلف کاهش معناداری در سطح مالون دآلدهید نسبت‌به گروه‌های ماساژ و غیرفعال مشاهده شد. باتوجه‌به نتایج می‌توان گفت که در گروه ریکاوری فعال باتوجه‌به خونرسانی بیشتر به عضلات موجب بهبود تنفس میتوکندریایی و درنتیجه بهبود ریکاوری و کاهش استرس اکسیداتیو در عضلات شده است؛ درحالی‌که در گروه‌های غیرفعال و ماساژ این خون‌رسانی به‌خوبی انجام نشده است. ساناادو و همکاران نیز گزارش کردند که بازیافت فعال با افزایش جریان خون موجب دفع بهتر لاکتات خون نسبت‌به بازیافت غیرفعال می‌شود [۴۱]. پولی و همکاران نیز در تحقیقشان برتری بازیافت فعال نسبت‌به بازیافت غیرفعال را بر نشانگرهای آسیب عضلانی شامل کراتین کیناز، کوفتگی تأخیری، ادم عضلانی و همچنین عملکرد ورزشی گزارش کردند [۴۲]. می‌توان گفت که بازیافت فعال با افزایش خون‌رسانی و دفع متابولیت‌ها [۴۱] و همچنین بهبود اکسیژن رسانی به عضلات موجب کاهش استرس اکسیداتیو و در نتیجه کاهش آسیب‌های عضلانی می‌شود که به‌علت فعالیت حاد ورزشی افزایش یافته‌اند [۳۹]. البته در تحقیق ما فاکتورهای مرتبط با آسیب عضلانی اندازه‌گیری نشدند که از محدودیت‌های تحقیق حاضر بود.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد که یک جلسه رقابت دویدن نیمه‌استقامت ۱۵۰۰ متر موجب افزایش استرس اکسیداتیو و اثر بر برخی فاکتورهای هماتولوژیک در دوندگان زن می‌شود. استفاده از بازیافت فعال با دوی نرم می‌توان با خون‌رسانی بهتر به عضلات موجب افزایش اکسیژن‌رسانی و مواد مغذی و همچنین دفع بهتر متابولیت‌های ناشی از فعالیت هوازی و در نتیجه کاهش استرس اکسیداتیو شود که می‌تواند از آسیب‌های عضلانی در دوندگان جلوگیری کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

پروتکل تحقیق حاضر توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند تأیید شده است. شرکت در طرح تحقیق داوطلبانه بود و قبل از اجرای تحقیق تمامی شرایط در خصوص محرمانه بودن اطلاعات، نیاز به خون‌گیری در مراحل تحقیق به آزمودنی‌ها گفته شد و پس از دریافت رضایت‌نامه آگاهانه به طرح تحقیق وارد شدند.

حامی مالی

این طرح تحقیقاتی تحت حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند به شماره ۹۰۸۴/P انجام شد.

مشارکت‌نویسندگان

نظارت و مدیریت پروژه: ماریا رحمانی قبادی؛ آماده‌سازی: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Alikarami H, Ghalavand A, Dinarvand E, Gholami AN. [Aerobic training and iron status of elite soccer players (Persian)]. J Res Sports Biol Q. 2015; 5(16):37-49. [Link]

[2] Chevion S, Moran DS, Heled Y, Shani Y, Regev G, Abbou B, et al. Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise. Proc Natl Acad Sci USA. 2003; 100(9):5119-23. [DOI:10.1073/pnas.0831097100] [PMID] [PMCID]

[3] Gray M, Plath D, Webb S. Evidence-based social work: A critical stance. London: Routledge; 2009. [DOI:10.4324/9780203876626]

[4] Milanese S. How can we improve recovery in our athletes-a review of 5 commonly used modalities. Allied Health Scholar. 2021; 2(2). [Link]

[5] Malekzadeh S, Kazemi A, Khodai K. [Effect of different types of recovery on some physiologic and psychological factors after intensive training in active male students (Persian)]. J Sport Biomotor Sci. 2013; 7(1):42-51. [Link]

[6] Haetami M, Triansyah A. The effect of massage and active streching on speeding up blood lactic acid recovery. J Halaman Olahraga. 2021; 4(2):326-38. [DOI:10.31851/hon.v4i2.5572]

[7] Brown J, Glaister M. The interactive effects of recovery mode and duration on subsequent repeated sprint performance. J Strength Cond Res. 2014; 28(3):651-60. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3182a1fe28] [PMID]

[8] Lopez EI, Smoliga JM, Zavorsky GS. The effect of passive versus active recovery on power output over six repeated wingate sprints. Res Q Exerc Sport. 2014; 85(4):519-26. [DOI:10.1080/02701367.2014.961055] [PMID]

[9] Nemčić T, Calleja-González J. Evidence-based recovery strategies in futsal: A narrative review. Kinesiology. 2021; 53(1):131-40. [DOI:10.26582/k.53.1.16]

[10] LÓpez-Laval I, Mielgo-Ayuso J, Terrados N, Calleja-GonzÁlez J. Evidence-based post exercise recovery in combat sports: A narrative review. J Sports Med Phys Fitness. 2021; 61(3):386-400. [DOI:10.23736/S0022-4707.20.11341-0] [PMID]

[11] Jokar M, Ghalavand A. [The effect of twelve weeks of aerobic interval training on liver complications and cardiovascular risk factors in men with type 2 diabetes (Persian)]. Razi J Med Sci. 2022; 29(3):26-36. [Link]

[12] López-Soldado I, Guinovart JJ, Duran J. Increased liver glycogen levels enhance exercise capacity in mice. J Biol Chem. 2021; 297(2):100976. [DOI:10.1016/j.jbc.2021.100976] [PMID] [PMCID]

[13] Rahmanighobadi MR, Hoseini SA, hasanpour G. Comparison of different recovery methods after an acute training session on aspartate aminotransferase activity and some hematological indicators of blood in women runners. Turk J Sport Exerc. 2021; 23(3):306-13. [Link]

[14] 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(4):304-8. [DOI:10.1136/bjsm.32.4.304] [PMID] [PMCID]

[15] Ajami Nezhad M, Saberi kakhki A, Sabet Jahromi MJ. [The effects of a single bout of aerobic exercise at different intensities on markers of liver function and blood hemoglobin in healthy untrained male (persian)]. Horiz Med Sci. 2014; 19(4):184-91. [Link]

[16] Sajadian M, Kordi M, Gaeini A, Rahnama N. Comparison of effects of active recovery and deep water running on soccer players indices of muscular damage. Int J Clin Skills. 2018; 12(1). [DOI:10.4172/Clinical-Skills.1000133]

[17] Taherkhani S, Valaei K, Arazi H, Suzuki K. An overview of physical exercise and antioxidant supplementation influences on skeletal muscle oxidative stress. Antioxidants. 2021; 10(10):1528. [DOI:10.3390/antiox10101528] [PMID] [PMCID]

[18] Chainy GBN, Sahoo DK. Hormones and oxidative stress: An overview. Free Radic Res. 2020; 54(1):1-26. [DOI:10.1080/10715762.2019.1702656] [PMID]

[19] Bauer P, Zeissler S, Walscheid R, Frech T, Hillebrecht A. Acute effects of high-intensity exercise on hematological and iron metabolic parameters in elite male and female dragon boating athletes. Phys Sportsmed. 2018; 46(3):335-41. [DOI:10.1080/00913847.2018.1482187] [PMID]

[20] Bogdanis GC, Mastorakos G, Tsirigkakis S, Stavrinou PS, Kabasakalis A, Mantzou A, et al. Bout duration in high-intensity interval exercise modifies hematologic, metabolic and antioxidant responses. J Exerc Sci Fit. 2022; 20(3):216-23. [DOI:10.1016/j.jesf.2022.03.005] [PMID] [PMCID]

[21] Das N, Mandal SK. Data analysis and qualitative assessment of 1500-meter female middle distance runners. Paper presented at: International Conference on Computational Performance Evaluation (ComPE). 1-3 December 2021; Shillong, India. [DOI:10.1109/ComPE53109.2021.9751939]

[22] Ghobadi MR, Hoseini SA, Hasanpour G. Comparison of three different methods of active and inactive recovery and also sport massage on Aspartate Aminotransferase and aldolase enzyme activations and some hematological blood features in female runners. Phys ed stud. 2019; 23(2):82-8. [DOI:10.15561/20755279.2019.0205]

[23] Caruso JF, Coday MA. The combined acute effects of massage, rest periods, and body part elevation on resistance exercise performance. J Strength Cond Res. 2008; 22(2):575-82. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181634d71] [PMID]

[24] Kinoshita S, Yano H, Tsuji E. An increase in damaged hepatocytes in rats after high intensity exercise. Acta Physiol Scand. 2003; 178(3):225-30. [DOI:10.1046/j.1365-201X.2003.01135.x] [PMID]

[25] Fealy CE, Haus JM, Solomon TP, Pagadala M, Flask CA, McCullough AJ, et al. Short-term exercise reduces markers of hepatocyte apoptosis in nonalcoholic fatty liver disease. J Appl Physiol. 2012; 113(1):1-6. [DOI:10.1152/japplphysiol.00127.2012] [PMID] [PMCID]

[26] Nazarali P, Sarvari S, Ramezankhani A. [The effect of maximal endurance training on hemorheological factors of national athletes of triathlon (Persian)]. J Sport Biosci. 2013; 4(15):63-75. [DOI:https://doi.org/10.22059/jsb.2013.29778]

[27] Kellmann M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. Scand J Med Sci Sports. 2010; 20 Suppl 2:95-102. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x] [PMID]

[28] Jafari M, Ghalavand A, Rajabi H, Khaledi N, Motamedi P. [A review of the effect of exercise training on neuromuscular junction in throughout life: A logical analysis of animal experimental studies (Persian)]. Razi J Med Sci. 2021; 28(3):37-47. [Link]

[29] Jokar M, Ghalavand A. [Improving endothelial function following regular pyramid aerobic training in patients with type 2 diabetes (Persian)]. Razi J Med Sci. 2021; 28(6):60-9. [Link]

[30] Booth FW, Laye MJ. The future: Genes, physical activity and health. Acta Physiol. 2010; 199(4):549-56. [DOI:10.1111/j.1748-1716.2010.02117.x] [PMID]

[31] 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; 2012:960363. [DOI:10.1155/2012/960363] [PMID] [PMCID]

[32] Barghamadi M, Abdollahpour Darvishani M. [The effect of water recovery and active recovery on muscle injury indexes after matches in elite soccer players (Persian)]. Sport Physiol Manage Investig. 2020; 12(1):161-72. [Link]

[33] Davis HL, Alabed S, Chico TJA. Effect of sports massage on performance and recovery: A systematic review and meta-analysis. BMJ Open Sport Exerc Med. 2020; 6(1):e000614. [DOI:10.1136/bmjsem-2019-000614] [PMID] [PMCID]

[34] Mirdar S, Nobahar M. [The effects of progressive exercise training on some of muscle damage enzymes in active girls (Persian)]. Metab Exerc. 2012; 2(1). [Link]

[35] Best TM, Hunter R, Wilcox A, Haq F. Effectiveness of sports massage for recovery of skeletal muscle from strenuous exercise. Clin J Sport Med. 2008; 18(5):446-60.[DOI:10.1097/JSM.0b013e31818837a1] [PMID]

[36] Monedero J, Donne B. Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. Int J Sports Med. 2000; 21(8):593-7. [DOI:10.1055/s-2000-8488] [PMID]

[37] Darani MSM, Abedi B, Fatolahi H. The effect of active and passive recovery on creatine kinase and C-reactive protein after an exercise session in football players. Int Arch Health Sci. 2018; 5(1):1-5. [DOI:10.4103/iahs.iahs_31_17]

[38] Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. Sports Med. 2005; 35(3):235-56. [DOI:10.2165/00007256-200535030-00004] [PMID]

[39] Ponce-Gonzalez JG, Corral-Pérez J, de Villarreal ES, Gutierrez-Manzanedo JV, Castro-Maqueda G, Casals C. Antioxidants markers of professional soccer players during the season and their relationship with competitive performance. J Hum Kinet. 2021; 80:113-23. [DOI:10.2478/hukin-2021-0089] [PMID] [PMCID]

[40] Cui X, Gong J, Han H, He L, Teng Y, Tetley T, et al. Relationship between free and total malondialdehyde, a well-established marker of oxidative stress, in various types of human biospecimens. J Thorac Dis. 2018; 10(5):3088-97.[DOI:10.21037/jtd.2018.05.92] [PMID] [PMCID]

[41] Sañudo B, Bartolomé D, Tejero S, Ponce-González JG, Loza JP, Figueroa A. Impact of active recovery and whole-body electromyostimulation on blood-flow and blood lactate removal in healthy people. Front Physiol. 2020; 11:310. [DOI:10.3389/fphys.2020.00310] [PMID] [PMCID]

[42] Pooley S, Spendiff O, Allen M, Moir HJ. Comparative efficacy of active recovery and cold water immersion as post-match recovery interventions in elite youth soccer. J Sports Sci. 2020; 38(11-12):1423-31. [DOI:10.1080/02640414.2019.1660448] [PMID]