Journal of Arak University of Medical Sciences

December 2021 & January 2022. Vol 24. Issue 5

Research Paper

The Effect of Six Weeks of Resistance Training with Active and Passive Rest with and without Blood Flow Restriction on C Reactive Protein, Lactate Dehydrogenase and Muscular Endurance of Young Men

***Vahid Fekri Kourabbaslou[1], Ali Fakourian[2], Mohsen Heydarian[3], Seyed Masoud Kashfi[4]**

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Scienes, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Department of Strategic Management, Faculty of Strategic Management, Supreme National Defense University, Tehran, Iran.
4. Department of Exercise Biomechanic, Faculty of Sport Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Fekri Kourabbaslou V, Fakourian A, Heydarian M, Kashfi SM. [The Effect of Six Weeks of Resistance Training with Active and Passive Rest with and without Blood Flow Restriction on C Reactive Protein, Lactate Dehydrogenase and Muscular Endurance of Young Men (Persian)]. Journal of Arak University of Medical Sciences (JAMS). 2021; 24(5):646-661. https://doi.org/10.32598/jams.24.5.6052.1

https://doi.org/10.32598/jams.24.5.6052.1

CC BY NC

Article Info:

Received: 04 Apr 2021

Accepted: 24 Jul 2021

Available Online: 01 Dec 2021

Key words:
Resistance Training, Rest, CRP, LDH, Endurance

ABSTRACT

Background and Aim Resistance training with blood flow restriction can have the same effects as traditional resistance training. The current study aimed to determine the effect of six weeks of selected resistance training with active and passive rest, with and without blood flow restriction, on young men's C Reactive Protein (CRP), Lactate Dehydrogenase (LDH), and muscle endurance.

Methods & Materials From the available and voluntary samples, 24 healthy young soldiers of the Islamic Republic of Iran Air Force were divided into 3 groups of 8 subjects: traditional resistance training, resistance training with blood flow restriction, and passive rest and resistance training with blood flow restriction and active rest. Exercise programs were performed for 6 weeks, 3 sessions per week with an intensity of 70-80% One-repetition maximum (1RM) for the traditional resistance group (3 sets of 10), 20-30% 1RM for the passive rest group (30-15-15-15), and 20 -30% 1RM was administered for the active rest group (30-7-15-7-15). Before and after six weeks, physiological and anthropometric characteristics, muscle endurance, and hormonal levels were measured, and ELISA measured blood samples. Data were analyzed using covariance and Bonferroni post hoc tests and paired t-test for comparison within groups.

Ethical Considerations All experimental procedures were approved by the Ethics committee of the Sport Sciences Research Institute of Iran (Code: I.R.SSRC.REC.1398.129), Clinical Trial (Code: ID IRCT20191207045644N1) from the Iran Clinical Trial Registration Center and were conducted under the Declaration of Helsinki.

Results Results showed that 6 weeks of exercise had a significant effect on Muscle endurance (P=0.001) but on the levels of C-reactive protein (P=0.43) and Lactate dehydrogenase (P=0.44) had no significant difference.

Conclusion According to the results of this study, it seems that a combination of resistance training with restriction of blood flow and Interval training (active rest) can be a good alternative to traditional training and, in some cases, replace resistance training with occlusion and passive rest.

* *Corresponding Author:*
Vahid Fekri Kourabbaslou
Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (936) 9413630
E-mail: vfekri28@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Resistance training with blood flow restriction can have the same effects as traditional resistance training. On the other hand, the type of rest between resistance exercises affects muscle adaptation and aerobic muscle fitness. Active rest is likely to increase heart rate, vasodilators such as nitric oxide, and duration of activity in the minimum training time increase the training intensity, which can cause more adaptations [12]. The current study aimed to determine the effect of six weeks of selected resistance training with active and passive rest, with and without blood flow restriction, on young men's C Reactive Protein (CRP), Lactate Dehydrogenase (LDH), and muscle endurance.

Materials & Methods

From the available and voluntary samples, 24 healthy young soldiers of the Islamic Republic of Iran Air Force were divided into 3 groups of 8 subjects: traditional resistance training, resistance training with blood flow restriction, and passive rest and resistance training with blood flow restriction and active rest. The occlusion pressure was about 160 to 180 mm Hg for the legs and 140 to 160 mm Hg for the arms, depending on the systolic pressure of each person. Exercise programs were performed for 6 weeks, 3 sessions per week with an intensity of 70-80% One-repetition maximum (1RM) for the traditional resistance group (3 sets of 10), 20-30% 1RM for the passive rest group (30-15-15-15), and 20 -30% 1RM was administered for the active rest group (30-7-15-7-15). Before and after six weeks, physiological and anthropometric characteristics, muscle endurance, and hormonal levels were measured, and ELISA measured blood samples. Data were analyzed using covariance and Bonferroni post hoc tests and paired t-test for comparison within groups.

Results

Results showed that 6 weeks of exercise had a significant effect on Muscle endurance (P=0.001) but on the levels of C-reactive protein (P=0.43) and Lactate dehydrogenase (P=0.44) showed no significant difference. Paired t-test results also showed that at the levels of reactive protein C (Passive rest: P=0.020) and (active rest P=0.017), lactate dehydrogenase (Passive rest: P=0.007) and (Active rest P=0.001). The difference was significant only in the 2 groups with restricted blood flow. Restricted blood flow training with passive and active rest caused a significant reduction (42.30%) in CRP levels and (7.59%) in LDH levels. Also, a significant decrease (38.74%) in CRP and (11.20%) in LDH levels, respectively. But there is no significant difference between pre-test and post-test of CRP and LDH in the traditional resistance training group. There was a significant difference between the pre-test and post-test of all groups in muscle endurance (P=0.001) (Figure 1, 2) (Table 1).

Discussion

Clarkson and Thompson reported that regular physical activity reduced levels of muscle damage markers, including LDH [18]. Probably the reason for the conflict between the previous and present studies is the adaptation due to training. The type and intensity of training, recovery time, age, sex, physical fitness, season, and training with increasing fluctuations affect the concentration of this enzyme [26].

Studies show that the enzyme LDH has an effective role in causing inflammatory conditions for muscle cells. Some researchers have reported increased levels after physical activity due to damage to muscle fibers [27]. The 6-weeks training leads to adaptation; this training period will not lead to muscle damage. In addition, CRP is a sensitive inflammatory marker produced by liver cells in response to inflammatory agents and secreted by the liver. Physical activity reduces inflammation by improving en-

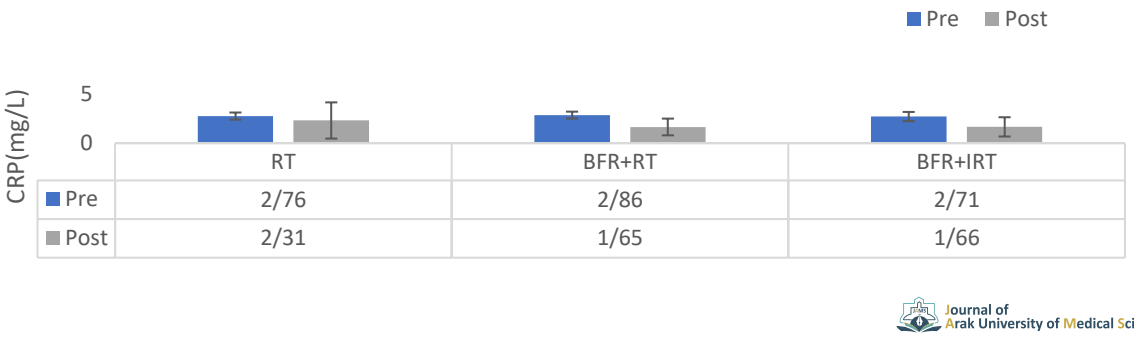


Figure 1. Serum levels of C-reactive protein (mg / L) before and after training protocol in three groups

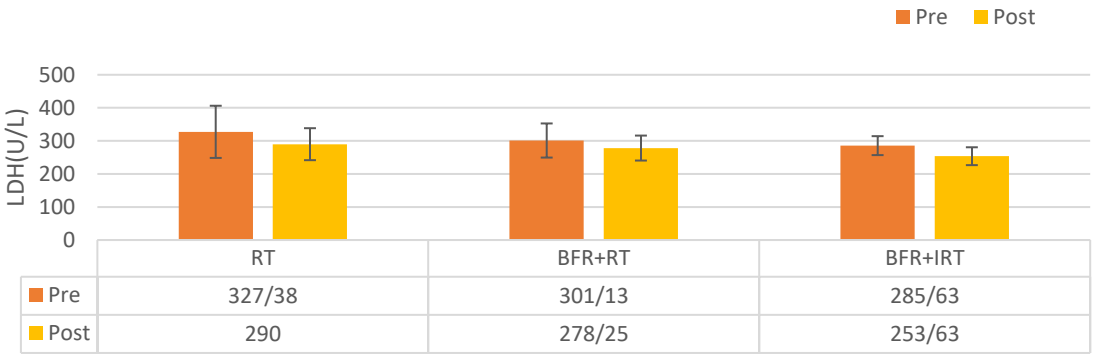
Table 1. Results of analysis of covariance and paired t-test of Anthropometric and physiological indices, hormone levels, and muscle endurance

Variables	Group	Pre-test	Post-test	Covariance		Paired t-test		
		Mean±SD		F	P	Mean Difference	SD	Sig.
Age(y)	R.T.	21.75±1.66						
	BFR+RT	22.38±2.32						
	BFR+IRT	22.38±1.92						
Height (Meter)	R.T.	1.78±0.04						
	BFR+RT	1.77±0.04						
	BFR+IRT	1.81±0.04						
Weight (Kg)	RT	73±8.31	73.69±8.05			-0.687	1.53	0.245
	BFR+RT	70±6.36	71.06±5.43	0.02	0.98	-1.06	2.14	0.204
	BFR+IRT	72.75±7.38	73.31±6.80			-0.56	0.82	0.094
BMI (Kg/m^2)	RT	22.58±1.95	22.87±2.03			-0.28	0.50	0.154
	BFR+RT	22.15±1.54	22.49±1.14	0.05	0.95	-0.33	0/72	0.229
	BFR+IRT	21.86±1.42	22.05±1.35			-0.18	0.27	0.095
C-Reactive protein	RT	2.76±0.36	2.31±1.84			0.45	2.03	0.552
	BFR+RT	2.86±0.35	1.65±0.85	0.89	0.43	1.21	1.14	†0.020
	BFR+IRT	2.71±0.47	1.66±0.98			1.05	0.95	†0.017
LDH	RT	327.38±78.93	290±48.38			37.37	45.28	0.052
	BFR+RT	301.13±51.62	278.25±37.79	0.88	0.44	22.87	17.11	†0.007
	BFR+IRT	285.63±28.66	27.04±253.63			32.00	6.09	†0.001
Chest press	RT	32.62±99	35.5±3.42			-2.875	1.458	†0.001
	BFR+RT	31.25±3.37	37.5±3.70	18.72	†0.001	-6.250	3.327	0.001†
	BFR+IRT	31.25±5.20	41±6.69			-9.750	3.536	0.001†
Hack squat	RT	32.5±3.66	35.25±3.65			-2.750	1.669	0.002†
	BFR+PR	33.25±4.92	40±4.24	11.97	†0.001	-6.750	1.669	0.001†
	BFR+IRT	31.13±4.70	40.25±5.17			-9.125	2.696	0.001†

† Significance level (P<0.05).

Journal of
Arak University of Medical Sciences

(R.T.) Traditional Resistance training- (BFR+RT) Resistance training with blood flow restriction and passive rest- (BFR+IRT) Resistance training with blood flow restriction and active interval rest.



Journal of Arak University of Medical Sciences

Figure 2. Serum levels of lactate dehydrogenase (units per liter) before and after training protocol in three groups

dothelial function and has also been shown to reduce CRP production by reducing or inhibiting cytokines [28].

Previous research has shown a significant reduction in inflammatory factors after long-term exercise [29]. It has been shown that regular physical activity has the potential to reduce circulating levels of inflammatory markers [30]. Studies show a positive relationship between CRP and body mass index. The homogeneity of the body mass index of the groups can be considered another reason for the lack of statistically significant differences between the mentioned groups [40]. On the other hand, training with restricted blood flow enhances angiogenesis, increases the recruitment of type 2 fibers [44], increases muscle glycogen storage, improves the glycolytic capacity of type 2 fibers [45], and leads to improved muscle endurance.

According to the results of this study, it seems that a combination of resistance training with restriction of blood flow and Interval training (active rest) can be a good alternative to traditional training and, in some cases, replace resistance training with occlusion and passive rest.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The Ethics Committee approved all experimental procedures of the Sport Sciences Research Institute of Iran (Code: I.R.SSRC.REC.1398.129) Clinical Trial Code from Iran Clinical Trial Registration Center (ID IRCT20191207045644N1) and were conducted in accordance with the Declaration of Helsinki.

Funding

This article was the result of a research project by Mr. Vahid Fekri Kourabbaslou, which was implemented under the supervision of the Physical Education Department of the Air Force of the Islamic Republic of Iran.

Authors' contributions

The main designer of the project: Vahid Fekri Kourabbaslou; the guide and consultants in designing and modifying the study: Ali Fakourian & Mohsen Heydarian; preparing the study draft and modifying it participated in this study: Seyes Masoud Kashfi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی

تأثیر شش هفته تمرین مقاومتی منتخب با استراحت فعال و غیرفعال، با و بدون محدودیت جریان خون بر سطوح پروتئین واکنشگر C، لاکتات دهیدروژناز و استقامت عضلانی مردان جوان

*وحید فکری کورعباسلو[۱]، علی فکوریان[۲]، محسن حیدریان[۳]، سید مسعود کشفی[۴]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳. گروه مدیریت استراتژیک، دانشکده مدیریت راهبردی، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران.
۴. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۶ فروردین ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۰۲ مرداد ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۱۰ آ ۱۴۰۰

چکیده

زمینه و هدف تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون می‌تواند اثرات مشابه با تمرین مقاومتی سنتی داشته باشد. هدف از مطالعه حاضر تعیین تأثیر شش هفته تمرین مقاومتی منتخب با استراحت فعال و غیرفعال، با و بدون محدودیت جریان خون بر سطوح پروتیئن واکنشگر C و لاکتات دهیدروژناز و استقامت عضلانی مردان جوان بود.

مواد و روش‌ها از نمونه‌های دردسترس و داوطلب، ۲۴ سرباز جوان سالم نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران در سه گروه هشت نفره (تمرین مقاومتی سنتی، تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال، و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال قرار گرفتند. برنامه تمرینی به مدت شش هفته، سه جلسه در هفته با شدت ۷۰-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه برای گروه مقاومتی سنتی (سه ست ده‌تایی)، ۲۰-۳۰ درصد یک تکرار بیشینه برای گروه محدودیت با استراحت غیرفعال(۳۰-۱۵-۱۵-۱۵) و ۲۰-۳۰ درصد یک تکرار بیشینه برای گروه محدودیت با استراحت فعال (۳۰-۷-۱۵-۷-۱۵) اجرا شد. قبل و بعد از شش هفته شاخص‌های فیزیولوژیکی، انتروپومتریکی، استقامت عضلانی و سطوح هورمونی از آزمودنی‌ها گرفته و نمونه‌های خونی به شیوه الایزا و رنگ‌سنجی آنزیمی اندازه‌گیری شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرویی و برای مقایسه درون‌گروهی از تحلیل تی زوجی استفاده شد.

ملاحظات اخلاقی در انجام پژوهش، اصول بیانیه هلسینکی، راهنمای عمومی اخلاق در پژوهش‌های دارای آزمودنی انسانی و مقررات حاکم بر آن رعایت شده و کد اخلاق به شناسه IR.SSRC.REC.1398.129 از سوی پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی و کد کارآزمایی بالینی به شناسه IRCT20191207045644N1 از سوی مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران صادر شد.

یافته‌ها نتایج نشان داد که شش هفته تمرین اثر متفاوت و معناداری بر استقامت عضلانی (P=۰/۰۰۱) دارد، اما بر سطوح پروتئین واکنشگر C (P=۰/۴۳) و لاکتات دهیدروژناز (P=۰/۴۴) اثر متفاوت و معناداری ندارد.

نتیجه‌گیری با توجه نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد ترکیب تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون و اینتروال (استراحت فعال) می‌تواند جایگزین مناسبی برای تمرینات سنتی و همچنین در مواردی جایگزین تمرینات مقاومتی با محدودیت و استراحت غیرفعال شود.

کلیدواژه‌ها:
تمرین مقاومتی، استراحت، پروتئین واکنشگر C، لاکتات دهیدروژناز، استقامت

مقدمه

تمرینات مقاومتی، جزء مهم برنامه تمرینی در بیشتر ورزش‌هاست. به طوری که از این تمرینات برای ارتقای آمادگی جسمانی، بازتوانی ورزشکاران آسیب‌دیده و سلامت استفاده می‌شود. تمرینات مقاومتی از طریق افزایش قدرت عضله، توان، سرعت، هایپرتروفی، استقامت عضلانی، عملکرد حرکتی، تعادل و هماهنگی، نقش مهمی در بهبود عملکرد ورزشی بر عهده دارند [۱]. تمرینات مقاومتی محرک قوی برای افزایش سنتز پروتئین عضله و متعاقباً افزایش اندازه عضله محسوب می‌شود که افزایش قدرت بیشینه و هایپرتروفی عضلانی را در پی دارد [۲]. دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا توصیه می‌کند برای دست‌یابی به هایپرتروفی عضلانی طی تمرینات مقاومتی، باید شدت تمرین حداقل ۶۵ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه باشد و هر شدتی

* نویسنده مسئول:
وحید فکری کورعباسلو
نشانی: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
تلفن: ۹۴۱۳۶۳۰ (۹۳۶) ۹۸+
پست الکترونیکی: vfekri28@gmail.com

کمتر از این به‌ندرت سبب هایپرتروفی و کسب قدرت می‌شود [۳]. اما نتایج نشان می‌دهند شدت زیاد تمرین قدرتی برای افراد پیر، بیماران خاص و دیگر گروه‌هایی که به افزایش قدرت عضلانی نیاز دارند، ولی تمایل و تحمل این گونه تمرینات سخت را ندارند، مناسب نیست و در مواردی موجب آسیب‌های عضلانی و بافتی شدید می‌شود [۴، ۵]. بر این اساس محققان نوعی از تمرینات به نام تمرینات مقاومتی همراه با انسداد عروق[1] را پیشنهاد کردند [۶]. تمرین انسداد خونی شامل کاهش جریان خون عضله با به کار بردن وسیله‌ای مانند کاف فشار خون یا کش (تورنیکت) لاستیکی انعطاف‌پذیر، به دور قسمت پروگزیمال بازو یا ران است [۷]. بر اساس شواهد، شدت این تمرینات به طور معمول بین ۲۰ تا ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه (تقریباً معادل شدت فعالیت روزانه افراد) در نظر گرفته می‌شود [۸]. یافته‌ها حاکی از آن است که این تمرینات فواید مشابه و حتی بیشتر از تمرینات قدرتی سنتی دارد [۹، ۱۰]. به هر حال در تمرین مقاومتی ترکیبی متغیرهایی مثل نوع فعالیت عضلانی (کانسنتریک و اکسنتریک)، حجم تمرین (تعداد نوبت و تعداد تکرار) و شدت تمرین، نوع حرکت انتخاب‌شده و گروه‌های عضلانی درگیر در تمرین، توالی حرکت اجراشده، فواصل استراحت بین نوبت‌ها و حرکت‌ها، سرعت تکرار حرکات، تناوب تمرین، دامنه حرکتی و سیستم انرژی درگیر وجود دارد و همین متغیرها سبب می‌شوند سازگاری‌های فیزیولوژیکی متفاوتی با تمرین‌های مقاومتی ایجاد شود [۱۰، ۱۱].

نوع استراحت بین تمرین‌های مقاومتی عامل مؤثر بر سازگاری‌های عضلانی و آمادگی هوازی‌عضلانی است و استفاده از استراحت فعال احتمالاً از طریق افزایش ضربان قلب و همچنین افزایش سوبستراهای متسع‌کننده عروق، مثل نیتریک اکساید و همچنین افزایش مدت‌زمان فعالیت در حداقل زمان تمرین، سبب افزایش فشار تمرین طی نوبت‌های بعدی حرکت می‌شود [۱۲] و همین عامل می‌تواند موجب سازگاری‌های بیشتر در آمادگی هوازی شود. احتمالاً مکانیسم تمرین مقاومتی با استراحت فعال (اجرای تمرین کم‌شدت‌تر با خود وزنه) از این طریق است. اما ادبیات پیشینه در این زمینه بسیار محدود است.

از سویی شناخت عوامل مؤثر در پیدایش بیماری‌های قلبی‌عروقی نقش مهمی در پیشگیری از پیشرفت بیماری دارد. اخیراً نقش عوامل التهابی موضعی و سیستمیک در شروع پیشرفت آترواسکلروز و مشکلات وابسته به آن توجه زیادی را به خود معطوف کرده است [۱۳] . از بین این شاخص‌ها پروتئین واکنشگر C[2] حساس‌ترین شاخص التهابی خطر بیماری قلبی‌عروقی است که افزایش ۲ تا ۵ برابری آن نسبت به سطح پایه، هشداری است برای وجود ناراحتی قلبی‌عروقی و با استفاده از آن می‌توان افراد مستعد به آترواسکلروز زودرس را شناسایی کرد [۱۴] . تولید پروتئین واکنشگر C کبدی از طریق اینترلوکین-۶ و به مقدار کمتری توسط اینترلوکین-۱ و عامل نکروزکننده تومور آلفا[3] تحریک می‌شود. بنا به مطالعات انجام‌شده، فعالیت بدنی با بهبود وضعیت عملکرد اندوتلیال منجر به کاهش التهاب می‌شود و همچنین با توجه به اینکه عملکرد اصلی پاسخ التهابی بدن متعاقب عضلات آسیب‌دیده طی فعالیت بدنی، ترمیم آسیب و بازگرداندن عملکرد بافت است، پس می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که کاهش پروتئین واکنشگر C مؤید بهبود التهاب و فراهم شدن سازوکارهای سازشی نسبت به فعالیت در بدن است. بررسی مقدار پروتئین واکنشگر C نشان داده است افرادی که از نظر بدنی فعال‌تر و آمادگی جسمانی بهتری دارند سطح پایین‌تری از شاخص‌های التهابی را دارند [۱۵]. از سویی آسیب‌های عضله منجر به اختلال در غشا، نشت مایع خارج سلولی و افزایش غلظت آنزیم‌های پلاسما از قبیل کراتین کیناز[4] و لاکتات دهیدروژناز[5] می‌شود. از این رو فعالیت آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز سرم معمولاً برای تعیین آسیب سلول عضلانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند [۱۶]. لاکتات دهیدروژناز آنزیمی است که در مقادیر فراوان در سیتوپلاسم تمام بافت‌های بدن با غلظت مختلف یافت می‌شود و در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی نقش دارد. تخریب خطوط Z و صدمه به سارکولما، انتشار این آنزیم‌ها را به درون آب میان‌بافتی و درنهایت پلاسما امکان‌پذیر می‌کند [۱۷].

برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که با افزایش شدت تمرین و تبدیل فعالیت از مسیر هوازی به بی‌هوازی، بر تجمع لاکتات افزوده شده و به دنبال آن، تجمع لاکتات دهیدروژناز نیز بیشتر می‌شود [۱۸]. از طرف دیگر بررسی‌ها بیانگر آن است که آنزیم لاکتات دهیدروژناز علاوه بر فعالیت در روند تولید انرژی و لاکتات، در ایجاد شرایط التهابی برای سلول‌ها عضلانی نیز نقش مؤثری دارد و همچنین با توجه به یافته‌های پژوهش‌ها مقادیر سرمی لاکتات دهیدروژناز در شرایط طبیعی و در افراد سالم بسیار پایین است و افزایش آن در بیشتر موارد در پی ورزش دیده شده است [۱۵]. تحقیقات مختلف نتایج متناقضی را در مورد سطوح پروتئین واکنشگر C و لاکتات دهیدروژناز در پاسخ به تمرین ارائه داده‌اند و تحقیقات در مورد تأثیر تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون بر سطوح پروتئین واکنشگر C و لاکتات دهیدروژناز محدود و متناقض بوده و تحقیقی در مورد تأثیر تمرین مقاومتی با استراحت فعال با محدودیت جریان خون بر پروتئین واکنشگر C و لاکتات دهیدروژناز یافت نشد.

اکنون با توجه به مطالب ذکرشده و فواید تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی با استراحت فعال و همچنین محدودیت ادبیات پیشینه در زمینه فاکتورهای

1. Resistance Training with Vascular Occlusion (RTVO)
2. C Reactive Protein (CRP)
3. Tumor Necrosis Factor-alpha (TNF-α)
4. Creatin Kinase (CK)
5. Lactate Dehydrogenase (LDH)

اندازه‌گیری‌شده و با توجه به عدم وجود پژوهشی که از ترکیب این دو روش استفاده کرده باشد. انجام مطالعات بیشتر در این زمینه و بررسی سازگاری‌های احتمالی ناشی از این نوع تمرینات ضروری به نظر می‌رسد تا به این سؤال پاسخ دهد که آیا شش هفته تمرین مقاومتی منتخب با استراحت فعال و محدودیت جریان خون بر سطوح پروتئین واکنشگر C و لاکتات دهیدروژناز و استقامت عضلانی سربازان نهاجا تأثیر دارد یا نه؟

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و با استفاده از نمونه انسانی و به روش نیمه‌تجربی، به صورت طرح تحقیقی پیش‌آزمون پس‌آزمون با سه گروه تجربی اجرا می‌شود.

به منظور انتخاب نمونه‌ها از نمونه‌گیری در دسترس استفاده شد. جامعه آماری سربازان نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران (نهاجا) بودند. ۲۴ نفر فاقد برنامه ورزشی منظم که از لحاظ ترکیب بدنی و سطح آمادگی جسمانی و همچنین سن به هم نزدیک باشند، از جامعه آماری در دسترس و داوطلب، بعد از تکمیل پرسش‌نامه‌های سلامتی، با در نظر گرفتن سوابق سلامت و فعالیت بدنی و اندازه‌گیری قد و وزن و شاخص توده بدن، به صورت تصادفی انتخاب شدند. عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن، عدم استعمال دخانیات، عدم ابتلا به بیماری‌های تنفسی، متابولیکی، قلبی‌عروقی، کلیوی، کبدی و یا سایر بیماری‌های مزمن از شرایط شرکت در پژوهش بود. همچنین آزمودنی‌ها به روش قانون تخصیص تصادفی[6] به سه گروه هشت‌نفره تمرین مقاومتی سنتی[7]، تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون[8] و استراحت غیرفعال[9]، و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال[10] تقسیم شدند. آزمودنی‌ها قبل از انجام پژوهش، فرم رضایت‌نامه را که شامل هدف پژوهش، روش اجرای آزمون ورزشی، مزیت و مشکلات احتمالی آزمون، مسئولیت آزمودنی‌ها و کاربرد نتایج پژوهش است، مطالعه و امضا کردند. یک هفته قبل از اجرای پروتکل تمرین با حضور در سالن بدن‌سازی ضمن آشنایی بیشتر با پروتکل تمرینی قبل از اجرای برنامه تمرینی، برخی شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها شامل قد و وزن و فشار خون به ترتیب با استفاده از قدسنج و ترازوی استاندارد و فشارسنج الکترونیکی و شاخص توده بدن با استفاده از فرمول وزن بدن تقسیم بر مجذور قد به متر، اندازه‌گیری شد. شدت تمرین بر اساس درصدی از یک تکرار بیشینه[11] (بیشینه وزنه‌ای که برای یک حرکت می‌توان بلند کرد) تعیین شد. یک تکرار بیشینه در حرکت‌های مورد نظر با استفاده از فرمول برزسکی برای هر فرد مطابق فرمول شماره ۱ محاسبه شد.

۱. {(تکرار×۰/۰۲۷۸)-(۱/۰۲۷۸)}/وزنه جابه‌جا شده (کیلوگرم)= یک تکرار بیشینه

سپس آزمودنی‌ها در روز بعد با ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه حرکات مورد نظر را تا حد خستگی انجام دادند و تعداد تکرار هر حرکت ثبت شد (پرس سینه و هاگ به عنوان استقامت بالاتنه و پایین‌تنه انتخاب شد). برای اندازه‌گیری متغیرهای خونی، خون‌گیری (۵ میلی‌لیتر) از ورید بازو و در حالت نشسته ۴۸ ساعت قبل از اولین جلسه تمرین (پیش‌آزمون) و پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی انجام شد.

برای جلسات تمرینی همراه با محدودیت جریان خون، ابتدا فشار سیستولی بازوی آزمودنی‌ها با استفاده از فشارسنج اندازه‌گیری شد. سپس فشار سیستول پاها تخمین زده می‌شد (فشار پاها ۱۲۰ درصد فشار بازوها بود). از آنجا که فشار واردشده روی موضع باید از فشار سیستولی همان موضع بیشتر باشد، فشار ۱/۳ برابر فشار سیستولی برای پاها و ۱/۱ برای بازوها در نظر گرفته شد که حدود ۱۶۰ تا ۱۸۰ میلی‌متر جیوه برای پاها و ۱۴۰ تا ۱۶۰ میلی‌متر جیوه برای بازوها بود که البته به فشار سیستولی هر فرد بستگی داشت. پروتکل تمرین شامل شش حرکت پرس سینه با هالتر، پرس سرشانه با هالتر، زیر بغل سیمکش از جلو، هاگ اسکات، جلو ران و پشت ران با دستگاه بود. آزمودنی‌ها به مدت شش هفته و هر هفته سه جلسه آن را اجرا کردند. در همه گروه‌ها ابتدا و انتهای تمرین گرم کردن و سرد کردن اجرا می‌شد. گروه تمرین سنتی ابتدا با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه تمرینات خود را شروع کردند و هر حرکت را در سه ست ده تکراری با فواصل استراحتی یک‌دقیقه‌ای بین ست‌ها و حرکات انجام دادند که شدت تمرین هر دو هفته به اندازه ۵ درصد افزایش پیدا می‌کرد. گروه‌های تمرین محدودیت جریان خون با استراحت غیرفعال و فعال تمرین خود را با ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه خود شروع کرده و هر دو هفته پنج درصد شدت تمرین خود را افزایش دادند، همچنین فشار کاف محدودکننده جریان خون که به قسمت پروگزیمال ران و بازو بسته می‌شد، برای ران در ابتدا ۱۶۰ میلی‌لیتر جیوه و برای بازو ۱۴۰ میلی‌لیتر جیوه بود که هر دو هفته ده میلی‌لیتر افزایش می‌یافت و در دو هفته آخر به ترتیب به ۱۸۰ و ۱۶۰ میلی‌لیتر جیوه رسید. با این تفاوت که پروتکل تمرین در گروه محدودیت جریان خون با استراحت غیرفعال به ترتیب، ۳۰ -۱۵-۱۵-۱۵ تکرار با فواصل استراحتی سی ثانیه بین ست‌ها و یک دقیقه بین حرکات بود، ولی در گروه استراحت فعال به صورت ۳۰-۱۵-۱۵ با هفت تکرار در فواصل استراحتی (هر چهار ثانیه یک تکرار) و ی دقیقه استراحت غیرفعال بین حرکات بود. پس از ۶ هفته اجرای پروتکل تمرینی، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین

6. Random allocation rule
7. Resistance Training (RT)
8. Blood Flow Restriction (BFR)
9. BFR+RT
10. BFR+IRT
11. One-repetition maximum (1RM)

و پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی، خون‌گیری دوم انجام شد. این مدت‌زمان برای اطمینان از عدم تأثیرگذاری کوتاه‌مدت فعالیت ورزشی بود. در هر دو خون‌گیری پیش‌آزمون و پس‌آزمون، نمونه‌ها در دمای اتاق لخته شدند و به منظور جداسازی سرم به آزمایشگاه منتقل شدند. برای سانتریفیوژ خون از دستگاه سانتریفیوژ به مدت ده دقیقه و سه هزار دور در دقیقه استفاده شد و سرم جداشده به داخل میکروتیوب ریخته شده و در دمای منهای ۸۰ درجه سانتی گراد منجمد شد. روز بعد از خون‌گیری، آزمودنی‌ها در سالن بدن‌سازی حضور پیدا کرده و شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آن‌ها شامل قد، وزن و شاخص توده بدن مجدداً اندازه‌گیری شد و پس از اندازه‌گیری مجدد یک تکرار بیشینه، آزمون عملکردی تکرار تا خستگی را با شدت ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه در هر حرکت انجام دادند (پرس سینه و هاگ به عنوان استقامت بالاتنه و پایین‌تنه). تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در آزمایشگاه بیمارستان و با استفاده از کیت الایزا شرکت تحقیق و توسعه[12] آمریکا برای اندازه‌گیری پروتئین واکنشگر C و روش رنگ‌سنجی آنزیمی با استفاده از کیت شرکت پارس‌آزمون برای اندازه‌گیری لاکتات دهیدروژناز انجام شد. همچنین به منظور کنترل برخی از عوامل مزاحم از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که از مصرف مکمل‌های غذایی و دارویی در طول دوره پژوهش خودداری کنند، فعالیت ورزشی دیگری غیر از برنامه تمرینی مورد نظر نداشته و تا حد امکان تغییری در رژیم غذایی خود ایجاد نکنند و هیچ‌گونه استعمال دخانیات نداشته باشند. از طرفی جلسات تمرینی در ساعت مشخصی از روز انجام می‌شد و همه آزمودنی‌ها در طول جلسه تمرینی به یک اندازه تشویق می‌شدند و درنهایت تمامی عوامل محیطی مانند دما، رطوبت، نور سالن ورزشی و ابزارهای اندازه‌گیری و دستگاه‌های تمرینی برای اجرای تمرین آزمودنی‌ها یکسان بود. همچنین در تمامی مراحل، پزشک در محل تمرین حضور داشت.

از آمار توصیفی برای تعیین میانگین، انحراف معیار، پراکندگی، رسم جداول و از آزمون شاپیرو ویلک برای نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها از آمار استنباطی تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی و همچنین آزمون تی زوجی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌ها در مورد تمامی متغیرها در سطح آلفای پنج صدم ($P<0/05$) در نظر گرفته شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد.

یافته‌ها

آزمون شاپیرو ویلک[13] نشان داد که توزیع داده‌ها طبیعی است. تغییرات ویژگی‌های فیزیولوژیکی و پیکرسنجی، سطوح هورمونی و استقامت عضلانی در جدول شماره ۱ آمده است. آزمون بونفرونی (جدول شماره ۲) نشان داد که ۶ هفته تمرین مقاومتی با استراحت فعال و غیرفعال، با و بدون محدودیت جریان خون اثر متفاوت و معناداری بر استقامت عضلانی ($P=0/001$) دارد، اما بر سطوح پروتئین واکنشگر C ($P=0/43$)، لاکتات دهیدروژناز ($P=0/44$)، اثر متفاوت و معناداری ندارد. همچنین نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که در سطوح پروتئین واکنشگر C ($P=0/020$ استراحت غیرفعال / $P=0/017$ استراحت فعال)، و لاکتات دهیدروژناز ($P=0/007$ استراحت غیرفعال / $P=0/001$ استراحت فعال) تفاوت تنها در دو گروه با محدودیت جریان خون، معنادار بود. بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تمامی گروهها در استقامت عضلانی ($P=0/001$) تفاوت معناداری وجود داشت. همچنین تغییرات سطوح پروتئین واکنشگر C در تصویر شماره ۱ و تغییرات سطوح لاکتات دهیدروژناز در تصویر شماره ۲ نشان داده شده است.

بحث

مطالعه صورت گرفته نشان داد که شش هفته تمرین اثر متفاوت و معناداری بر استقامت عضلانی ($P=0/001$) دارد، اما بر سطوح پروتئین واکنشگر C ($P=0/43$) و لاکتات دهیدروژناز ($P=0/44$) اثر متفاوت و معناداری ندارد. همچنین نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که تمرین با استراحت غیرفعال و محدودیت جریان خون باعث کاهش معنادار (۴۲/۳۰ درصدی) در سطوح پروتئین واکنشگر C و کاهش معنادار (۷/۵۹ درصدی) در سطوح لاکتات دهیدروژناز و تمرین با محدودیت جریان خون و استراحت فعال باعث کاهش معنادار (۳۸/۷۴ درصدی) در سطوح پروتئین واکنشگر C و کاهش معنادار (۱۱/۲۰ درصدی) در سطوح لاکتات دهیدروژناز می‌شود. ولی بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون پروتئین واکنشگر C و لاکتات دهیدروژناز در گروه تمرین مقاومتی سنتی تفاوت معناداری وجود ندارد.

به طور سنتی تمرینات قدرتی به عنوان یک عامل فشار آفرین جسمانی به علت دارا بودن انقباضات برون‌گرا ممکن است با اعمال فشار مکانیکی (پارگی نسوج همبند)، تجمع کلسیم درون سلولی و حتی با افزایش فشار اکسایشی ناشی از انفجار نوتروفیلی و ایجاد آسیب و پیامدهای بعدی یعنی بروز التهاب (آغاز آبشار واسطه‌های التهابی) همراه شود [19]. در این زمینه مطالعات نتو و همکاران و شریفیان و همکاران که اثر حاد تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون را بررسی می‌کردند، عدم تغییر معناداری در مقادیر

12. Research and Development (R&D)

13. Shapiro-Wilk Test

جدول ۱. نتایج تحلیل کوواریانس و تی زوجی شاخص‌های پیکرسنجی و فیزیولوژیکی، سطوح هورمونی و استقامت عضلانی

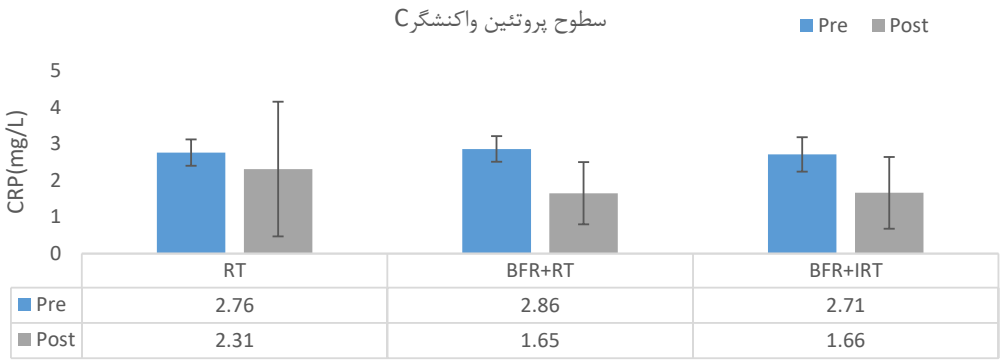
متغیر	گروه	میانگین±انحراف معیار		کوواریانس				تی زوجی	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	F	سطح معناداری	ضریب اتا	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	سطح معنی‌داری
سن (سال)	تمرین مقاومتی سنتی	۲۱/۷۵±۱/۶۶							
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۲۲/۳۸±۲/۳۲							
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	۲۲/۳۸±۱/۹۲							
قد (متر)	تمرین مقاومتی سنتی	۱/۷۸±۰/۰۴							
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۱/۷۷±۰/۰۴							
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	۱/۸۱±۰/۰۴							
وزن (کیلوگرم)	تمرین مقاومتی سنتی	۷۳±۸/۳۱	۷۳/۶۹±۸/۰۵				−۰/۶۸۷	۱/۵۳	۰/۲۴۵
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۷۰±۶/۳۶	۷۱/۰۶±۵/۴۳	۰/۰۲	۰/۹۸	۰/۰۰۲	−۱/۰۶	۲/۱۴	۰/۲۰۴
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	۷۲/۷۵±۷/۳۸	۷۳/۳۱±۶/۸۰				−۰/۵۶	۰/۸۲	۰/۰۹۴
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مجذور قد به متر)	تمرین مقاومتی سنتی	۲۲/۵۸±۱/۹۵	۲۲/۸۷±۲/۰۳				−۰/۲۸	۰/۵۰	۰/۱۵۴
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۲۲/۱۵±۱/۵۴	۲۲/۴۹±۱/۱۴	۰/۰۵	۰/۹۵	۰/۰۰۵	−۰/۳۳	۰/۷۲	۰/۲۲۹
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	۲۱/۸۶±۱/۴۲	۲۲/۰۵±۱/۳۵				−۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۰۹۵
پروتئین واکنشگر C (میلی گرم بر لیتر)	تمرین مقاومتی سنتی	۲/۷۶±۰/۳۶	۲/۳۱±۱/۸۴				۰/۴۵	۲/۰۳	۰/۵۵۲
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۲/۸۶±۰/۳۵	۱/۶۵±۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۴۳	۰/۱۱	۱/۲۱	۱/۱۴	۰/۰۲۰†
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	۲/۷۱±۰/۴۷	۱/۶۶±۰/۹۸				۱/۰۵	۰/۹۵	۰/۰۱۷†
لاکتات هیدروژناز (واحد بر لیتر)	تمرین مقاومتی سنتی	۳۲۷/۳۸±۷۸/۹۳	۲۹۰±۴۸/۳۸				۳۷/۳۷	۴۵/۲۸	۰/۰۵۲
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۳۰۱/۱۳±۵۱/۶۲	۲۷۸/۲۵±۳۷/۷۹	۰/۸۸	۰/۴۴	۰/۱۰	۲۲/۸۷	۱۷/۱۱	۰/۰۰۷†
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	۲۸۵/۶۳±۲۸/۶۶	۲۵۳/۶۳±۲۷/۰۴				۳۲/۰۰	۶/۰۹	۰/۰۰۱†

متغیر	گروه	میانگین±انحراف معیار		کوواریانس			تی زوجی		
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	F	سطح معناداری	ضریب اتا	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	سطح معنی‌داری
پرس سینه	تمرین مقاومتی سنتی	۳۲/۶۲±۰/۹۹	۳۵/۵±۳/۴۲	۱۸/۷۲	۰/۰۰۱†	۰/۷۱	-۲/۸۷۵	۱/۴۵۸	۰/۰۰۱†
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۳۱/۲۵±۳/۳۷	۳۷/۵±۳/۷۰				-۶/۲۵۰	۳/۳۲۷	۰/۰۰۱†
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	۳۱/۲۵±۵/۲۰	۴۱±۶/۶۹				-۹/۷۵۰	۳/۵۳۶	۰/۰۰۱†
هاگ	تمرین مقاومتی سنتی	۳۲/۵±۳/۶۶	۳۵/۲۵±۳/۶۵	۱۱/۹۷	۰/۰۰۱†	۰/۶۱	-۲/۷۵۰	۱/۶۶۹	۰/۰۰۲†
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۳۳/۲۵±۴/۹۲	۴۰±۴/۲۴				-۶/۷۵۰	۱/۶۶۹	۰/۰۰۱†
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	۳۱/۱۳±۴/۷۰	۴۰/۲۵±۵/۱۷				-۹/۱۲۵	۲/۶۹۶	۰/۰۰۱†

† P<۰/۰۵

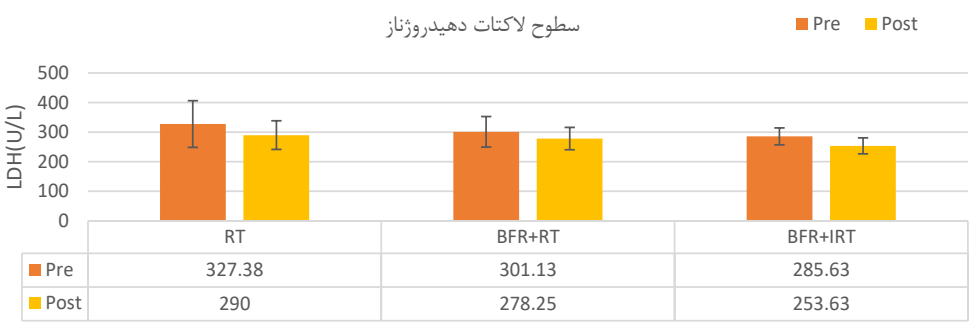
جدول ۲. آزمون تعقیبی بونفرنی برای مقایسه میانگین گروه‌ها در متغیرهای مرتبط با استقامت عضلانی

متغیر وابسته	گروه ۱	گروه ۲	تفاوت میانگین	خطای استاندارد میانگین	سطح معناداری
پرس سینه	تمرین مقاومتی سنتی	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	-۵/۷۷	۱/۳۳	۰/۰۰۲†
		تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	-۷/۰۷	۱/۲۰	۰/۰۰۰†
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	تمرین مقاومتی سنتی	۵/۷۷	۱/۳۳	۰/۰۰۲†
		تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	-۱/۳۱	۱/۲۹	۰/۹۸۳
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	تمرین مقاومتی سنتی	۷/۰۷	۱/۲۰	۰/۰۰۰†
		تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۱/۳۱	۱/۲۹	۰/۹۸۳
هاگ	تمرین مقاومتی سنتی	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	-۳/۳۹	۱/۳۰	۰/۰۵۹
		تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	-۵/۷۷	۱/۱۸	۰/۰۰۱†
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	تمرین مقاومتی سنتی	۳/۳۹	۱/۳۰	۰/۰۵۹
		تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	-۲/۳۸	۱/۲۷	۰/۲۴۰
	تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت فعال	تمرین مقاومتی سنتی	۵/۷۷	۱/۱۸	۰/۰۰۱†
		تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و استراحت غیرفعال	۲/۳۸	۱/۲۷	۰/۲۴۰



تصویر ۱. سطوح سرمی پروتئین واکنشگر C (میلی‌گرم بر لیتر) قبل و بعد از اجرای پروتکل تمرین در سه گروه

لاکتات دهیدروژناز سرمی را نشان داد [۲۰، ۲۱]. همچنین عبدالفاتح و سالم، در پژوهشی به بررسی تأثیر دوازده هفته تمرین شنا کردن همراه با انسداد عروق بر شاخص‌های آسیب عضلانی در ۲۱ شناگر جوان پرداختند که یافته‌ها بیانگر عدم تغییر سطوح لاکتات دهیدروژناز پس از این نوع بود [۲۲]. از سوی دیگر محبی و همکاران، با تمرین تناوبی و گائینی و همکاران پس از فعالیت کوتاه‌مدت و بلندمدت افزایش معنی‌دار آنزیم لاکتات دهیدروژناز را نشان دادند [۲۳، ۲۴]. همچنین پرسش و همکاران تأثیر شش هفته تمرین مقاومتی با و بدون انسداد عروق بر پروتئین واکنشگر C و لاکتات دهیدروژناز دختران فعال را بررسی کردند و مشاهده شد که شاخص آسیب عضلانی لاکتات دهیدروژناز در پاسخ به تمرین مقاومتی افزایش معناداری نشان داد و به طور همزمان شاخص پروتئین واکنشگر C هر دو گروه تمرین نسبت به گروه کنترل کاهش داشت، اما بین سه گروه تفاوت معناداری نشان نداد [۲۵]. مطالعات ذکرشده نشان‌دهنده عدم تغییر معنادار یا افزایش معنادار سطوح لاکتات دهیدروژناز پس از یک جلسه یا یک دوره تمرینی بودند که غیرهمسو با مطالعه ما بود. از سویی کلارکسون و تامپسون نیز عنوان کردند فعالیت بدنی منظم، منجر به کاهش سطوح شاخص‌های آسیب عضلانی از جمله لاکتات دهیدروژناز می‌شود [۱۸]. در مطالعه حاضر سطوح لاکتات دهیدروژناز در تمامی گروه‌ها کاهش یافت که تنها بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های محدودیت جریان خون تفاوت معناداری مشاهده شد، اما بین گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده نشد. احتمالاً دلیل تناقض در مطالعات قبلی و مطالعه حاضر ایجاد سازگاری در اثر تمرین است. ساختار سلولی ترشح لاکتات دهیدروژناز هنوز ناشناخته است، اما اغلب دلیل آن را تغییر ساختاری به‌وجودآمده در بافت عضلانی به دنبال فعالیت شدید می‌دانند. به نظر می‌رسد نوع و شدت تمرین، زمان بازیافت و همچنین سن، جنس، آمادگی بدنی، فصل سال و تمرین با افزایش نوسانات در غلظت این آنزیم اثرگذار است [۲۶]. بررسی‌ها بیانگر آن است که آنزیم لاکتات دهیدروژناز علاوه بر فعالیت در روند تولید انرژی و لاکتات، در ایجاد شرایط التهابی برای سلول‌های عضلانی نقش مؤثری دارد و برخی محققان افزایش سطوح آن در اثر فعالیت بدنی را ناشی از آسیب غشای تارهای عضلانی گزارش کرده‌اند [۲۷] و شش هفته تمرین به سازگاری منجر شده و این دوره تمرینی آسیب عضلانی را در پی نخواهد داشت.



تصویر ۲. سطوح سرمی لاکتات دهیدروژناز (واحد بر لیتر) قبل و بعد از اجرای پروتکل تمرین در سه گروه

علاوه بر این، متعاقب اجرای شش هفته تمرین، پروتئین واکنشگر C در هر سه گروه کاهش یافت که تنها بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های محدودیت خون تفاوت معناداری مشاهده شد، ولی این تفاوت بین سه گروه معنادار نبود. پروتئین واکنشگر C یک شاخص حساس التهابی است که به وسیله سلول‌های کبدی و در پاسخ به عوامل التهابی ساخته و از کبد ترشح می‌شود. چگونگی سازوکار کاهش سطح پروتئین واکنشگر C به‌درستی شناخته نشده است. تولید پروتئین واکنشگر C کبدی از طریق اینترلوکین ۶[14] و به مقدار کمتری توس اینترلوکین ۱ و نکروز تومور الفا تحریک می‌شود. بنا به مطالعات انجام‌شده، فعالیت بدنی با بهبود وضعیت عملکرد اندوتلیال منجر به کاهش التهاب می‌شود و همچنین نشان داده شده است که فعالیت ورزشی با کاهش و یا مهار سایتوکاین‌ها تولید پروتئین واکنشگر C را کاهش می‌دهد [۲۸].

پژوهش‌های پیشین حاکی از کاهش قابل توجه عوامل التهابی، پس از تمرینات بلندمدت است [۲۹]. چنان‌که مشخص شده است که فعالیت بدنی منظم، پتانسیل کاهش سطوح در گردش شاخص‌های التهابی را دارد [۳۰]. بسیاری از پژوهشگران بیان کرده اند که کاهش سطح پروتئین واکنشگر C مستقل از کاهش وزن است و تنها با افزایش آمادگی و اثرات فیزیولوژیک ناشی از فعالیت و خاصیت ضدالتهابی تمرین ورزشی روی می‌دهد [۳۱]. پژوهش‌ها حاکی از آن است که فعالیت ورزشی شدید باعث افزایش سطوح پروتئین‌های شوک گرمایی ۷۲ می‌شود و افزایش این پروتئین‌ها نقش مهمی در مسیرهای حفاظتی سلول ایفا می‌کنند و موجب کاهش آسیب ناشی از ایسکمی می‌شود [۳۲]. از طرف دیگر اندازه‌گیری پروتئین واکنشگر C به علت افزایش سریع آن در آغاز ضایعه بافتی و کاهش سریع آن به محض بهبودی بهترین راه تشخیص آسیب بافتی است [۳۳]. همچنین بر طبق پژوهش کزاپیس و همکاران فعالیت ورزشی موجب افزایش رهایش سایتوکین‌های پیش‌التهابی، همراه با لکوسیتوز و افزایش غلظت پلاسمایی پروتئین واکنشگر C می‌شود و این پاسخ پیش‌التهابی به فعالیت ورزشی با افزایش ناگهانی در استرس اکسایشی همراه است که با مکانیسم‌های سازشی علیه التهاب دنبال می‌شود [۳۴]. عملکرد اصلی پاسخ التهابی بدن متعاقب عضلات آسیب‌دیده طی فعالیت بدنی، ترمیم آسیب و بازگرداندن عملکرد بافت است [۳۵]. پس می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که کاهش پروتئین واکنشگر C مؤید بهبود التهاب و فراهم شدن سازوکارهای سازشی نسبت به فعالیت در بدن است. از طرف دیگر بررسی مقدار پروتئین واکنشگر C در پژوهش‌های همسو، ارتباط معکوس و معنی‌داری را بین فعالیت بدنی منظم و این شاخص نشان داده‌اند و گزارش کرده‌اند افرادی که از نظر بدنی فعال‌ترند و آمادگی جسمانی بهتری دارند، سطح پایین‌تری از شاخص‌های التهابی را دارا هستند [۳۶]، چراکه آمادگی جسمانی و انجام تمرینات منظم موجب سرعت بخشیدن به روند بهبود ظرفیت‌های عضلانی می‌شود. همچنین گزارش شده است که مقدار اولیه پروتئین واکنشگر C عامل مهم در تغییرات بعدی آن بوده و هرچه مقدار آن بیشتر باشد، کاهش آن چشمگیرتر است. در این راستا لاسواتی و همکاران، کلارک و همکاران و پرسش و همکاران اثر تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون بر روی پروتئین واکنشگر C در افراد سالم را بررسی کردند [۳۷, ۳۸, ۲۵]. نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تأثیر معناداری بر سطوح پروتئین واکنشگر C افراد سالم ندارد که مشابه با تحقیق حاضر، آزمودنی‌ها همگی افراد جوان سالم بودند و مقادیر پایه پروتئین واکنشگر C در آن‌ها در محدوده چندان بالایی قرار نداشت. این‌گونه برداشت می‌شود که مقادیر پایه آن‌ها کمتر از حدی بوده است که بتواند بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری ایجاد کند. از سویی مادارامه و همکاران در یک مطالعه آزمایشی پاسخ‌های التهابی و هموستاتیک به تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون در بیماران مبتلا به ایسکیمی قلب را بررسی کردند و نتایج نشان‌دهنده این بود که تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون در بیماران ایسکیمی قلب، پاسخ‌های التهابی و هموستاتیک را تحت تأثیر قرار نمی دهد [۳۹]. طبق مطالعات انجام‌شده ارتباط مثبتی بین پروتئین واکنشگر C و شاخص توده بدنی وجود دارد و همسان بودن شاخص توده بدنی گروه‌ها می‌تواند یکی دیگر از دلایل عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری بین گروه‌های مذکور باشد.

در ارتباط با کاهش سطح التهابی، بسیاری از پژوهش‌ها پیشنهاد کرده‌اند کاهش وزن به دنبال تمرین‌های ورزشی و نه اثرات فیزیولوژیکی ناشی از تمرین، ممکن است عامل اصلی کاهش پروتئین واکنشگر C باشد. در صورتی که در این پژوهش بهبودی در ترکیب بدن ازجمله وزن در میان آزمودنی‌ها مشاهده نشد. به طور کلی مطالعات نشان داده‌اند که پاسخ کوتاه‌مدت و بلندمدت پروتئین واکنشگر C به فعالیت ورزشی به عوامل مختلفی، از جمله شدت و مدت فعالیت بدنی، تغذیه، وزن، عوامل روحی‌روانی، سن و جنسیت بستگی دارد [۴۰]. در مطالعه حاضر سعی بر آن شد بعضی عوامل از جمله جنس، مصرف دخانیات، تکرار، مدت و شدت تمرین نیز کنترل شود.

از سوی دیگر مطالعه صورت‌گرفته نشان داد که شش هفته تمرین مقاومتی با استراحت فعال و غیرفعال، با و بدون محدودیت جریان خون باعث تفاوت معناداری در استقامت عضلانی بین گروه‌ها می‌شود که در تمامی حرکات، افزایش استقامت عضلانی گروه محدودیت جریان خون با استراحت فعال بیشتر از سایر گروه‌ها بود. همچنین نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر سه گروه در مقادیر استقامت عضلانی تمامی حرکات مشاهده شد. در این زمینه حسینی کاخک و همکاران برای اولین بار در ایران، اثر تمرینات قدرتی سنتی را با تمرینات قدرتی همراه با محدود کردن جریان خون بر عملکرد

14. Interleukin 6 (IL-6)

عضلانی و استقامت قلبی‌عروقی در دختران جوان مقایسه کردند. نتایج حاصل از تحقیق حاکی از افزایش معنادار قدرت عضلانی و استقامت عضلانی و توان انفجاری در گروه‌های تمرین در مقایسه با گروه کنترل بود. تفاوت معناداری در این متغیرها، بین گروه‌های تجربی مشاهده نشد. بین استقامت قلبی‌عروقی و توان بی‌هوازی سه گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد [۴۱]. از سویی مصطفی‌لو و همکاران نشان دادند که بهبود استقامت عضلانی در گروه تمرین مقاومتی سنتی بیشتر از گروه‌های تمرین مقاومتی با تأکید بر بخش برون‌گرا با و بدون محدودیت جریان خون بود که می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع پروتکل تمرینی و تأکید بر بخش برون‌گرای حرکات در گروه محدودیت جریان خون باشد [۴۲]. همچنین کوک و همکاران سازگاری‌های عضله اسکلتی را به دنبال محدودیت جریان خون در طی سی روز بی‌حرکت نگه داشتن اندام پایین‌تنه بررسی کردند که نشان داد استقامت عضلانی در گروه تمرین ۳۱ درصد افزایش داشت. در حالی که گروه کنترل ۲۴ درصد کاهش را نشان داد [۴۳]. از جمله سازوکارهای مسئول بهبود استقامت عضلانی ناشی از تمرین با محدودیت جریان خون، افزایش عروق خونی (مویرگ‌زایی)، افزایش فراخوانی تارهای نوع ۲ [۴۴]، افزایش ذخیره گلیکوژن عضلانی است [۴۵].

همچنین با توجه به پیشینه پژوهش یک جلسه تمرین اینتروال شدید باعث افزایش قابل توجهی در تعداد ضربان قلب، کاتکولامین‌ها، کورتیزول، هورمون رشد، لاکتات پلاسما و سطح گلوکز، گلیسرول و کاهش قابل توجهی در فعال شدن مجدد پاراسمپاتیک پس از فعالیت و کاهش آدنوزین تری‌فسفات[15]، فسفوکراتین[16]، و ذخایر گلیکوژن می‌شود. و افزایش آمادگی هوازی و بی‌هوازی، سازگاری عضله اسکلتی، افزایش ظرفیت ماهیچه‌های اسکلتی برای اکسیداسیون اسیدهای چرب و محتوای آنزیم گلیکولیتیک و کاهش انسولین ناشتا و مقاومت به انسولین از سازگاری‌های مزمن در اثر تمرینات اینتروال شدید است [۴۶]. در این زمینه مطالعه‌ای که اثر ترکیب تمرینات مقاومتی انسدادی با استراحت فعال (خود وزنه) را بررسی کرده باشد پیدا نشد، اما در زمینه تمرینات انسدادی و اینتروال (استراحت فعال) سعدی و همکاران و داود ذبیحی نشان دادند که اینگونه تمرینات باعث بهبود معنادار عملکرد هوازی و بی‌هوازی آزمودنی‌ها می‌شود [۴۷, ۴۸]. بریتو و همکاران به بررسی اثر تمرین مقاومتی با استراحت فعال بر کاهش فشار ناشی از ورزش بر زنان مسن پرفشار خون پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تمرین مقاومتی با استراحت فعال نسبت به استراحت غیرفعال باعث تشدید کاهش فشار خون ناشی از ورزش در زنان مسن مبتلا به پرفشار خونی می‌شود [۴۹]. کیهانیان و همکاران به مقایسه تأثیر تمرین مقاومتی با اسراحت فعال و غیرفعال بر آمادگی هوازی و بی‌هوازی بازیکنان فوتبال پرداختند و مشاهده کردند که تمرین مقاومتی با استراحت فعال نسبت به غیرفعال سبب بهبود بیشتر در آمادگی هوازی و گاه بهبود بیشتر در آمادگی بی‌هوازی بازیکنان فوتبال می‌شود [۵۰].

15. Adenosine Triphosphate (ATP)
16. Phosphocreatine (PCR)

نتیجه‌گیری

با توجه نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد ترکیب تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون و اینتروال (استراحت فعال) می‌تواند جایگزین مناسبی برای تمرینات سنتی و همچنین در مواردی جایگزین تمرینات مقاومتی با محدودیت و استراحت غیرفعال شود.

با توجه به عدم کنترل تغذیه آزمودنی‌ها که از محدودیت‌های تحقیق مورد نظر بود، پیشنهاد می‌شود که در مطالعه‌های پیش رو تغذیه کنترل‌شده و همچنین سایر فاکتورهای تعیین‌کننده آسیب و التهاب عضلانی مانند کراتین کیناز اندازه‌گیری شود. از سوی دیگر پیشنهاد می‌شود مقیاس‌های تعیین‌کننده میزان فشار تمرین، مانند مقیاس درک فشار بورگ ارزیابی شود و اندازه‌گیری لاکتات خون نیز می‌تواند مفید و کمک‌کننده باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در انجام پژوهش، اصول بیانیه هلسینکی، راهنمای عمومی اخلاق در پژوهش‌های دارای آزمودنی انسانی و مقررات حاکم بر آن رعایت شده و کد اخلاق به شناسه IR.SSRC.REC.1398.129 از سوی پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی و کد کار آزمایی بالینی به شناسه IRCT20191207045644N1 از سوی مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران صادر شد.

حامی مالی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی جایگزین خدمت سربازی آقای وحید فکری کورعباسلو بود که تحت نظر مدیریت تربیت‌بدنی نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران اجرا شد و هیچ‌گونه حمایت‌کننده مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان

مجری و طراح اصلی طرح: وحید فکری کورعباسلو؛ راهنما و مشاور در طراحی و اصلاح: علی فکوریان و محسن حیدریان؛ تهیه پیش‌نویس مطالعه: مسعود کشفی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Ernfors P, Kucera J, Lee K, Loring J, Jaenisch R. Studies on the physiological role of brain-derived neurotrophic factor and neurotrophin-3 in knockout mice. Int J Dev Biol. 2003; 39(5):799-807. [PMID]

[2] Kim M-W, Bang M-S, Han T-R, Ko Y-J, Yoon B-W, Kim J-H, et al. Exercise increased BDNF and trkB in the contralateral hemisphere of the ischemic rat brain. Brain Res. 2005; 1052(1):16-21. [DOI:10.1016/j.brainres.2005.05.070] [PMID]

[3] McCloskey DP, Adamo DS, Anderson BJ. Exercise increases metabolic capacity in the motor cortex and striatum, but not in the hippocampus. Brain Res. 2001; 891(1):168-75. [DOI:10.1016/S0006-8993(00)03200-5]

[4] Nawa H, Carnahan J, Gall C. BDNF protein measured by a novel enzyme immunoassay in normal brain and after seizure: Partial disagreement with mRNA levels. Eur J Neurosci. 1995; 7(7):1527-35. [DOI:10.1111/j.1460-9568.1995.tb01148.x] [PMID]

[5] Drzyzga ŁR, Marcinowska A, Obuchowicz E. Antiapoptotic and neurotrophic effects of antidepressants: A review of clinical and experimental studies. Brain Res Bull. 2009; 79(5):248-57. [DOI:10.1016/j.brainresbull.2009.03.009] [PMID]

[6] Ivy A, Rodriguez F, Garcia C, Chen M, Russo-Neustadt A. Noradrenergic and serotonergic blockade inhibits BDNF mRNA activation following exercise and antidepressant. Pharmacol Biochem Behav. 2003; 75(1):81-8. [DOI:10.1016/S0091-3057(03)00044-3]

[7] Silhol M, Arancibia S, Maurice T, Tapia-Arancibia L. Spatial memory training modifies the expression of brain-derived neurotrophic factor tyrosine kinase receptors in young and aged rats. Neuroscience. 2007; 146(3):962-73. [DOI:10.1016/j.neuroscience.2007.02.013] [PMID]

[8] Hofer M, Pagliusi SR, Hohn A, Leibrock J, Barde Y. Regional distribution of brain-derived neurotrophic factor mRNA in the adult mouse brain. EMBO J. 1990; 9(8):2459-64. [PMID] [PMCID]

[9] Mowla SJ, Farhadi HF, Pareek S, Atwal JK, Morris SJ, Seidah NG, et al. Biosynthesis and post-translational processing of the precursor to brain-derived neurotrophic factor. J Biol Chem. 2001; 276(16):12660-6. [DOI:10.1074/jbc.M008104200] [PMID]

[10] Patapoutian A, Reichardt LF. Trk receptors: Mediators of neurotrophin action. Curr Opin Neurobiol. 2001; 11(3):272-80. [DOI:10.1016/S0959-4388(00)00208-7]

[11] Barde Y-A, Edgar D, Thoenen H. Purification of a new neurotrophic factor from mammalian brain. EMBO J. 1982; 1(5):549-53. [PMCID]

[12] Maisonpierre PC, Belluscio L, Squinto S, Ip NY, Furth ME, Lindsay RM, et al. Neurotrophin-3: A neurotrophic factor related to NGF and BDNF. Science. 1990; 247(4949 Pt 1):1446-52. [DOI:10.1126/science.247.4949.1446] [PMID]

[13] Sell H, Eckel J. Chemotactic cytokines, obesity and type 2 diabetes: In vivo and in vitro evidence for a possible causal correlation? Proc Nutr Soc. 2009; 68(4):378-84. [DOI:10.1017/S0029665109990218] [PMID]

[14] Rawson ES, Freedson PS, Osganian SK, Matthews CE, Reed G, Ockene IS. Body mass index, but not physical activity, is associated with C-reactive protein. Med Sci Sports Exerc. 2003; 35(7):1160-6. [DOI:10.1249/01.MSS.0000074565.79230.AB] [PMID]

[15] Hölscher C. Nitric oxide, the enigmatic neuronal messenger: Its role in synaptic plasticity. Trends Neurosci. 1997; 20(7):298-303. [DOI:10.1016/S0166-2236(97)01065-5]

[16] Smith LL. Cytokine hypothesis of overtraining: A physiological adaptation to excessive stress? Med Sci Sports Exerc. 2000; 32(2):317-31. [DOI:10.1097/00005768-200002000-00011] [PMID]

[17] Pedersen BK, Ostrowski K, Rohde T, Bruunsgaard H. The cytokine response to strenuous exercise. Can J Physiol Pharmacol. 1998; 76(5):505-11. [DOI:10.1139/y98-055] [PMID]

[18] Clarkson PM, Thompson HS. Antioxidants: What role do they play in physical activity and health? Am J Clin Nutr. 2000; 72(S 2):637S-46. [DOI:10.1093/ajcn/72.2.637S] [PMID]

[19] Jafari A, Zarghami Khameneh A. [Effect of single bout resistance exhaustive exercise following different doses of acute caffeine ingestin on indices-induced muscular in male olleyball (Persian)]. Metab Exerc. 2014; 3(2):141-53. https://jme.guilan.ac.ir/article_694.html?lang=en

[20] Sharifian Z. [Comparison of the effect of a resistance training session with and without vascular occlusion on muscle injury indices in young girls (Persian)] [MSc. Thesis]. Mashhad: University of Sabzevar; 2014. https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/d125d717793c3de06050b768aeabab21

[21] Neto GR, Novaes JS, Salerno VP, Gonçalves MM, Batista GR, Cirilo-Sousa MS. Does a resistance exercise session with continuous or intermittent blood flow restriction promote muscle damage and increase oxidative stress? J Sports Sci. 2018; 36(1):104-10. [DOI:10.1080/02640414.2017.1283430] [PMID]

[22] Fattah A, Salem H. Effect of occlusion swimming training on physiological biomarkers and swimming performance. World J Sport Sci. 2011; 4(1):70-5. https://sponet.fi/Record/4022416

[23] Mohebi H, Rahmaniniya F, Arabmomeni A, Reyasi A, Marandi M. [The effects of intermittent training and age on blood lactate (La) Level and lactate dehydrogenase enzyme (LDH) activity in male wistar rats (Persian)]. Pars J Jahrom Univ of Med Sci. 2014; 12(4):23-30 [DOI:10.29252/jmj.12.4.4]

[24] Gaeeni A, Vatani D, Ashrafi J, Mogharnesi M. [Effect of Short-term and long-term exercise three types of speeed, endurance and a combination of lactate dehydrogenase, creatine kinase and plasma malondialdehyde in rats (Persian)]. J Sport Biosci. 2010; 3(8):5-20. https://jsb.ut.ac.ir/article_23856.html

[25] Porsesh M, Habibi A, Ahmadi Barati S, Fatemi S. [Compare the effect of six weeks of resistance training with and without vascular occlusion on serum levels of CRP nd LDH in active girls (Persian)]. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci. 2016; 24(9):706-15. https://jssu.ssu.ac.ir/browse.php?a_code=A-10-2876-1&sid=1&slc_lang=fa

[26] Williams C, Kronfeld D, Hess T, Saker K, Waldron J, Crandell K, et al. Antioxidant supplementation and subsequent oxidative stress of horses during an 80-km endurance race. J Anim Sci. 2004; 82(2):588-94. [DOI:10.2527/2004.822588x] [PMID]

[27] Choung B, Byun S, Suh J, 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. [DOI:10.1111/j.0906-6705.2004.00209.x] [PMID]

[28] Akbarnehad A, Souri R, Bigdeli MD, Sayyah M. [The comparison of the effects of intermittent and continuous exercises on general inflammatory markers (Crp and Fibrinogen Serums) of young obese women (Persian)]. J Sport Biosci. 2013; 5(4):21-33. [DOI:10.22059/JSB.2013.35668]

[29] Zoladz J, Pilc A, Majerczak J, Grandys M, Zapart-Bukowska J, Duda K. Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic

factor concentration in young healthy men. J Physiol Pharmacol. 2008; 59(S 7):119-32. [PMID]

[30] Deminice R, Sicchieri T, Mialich MS, Milani F, Ovidio PP, Jordao AA. Oxidative stress biomarker responses to an acute session of hypertrophy-resistance traditional interval training and circuit training. J Strength Cond Res. 2011; 25(3):798-804. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181c7bac6] [PMID]

[31] Marcell TJ, McAuley KA, Traustadóttir T, Reaven PD. Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. Metabolism. 2005; 54(4):533-41. [DOI:10.1016/j.metabol.2004.11.008] [PMID]

[32] Campisi J, Fleshner M. Role of extracellular HSP72 in acute stress-induced potentiation of innate immunity in active rats. J Appl Physiol. 2003; 94(1):43-52. [DOI:10.1152/japplphysiol.00681.2002] [PMID]

[33] Daryanoosh F, Mehraban D. [Evaluating inflammatory index changes and muscle injuries in male mice after 8 weeks of aerobic exercise and omega-3 consumption (Persian)]. J Sport Biosc. 2012; 4(10):77-94. [DOI:10.22059/JSB.2012.21999]

[34] Safarzade A, Talebi Gorkani E. [The effect of progressive training on serum levels of inflamatory markers and vaspin in male rats (Persian)]. Koomesh. 2012; 14(1):97-103. http://koomeshjournal.semums.ac.ir/article-1-1629-fa.html

[35] Tartibian B, Akbari H, Ameri H. [The effect of a 6-Week camp Preparation on complement System(C3,C4) in young Professional Karate Ka (Persian)]. Harakat. 2009; (39):161-74. https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=133693

[36] Ramezanpour MR, Hejazi SM, Hosseinnezhad M. [The Comparison of HS-CRP, TG, LDL-c and HDL-c in Active and Non Active Middle-aged Women (Persian)]. Med J Mashhad Univ Med Sci. 2013; 56(2):93-8. http://mjms.mums.ac.ir/article_848.html

[37] Clark B, Manini T, Hoffman R, Williams P, Guiler M, Knutson M, et al. Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. Scand J Med Sci Sports. 2011; 21(5):653-62. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2010.01100.x] [PMID] [PMCID]

[38] Laswati H, Sugiarto D, Poerwandari D, Pangkahila JA, Kimura H. Low-intensity exercise with blood flow restriction increases muscle strength without altering hsCRP and fibrinogen levels in healthy subjects. Chin J Physiol. 2018; 61(3):188-95. [DOI:10.4077/CJP.2018.BAG567] [PMID]

[39] Madarame H, Kurano M, Fukumura K, Fukuda T, Nakajima T. Haemostatic and inflammatory responses to blood flow-restricted exercise in patients with ischaemic heart disease: A pilot study. Clin Physiol Funct Imaging. 2013; 33(1):11-7. [DOI:10.1111/j.1475-097X.2012.01158.x] [PMID]

[40] Arazi H, Ebrahimi M, Hoseini K. [The effect of anabolic steroids on Bodybuilders blood CRP (Persian)]. J Payavard Salamet. 1389; 4(3):43-9. https://payavard.tums.ac.ir/article-1-93-en.html

[41] Hoseini Kakhak A, Sharifi A. [Comprasion of the effect of traditional resistance training with resistance training with vascular occlusion on muscular function and cardiovascular endurance in young female (Persian)]. J Sport Biosci. 2012; 4(10):95-114.[DOI:10.22059/JSB.2012.22000]

[42] Mostafalou A, Hosseini SA, Haghighi AH. [The effect of resistance training with emphasis on eccentric phase with and without blood flow restriction and traditional resistance training on blood cortisol, endurance performance and anaerobic power in male soccer players (Persian)]. Metab Exerc. 2018; 8(8):61-77. https://jme.guilan.ac.ir/?_action=article&kw=18338&_kw=Resistance+training+Eccentric&lang=en

[43] Cook SB, Brown KA, DeRuisseau K, Kanaley JA, Ploutz-Snyder LL. Skeletal muscle adaptations following blood flow-restricted training during 30 days of muscular unloading. J Appl Physiol. 2010; 109(2):341-9. [DOI:10.1152/japplphysiol.01288.2009] [PMID]

[44] Wernbom M, Augustsson J, Raastad T. Ischemic strength training: A low-load alternative to heavy resistance exercise? Scand J Med Sci Sports. 2008; 18(4):401-16. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2008.00788.x] [PMID]

[45] Takarada Y, Sato Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. Eur J Appl Physiol. 2002; 86(4):308-14. [DOI:10.1007/s00421-001-0561-5] [PMID]

[46] Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. J Obes. 2010; 2011:868305. [DOI:10.1155/2011/868305] [PMID] [PMCID]

[47] Zabihi D. [The effect of 12 sessions of Cycling with blood flow restriction on active men performance (Persian)][MSc. thesis]. Tehran: University of Kharazmi; 2013.

[48] Saadi M. [Coprasion the effect of 6 weeks of Interval running on treadmill with and without blood flow restriction on aerobic, anaerobic and explosive power of active male Student of Chamran University (Persian)][MSc. thesis]. Ahvaz: Shahid Chamran University; 2015.

[49] Brito AF, Alves NF, Araújo AS, Gonçalves MC, Silva AS. Active intervals between sets of resistance exercises potentiate the magnitude of postexercise hypotension in elderly hypertensive women. J Strength Cond Res. 2011; 25(11):3129-36. [DOI:10.1519/JSC.0b013e318212dd25] [PMID]

[50] Keyhanian A, Ebrahim K, Raajabi H, Marandi S. [Compaison the effect of resistance exercise with active and passive rest on aerobic and anaerobic fitness in soccer players (Persian)]. J Sport Med Technol. 2015; 13(9):47-62. [DOI:10.18869/acadpub.jsmt.13.9.47]