Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Original Article

Effect of different recovery periods during a high Intensity Training (HIT) session on some hematologic factors and Muscle Damage in active males

Ali Ghasemi Kahrizsangi*, Hasan Faezi, Mohsen Akbarpour

Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Qom, Qom, Iran
*Corresponding author; E-mail: a.gh2535@yahoo.com

Received: 15 August 2017 Accepted: 4 Novomber 2017 First Published online: 7 September 2019
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 October- November; 41(4):73-81

Abstract

Background: Recovery periods during intense exercise cause changes in blood flow, such as hematologic factors and Muscle Damage. The aim of present study was to evaluate the effect of different recovery in an high intensity training session changes of platelets, white blood cells and creatine kinase serum before, immediately after and two hours after exhaustive exercise in healthy active men.

Methods: In this stude, 24 healthy men (Age: 21/07± 1/57, weight: 68/41± 11/75, body fat percentage: 15/93± 6/11 and VO2max: 41/83± 5/87) were selected and randomly divided into three groups including: control, aerobic and stretching PNF recovery were studied. The blood samples were collected from anticubital venous in at pre-test, post-test and follow up. To measure the platelets and white blood cells values, Flowcytometry and equipment Mindray BC-5800 and to measure creatine kinase serum values ELISA technique was used. And to identify significant the data for the analysis of variance with repeated measures with Bonferroni post hoc tests at a significance level of α=0.05 was used.

Results: There was a significant difference about the amount of platelets, white blood cells and creatine kinase serum in different periods of pre-test, post-test and follow-up revealed($P<0.001$). The Bonferroni Post-hoc test results showed a significant difference in the control group between post-test and follow-up($P<0.05$), in the PNF group between pre-test and post-test($P<0.05$) and post-test and follow-up($P<0.01$) and in the aerobic group between pre-test and post-test($P<0.001$) and post-test and follow-up periods($P<0.01$). Bonferroni post hoc test creatine kinase serum results, showed significant differences between the control group post-test and follow-up($P<0.05$), PNF group between pre-test and post-test periods($P<0.05$) and post-test and follow-up ($P<0.01$).

Conclusion: There was no effect of aerobic recovery and PNF stretching at rest in a HIT training session on platelets, white blood cells and creatine kinase is, but a change in values before and after training in each group. The advantage of active and passive recovery for changes in some hematological values and no Muscle Damage after an intense training.

Keyword: PNF Stretching, Exercises HIT, Platelets, White Blood Cell, Creatine Kinase Serum, Active Males

How to cite this article: Ghasemi Kahrizsangi A, Faezi H, Akbarpour M. [The effect of the different recovery periods during a session HIT training on amount hematology blood and Muscle Damage active males]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 October- November; 41(4):73-81. Persian.

© 2019 The Author(s). This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقاله پژوهشی

تاثیر دوره‌های ریکاوری مختلف طی یک جلسه تمرین تناوبی شدید بر برخی عوامل هماتولوژی و آسیب عضلانی مردان فعال

علی قاسمی کهریزسنگی*، حسن فایضی، محسن اکبرپور

گروه علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران
* نویسنده مسوول؛ ایمیل: a.gh2535@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۶/۵/۲۴ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۱۳ انتشار برخط: ۱۳۹۸/۶/۱۶
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. مهر و آبان ۱۳۹۸؛ ۴۱(۴):۷۳-۸۱

چکیده

زمینه: دوره‌های ریکاوری در حین تمرینات شدید باعث تغییراتی در جریان خون، مانند عوامل هماتولوژی و آسیب عضلانی می‌شود. هدف از تحقیق حاضر بررسی ریکاوری‌های مختلف در یک جلسه تمرین تناوبی وامانده ساز شدید بر تغییرات مقادیر پلاکت، گلبول سفید خون و کراتین کیناز سرم قبل، بلافاصله و دو ساعت پس از اتمام تمرین در مردان سالم فعال بود.

روش کار: تعداد ۲۴ نفر مرد سالم فعال (سن: ۱/۵۷±۲۱/۷۰، وزن: ۱۱/۷۵±۶۸/۴۱، درصد چربی: ۶/۱۱±۱۵/۹۳و ۵/۸۷±۴۱/۸۳ :VO_{2xam}) انتخاب و به روش تصادفی در سه گروه هشت نفره شامل: گروه ریکاوری غیرفعال کنترل، ریکاوری فعال هوازی و کشش PNF مورد مطالعه قرار گرفتند. نمونه‌های خونی در سه مرحله زمانی پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری از سیاهرگ بازوئی جمع‌آوری شد. برای سنجش گلبول‌های سفید و پلاکت خون از روش فلوسایتومتری و دستگاه Mindray BC-5800 و جهت سنجش کراتین کیناز سرم از روش الایزا استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری ۰/۰۵= α استفاده شد.

نتایج: نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، تفاوت معنی‌داری برای تعداد گلبول‌های سفید، پلاکت خون و کراتین کیناز سرم در دوره‌های مختلف تمرینی پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری نشان داد (p< ۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی حاکی از تفاوت معنی‌دار در گروه کنترل بین مرحله پس‌آزمون و پیگیری (p< ۰/۰۵)، در گروه PNF بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون و پس‌آزمون با پیگیری (p< ۰/۰۵) و در گروه هوازی بین مراحل پیش‌آزمون با پس‌آزمون (p< ۰/۰۰۱) و پس‌آزمون با پیگیری (p< ۰/۰۱) بود. همچنین نتایج آزمون بونفرونی میزان کراتین کیناز سرم تفاوت معنی‌داری بین مرحله پیش آزمون و پس آزمون(p<۰/۰۱) در گروه کنترل، بین پیش آزمون و پس آزمون(p<۰/۰۵) و پس‌آزمون و پیگیری (p< ۰/۰۱) در گروهPNF وجود داشت.

نتیجه گیری: نتایج تحقیق حاکی از عدم تاثیر ریکاوری هوازی و کششی PNF در فواصل استراحتی در یک جلسه تمرین HIT روی پلاکت، گلبول سفید خون و کراتین کیناز می‌باشد، اما باعث تغییر مقادیر در قبل و بعد از تمرین در هر گروه می‌شود. بنابراین نوع ریکاوری فعال و غیرفعال مزیتی جهت تغییر در برخی مقادیر هماتولوژیک و آسیب عضلانی پس از یک جلسه تمرین شدید ندارد.

کلید واژه ها: کششی PNF ، تمرین تناوبی شدید ، پلاکت، گلبول سفید، کراتین کیناز، مردان فعال

نحوه استناد به این مقاله: قاسمی کهریزسنگی ع، فایضی ح، اکبرپور م. تاثیر دوره های ریکاوری مختلف طی یک جلسه تمرین تناوبی شدید بر برخی عوامل هماتولوژی و آسیب عضلانی مردان فعال. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. ۱۳۹۸؛ ۴۱(۴):۷۳-۸۱

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.
این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز تحت مجوز کریتیو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

تمرینات تناوبی شدید (High Intesity Training) نمونه‌ای از تمرینات است، که اثرات فیزیولوژیک موثری همچون افزایش محتوای گلیکوژن استراحتی، حداکثر فعالیت آنزیم‌های اکسایشی، افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک، افزایش میزان اکسیژن مصرفی بیشینه VO_{2max} و برخی سازگاری‌های فیزیولوژیک را به همراه دارد (۱). از جمله تمرینات ترکیبی دیگر که هم جنبه بازیافت داشته و در ارتقای قدرت، تعادل و هماهنگی و انعطاف موثر است کشش‌هایPNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) می‌باشد که رویکرد موثری در افزایش عملکرد و ریکاوری دارد (۲). اغلب ورزشکاران به یک برنامه تمرینی برای رسیدن به حداکثر آمادگی در یک دوره‌ی زمانی کوتاه به ویژه پس از دوره‌های عدم فعالیت نیاز دارند (۳). تمریناتHIT نمونه‌ای از این نوع تمرینات است که تمرینات با وهله‌های تکراری فعالیت و استراحت‌های تناوبی در بین وهله‌های فعالیت در سال‌های اخیر توجه بسیاری را به خود جلب کرده است و تحقیقات بسیاری اثرات آن را در ورزش بررسی کرده‌اند (۴–۵). وهله‌های تمرینی پیاپی دریک دوره‌ی تمرین باعث پاسخ‌های سازگاری تجمعی می‌شود و در صورت ریکاوری نامناسب می‌تواند باعث خستگی، کاهش سازگاری، کاهش عملکرد در نتیجه فراخستگی یا بیش‌تمرینی شود و خستگی، مهمترین عامل در عدم توانایی فرد برای عملکرد بهتر است، به ویژه در دوره‌های کوتاه مدت تمرینات با شدت زیاد خستگی به طور معمول موجب محدودیت عملکرد ورزشکار می‌شود و نتیجهٔ دلخواه را به تأخیر می‌اندازد (۵). دو نوع برگشت به حالت اولیه وجود دارد: برگشت به حالت اولیه غیرفعال (Passive Ricovery) و برگشت به حالت اولیه فعال (Active Ricovery) (۱، ۵). ریکاوری فعال به عنوان یک وهله‌ی تمرین درون‌گرای سبک پس از تمرین و مسابقه‌ی شدید عمومیت دارد و عقیده بر این است که بازگشت به حالت اولیه را بهبود می‌بخشد. نیاز به دوره‌های بازگشت به حالت اولیه مناسب برای سرعت بخشیدن به ترمیم ذخایر بدنی، دفع مواد حاصل از متابولیسم و جلوگیری ازکوفتگی و آسیب عضلانی از اهمیت خاصی برخوردار است. تمرین و رقابت‌های شدید همچنین سبب آسیب عضلانی می‌شود، آسیب عضلانی آزاد شدن میانجی و آنزیم‌های التهابی را در پلاسما تحریک می‌کند و در نتیجه کراتین کیناز سرم که یکی از نشانگرهای اختلال غشای عضلانی می‌باشد، در هنگام آسیب عضلانی آزاد می‌شود (۶). کراتین کیناز یک عامل مهم در فرایند بازگشت به حالت اولیه می‌باشد که آسیب عضلانی پس از ورزش شدید و طولانی منجر به آزاد شدن آن می‌شود و از کاربردی‌ترین نشانه‌های سرمی آسیب عضلانی است (۶). در تحقیقات متعددی تاثیر یک جلسه تمرین شدید بر برخی متغیرهای خونی مشاهده شده است (۷–۹). البته در برخی تحقیقات چنین تغییری مشاهده نشد (۱۰–۱۱). همچنین نوع دوره ریکاوری فعال نیز در بررسی برخی متغیرهای خونی، التهابی و استرسی مانند لکوسیت‌ها و کراتین کیناز در گروه‌هایی که از نوع ریکاوری فعال استفاده کرده بودند معنادار گزارش شده بود (۱۲–۱۳). همچنین تاثیر فعالیت ریکاوری کششی نیز بر متغیرهای استرسی بعد از تمرینات شدید گزارش شده است (۱۴). با توجه به نتایج ضد و نقیض و نبود تحقیق واحدی در زمینه بررسی دوره‌های ریکاوری فعال هوازی و کششی PNF بر پاسخ متغیرهای هماتولوژی و آسیب عضلانی پس از تمرینات HIT و همچنین با توجه به اینکه بازگشت به حالت اولیه مطلوب اثرات بسزایی در آماده‌سازی ورزشکار برای وهله بعدی فعالیت دارد. محقق سعی دارد دریابد تمرین HIT به عنوان یک تمرین شدید در کنار کدام یک از روش‌های بازگشت به حالت اولیه فعال هوازی، غیرفعال و کششی PNF اثرات سازنده‌تری در متغیرهای هماتولوژی و آسیب عضلانی خون ورزشکار در فرآیند بازگشت به حالت اولیه سریع‌تر به پیش می‌برد تا در نهایت بتوان روش بازگشت به حالت اولیه سازنده‌تری را در کنار تمرینات تناوبی شدید پیشنهاد داد.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است که طی سه مرحله (قبل از تمرین در حالت پایه، بلافاصله بعد از تمرین و دو ساعت بعد از تمرین) خون‌گیری انجام شد. جامعه آماری این پژوهش را دانشجویان فعال دانشگاه قم (دانشجویان کارشناسی رشته تربیت بدنی) که در سال تحصیلی ۱۳۹۴–۹۵مشغول به تحصیل بودند تشکیل می‌داد، که آمادگی خود را برای شرکت داوطلبانه در طرح پژوهش اعلام نمودند. از جامعه آماری فوق آزمودنی‌هایی که داوطلب شرکت در پژوهش بودند، پرسش‌نامه سنجش آمادگی جسمانی بک (Baecke Physical Activity Questionnaire) جهت ارزیابی افراد فعال، پرسش‌نامه پزشکی و فرم رضایت‌نامه شخصی را تکمیل و رضایت خود را برای شرکت در این طرح پژوهشی به شکل مکتوب اعلام کردند. سپس از میان داوطلبین تعداد ۲۴ نفر که واجد شرایط تحقیق بودند به صورت نمونه‌گیری در دسترس و طبق امتیازات پرسش‌نامه بک به عنوان افراد فعال گزینش شده‌بودند، انتخاب و به روش تصادفی توسط پژوهشگران در سه گروه هشت نفره شامل: گروه ریکاوری غیر فعال (کنترل)، ریکاوری فعال هوازی و کشش PNF تقسیم‌بندی شدند. قبل از شروع پروتکل تحقیقی مقادیر سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به باسن، درصد چربی و اکسیژن مصرفی بیشینه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. معیار خروج از تحقیق داشتن سابقه مصرف داروهای استروییدی و غیراستروییدی (حداقل به مدت ۶ ماه قبل مصرف)، مصرف مکمل‌ها، داشتن بیماری‌ها مانند فشارخون، دیابت، چربی و تری‌گلیسرید خون بالا پروتکل تمرینی و مشکلات قلبی و تنفسی مانند آسم بود. همچنین افرادی که

امتیازات پرسش‌نامه آن‌ها پایین‌تر از متوسط امتیازات کل پرسش‌نامه بوده و به عنوان افراد غیرفعال محسوب می‌شوند نیز جزء افرادی بودند که به عنوان آزمودنی محسوب نشده و از انتخاب آن‌ها به عنوان آزمودنی اجتناب می‌شد. نمونه‌گیری‌های خونی در هر سه مرحله در سالن شهید بروجردی دانشگاه قم در تاریخ ۱۳۹۴/۱۰/۱۰ انجام شد. آزمون فعالیت تمرینی شدید: مرحله گرم کردن شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن به صورت راه رفتن سریع، دویدن آهسته و حرکات کششی، نرمشی با ۴۵- ۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود. پروتکل تمرین HIT شامل یک جلسه تمرین تناوبی با شدت بیشینه آزمون RAST (Running-based Anaerobic Sprint Test) بود که این آزمون در بر گیرنده‌ی مسافت ۳۵ متر برای ۶ تکرار با فاصله استراحت ۱۰ ثانیه بین هر تکرار بود و با توجه به سطح آمادگی دانشجویان و بصورت تناوبی با نسبت کار به استراحت یک به سه طراحی و اجرا شد (۱۴). ریکاوری کشش PNF شامل ۴ اجرای PNF (همسترینگ، سرینی، خیاطه و چهارسرانی) بود که به صورت فزاینده در مدت یک جلسه در بین دوره‌های استراحتی آزمون RAST انجام می‌شد. ریکاوری هوازی به صورت دویدن با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه در بین دوره‌های استراحتی آزمون RAST انجام شد (۱۲، ۱۴). گروه ریکاوری غیرفعال نیز در زمان‌های استراحتی فعالیتی نداشت. تعداد آزمون و دوره‌های استراحتی مجموعا ۱۲ تکرار و نسبت دوره تمرین (کار) و ریکاوری (استراحت) یک به سه در نظر گرفته شد که در مجموع، مدت زمان کل جلسه تمرینی یک و نیم ساعت طبق یک مطالعه مقدماتی تعیین شد. همه اندازه‌گیری‌ها در دما و نور محیطی یکسان انجام شد. به علاوه آزمودنی ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون از انجام هر گونه فعالیت بدنی سنگین اجتناب نموده و وعده‌ی غذایی آن‌ها قبل از آزمون مشابه بود. در انتهای اجرای آزمون، عمل سرد کردن با اجرای دوی نرم، حرکات کششی و نرمشی به مدت ده دقیقه انجام شد. نمونه های خونی (چهار میلی لیتر) هر آزمودنی در دو شیشه مجزا (یکی برای متغیرهای هماتولوژی و یکی برای کراتین کیناز) به منظور اندازه‌گیری کراتین کیناز سرم، تعداد گلبول‌های سفید و پلاکت آزمودنی‌ها طی سه مرحله در حالت پایه قبل از تمرین HIT (پیش آزمون) و بلافاصله پس از تمرین HIT (پس آزمون) و دو ساعت بعد از تمرین HIT (پیگیری) از ورید پیش آرنجی (Antecubital vein) گرفته شد. برای تشخیص غلظت کراتین کیناز سرم از روش الایزا (ELISA) و کیت Human Creatine Kinase (CK) Kit، تولید شرکت EASTBIOPHARM و جهت سنجش متغیرهای هماتولوژی از دستگاه Mindray BC-5800(Full diff , (Flowcytometry ,laser light scattering chemical dye) استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا از آزمون کلموگراف- اسمیرنف جهت تعیین توزیع طبیعی داده‌ها، جهت بررسی تجانس واریانس داده‌ها در گروه‌های تمرینی از آزمون لوین (Levene) و جهت بررسی پیش‌فرض تساوی کواریانس‌ها از آزمون ام- باکس (M Box) استفاده شد. سپس برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی و درون‌گروهی در مراحل مختلف اندازه‌گیری از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (Repeated mesure) و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تحلیل‌های آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

در جدول ۱ میانگین و انحراف‌معیار ویژگی‌های آنتروپومتریک، پیکرسنجی و همچنین معناداری آن‌ها آورده شده است. مقایسه شاخص‌های پیکرسنجی شرکت‌کنندگان در ابتدای تحقیق نشان داد که از نظر آماری تفاوت معناداری بین سن، وزن، قد، نمایه توده بدنی، درصد چربی بدن و VO_{2max} بین گروه‌های تحقیق وجود ندارد. بر اساس نتایج آزمون کلموگراف- اسمیرنف میزان معناداری برای مقادیر پلاکت در سه گروه به ترتیب ۰/۹۶۹، ۰/۸۰۸ و ۰/۶۷۰ و برای مقادیر کراتین کیناز ۰/۳۴۰- ۰/۱۷۳ و ۰/۷۰۲ و برای مقادیر گلبول سفید به ترتیب ۰/۹۴۰، ۰/۹۸۵ و ۰/۸۸۹ به ترتیب در گروه‌های کشش فعال هوازی، کشش PNF و کنترل بود. بنابراین توزیع داده‌ها طبیعی می‌باشد. همچنین خلاصه نتایج تحلیل واریانس بین و درون آزمودنی‌ها با اندازه‌گیری مکرر میزان کراتین کیناز ، پلاکت و گلبول سفید آزمودنی‌ها در دوره‌های زمانی مختلف در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱: مقادیر ویژگی‌های آنتروپومتریک و پیکرسنجی آزمودنی‌های تحقیق

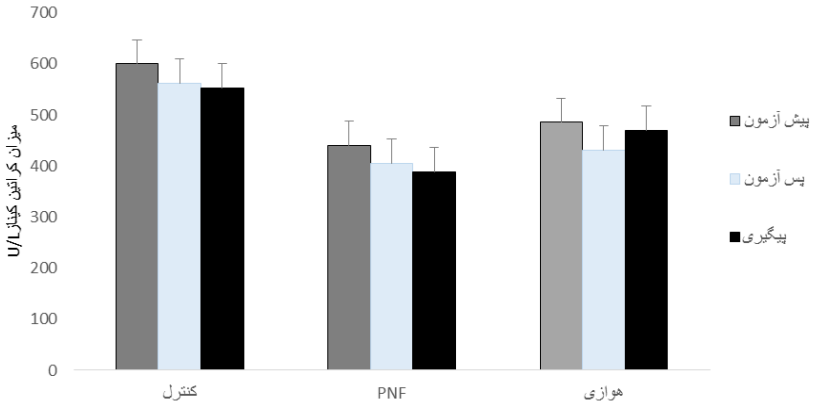
گروه / متغیر	ریکاوری غیر فعال n=۸	کشش PNF n=۸	ریکاوری هوازی n=۸	F	P
سن (سال)	۲۱/۵±۱/۳۰	۲۰/۸۷±۱/۹۵	۲۲/۷۵±۰/۷۰۷	۳/۶۱۴	۰/۰۵۵
وزن (kg)	۷۰/۲۵±۱۳/۰۲	۶۷/۷۵±۹/۸۸	۶۷/۲۵±۱۳/۴۵	۰/۱۳۸	۰/۸۷۲
قد (cm)	۱۷۲/۸±۷/۵۱	۱۷۶/۰±۴/۶۲	۱۷۶/۷±۷/۶۲	۰/۷۴۵	۰/۴۸۷
BMI	۲۳/۶۸±۵/۴۵	۲۱/۶۵±۲/۰۴	۲۱/۳۵±۲/۸۷	۰/۹۱۸	۰/۴۱۵
دور کمر (cm)	۸۴/۰±۱۱/۹۵	۸۰/۱۲±۶/۳۵	۸۲/۷۵±۷/۳۲	۰/۳۹۶	۰/۶۷۸
دور باسن (cm)	۹۹/۷۵±۶/۲۰	۹۶/۳۷±۵/۶۵	۹۶/۵۰±۶/۲۵	۰/۸۰۲	۰/۴۶۲
درصدچربی	۱۹/۶۸±۸/۲۹	۱۴/۵۵±۲/۸۹	۱۳/۷۵±۵/۲۸	۲/۱۸۷	۰/۱۴۰
VO_{2max}(ml/kg/min)	۴۵/۳۸±۴/۹۰	۴۶/۶۴±۶/۱۱	۴۶/۴۲±۴/۹۷	۳/۲۲۴	۰/۰۶۷

جدول۲: خلاصه نتایج تحلیل واریانس بین و درون آزمودنی‌ها با اندازه‌گیری مکرر میزان کراتین کیناز، پلاکت و گلبول سفید آزمودنی‌ها در دوره‌های زمانی مختلف

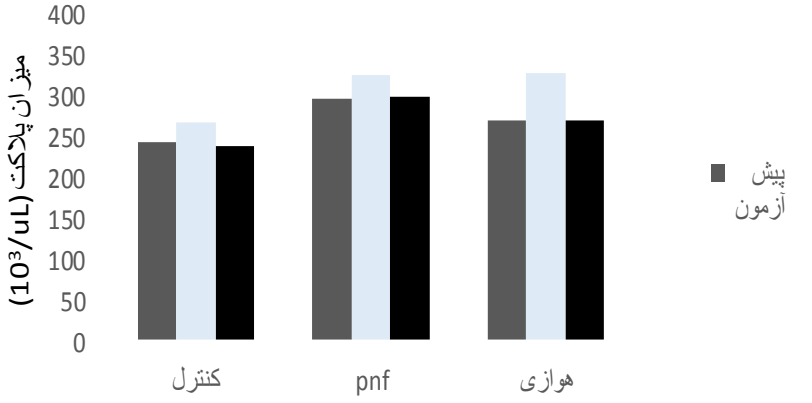
منبع تغییرات	شاخص آماری	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجموع مجذورات	F	سطح معناداری	Eta	توان آزمون
درون گروهی (کراتین کیناز)	دوره های زمانی	/۷۳۰	۱/۷۴۰	۰/۴۱۹	۲۴/۵۱۸	۰/۰۰۰۰	۰/۵۳۹	۱/۰۰
	اثر تعاملی دوره‌های زمانی * گروه	۰/۰۴۱	۳/۴۸۱	۰/۰۱۲	۰/۶۸۱	۰/۵۹۰	۰/۰۶۱	۰/۱۹۰
	خطا	۰/۶۲۵	۳۶/۵۵۰	۰/۰۱۷	–	–	–	–
بین گروهی (کراتین کیناز)	گروه	۰/۷۱۱	۲	۰/۳۵۵	۰/۳۴۴	۰/۷۱۳	۰/۰۳۲	۰/۰۹۸
	خطا	۲۱/۶۷۳	۲۱	۱/۰۳۲	–	–	–	–
درون گروهی (پلاکت)	دوره های زمانی	۲۲۳۶۰/۳۳۳	۱/۷۵۶	۱۲۷۳۳/۸۱۳	۵۱/۰۰۸	۰/۰۰۰	۰/۷۰۸	۱/۰۰۰
	اثر تعاملی دوره‌های زمانی * گروه	۳۷۶۲/۵۸۳	۳/۵۱۲	۱۰۱۷۱/۳۶۲	۴/۲۹۲	۰/۰۸	۰/۲۹۰	۰/۸۶۴
	خطا	۹۲۰۵/۷۵۰	۳۶/۸۷۶	۲۴۹/۶۴۳	–	–	–	–
بین گروهی (پلاکت)	گروه	۳۹۰۵۷/۵۸۳	۲	۱۹۵۲۸/۷۹۲	۲/۳۳۲	۰/۱۲۲	۰/۱۸۲	۰/۴۱۹
	خطا	۱۷۵۸۸۷/۷۵۰	۲۱	۸۳۷۵/۶۰۷	–	–	–	–
درون گروهی (گلبول سفید)	دوره های زمانی	۱۶۵/۹۹۷	۱/۶۳۰	۱۰۱/۸۶۵	۴۵/۸۴۳	۰/۰۰۰	۰/۶۸۶	۱/۰۰۰
	اثر تعاملی دوره‌های زمانی * گروه	۵/۳۸۷	۳/۲۵۹	۱/۶۵۳	۰/۷۴۴	۰/۵۴۴	۰/۰۶۶	۰/۱۹۸
	خطا	۷۶/۰۴۱	۳۴/۲۲۱	۲/۲۲۲	–	–	–	–
بین گروهی (گلبول سفید)	گروه	۹/۷۶۸	۲	۴/۸۸۴	۱/۰۹۵	۰/۳۵۳	۰/۰۹۴	۰/۲۱۶
	خطا	۹۳/۶۶۵	۲۱	۴/۴۶۰	–	–	–	–

نتایج آزمون لوین جهت تجانس واریانس مقادیر کراتین کیناز سرم با توجه به سطح معناداری ۰/۸۹۵، ۰/۶۵۵ و ۰/۶۴۸ مورد تایید قرار گرفت. نتایج آزمون کرویّت موخلی با سطح معنی‌داری ۰/۴۸۵ حاکی از یکنواختی ماتریس واریانس- کوواریانس بود، لذا از اصلاحیه گرین هاووس گریزر استفاده شد. بر طبق نتایج جدول ۲ تفاوت معناداری برای مقادیر کراتین کیناز سرم بین گروه‌های کشش، هوازی و کنترل وجود ندارد. همچنین نتایج درون‌گروهی نشان می‌دهد، بین مقادیر کراتین کیناز سرم در دوره‌های پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری تفاوت معناداری وجود دارد *(p< ۰/۰۰۱)*. لذا دوره‌های زمانی پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری بر کراتین کیناز سرم در سه دوره‌ی زمانی تاثیر معناداری داشته است (جدول۲). نتایج آزمون بونفرونی در گروه‌های تحقیق نشان داد که تفاوت معناداری در گروه کنترل بین مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون *(p< ۰/۰۵)*، در گروه PNF بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون *(p< ۰/۰۱)* و پیش‌آزمون با پیگیری *(p< ۰/۰۰۱)* وجود داشت. شکل ۱ مقادیر کراتین کیناز سرم آزمودنی‌ها در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در سه گروه ریکاوری غیرفعال، PNFو هوازی آورده شده است. نتایج آزمون لوین جهت تجانس واریانس مقادیر پلاکت خون با توجه به سطح معناداری ۰/۲۸۶، ۰/۲۱۰ و ۰/۲۲۰ مورد تایید قرار گرفت. نتایج آزمون کرویّت موخلی با سطح معنی‌داری ۰/۶۷۵ حاکی از یکنواختی ماتریس واریانس- کوواریانس بود، لذا از اصلاحیه گرین هاووس گریزر استفاده شد. بر طبق نتایج جدول ۲ تفاوت معناداری برای مقادیر پلاکت خون بین گروه‌های کشش، هوازی و کنترل وجود ندارد. همچنین نتایج درون‌گروهی نشان می‌دهد، بین مقادیر پلاکت خون در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری تفاوت معناداری وجود دارد *(p< ۰/۰۰۱)*. لذا دوره‌های زمانی پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری بر پلاکت خون در سه دوره‌ی زمانی تاثیر معناداری داشته است (جدول۲). نتایج آزمون بونفرونی در سه گروه نشان داد تفاوت معناداری در گروه کنترل در مرحله پس‌آزمون و پیگیری وجود داشت *(p< ۰/۰۵)* در گروه PNF تفاوت معناداری بین مراحل پیش‌آزمون– پس‌آزمون و پس‌آزمون– پیگیری وجود داشت *(p< ۰/۰۵)*. در گروه هوازی تفاوت معنی‌داری بین مراحل پس‌آزمون– پیگیری *(p< ۰/۰۱)* و پیش‌آزمون– پس‌آزمون *(p< ۰/۰۰۱)* وجود داشت. همچنین در شکل ۳ تعداد گلبول‌های سفید خون آزمودنی‌ها در سه مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در سه گروه ریکاوری غیرفعال، PNFو هوازی آورده شده است.

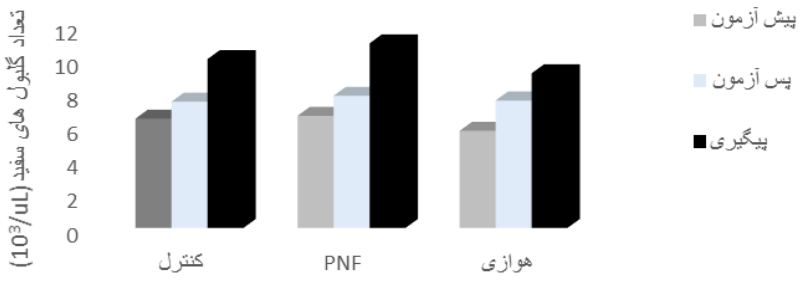
نتایج آزمون لوین جهت تجانس واریانس تعداد گلبول‌های سفید خون با توجه به سطح معناداری ۲/۳۸۲، ۱/۷۲۹ و ۰/۲۰۹ مورد تایید قرار گرفت. نتایج آزمون کرویّت موخلی با سطح معناداری ۰/۰۷۶ حاکی از یکنواختی ماتریس واریانس– کوواریانس بود، لذا از اصلاحیه گرین هاووس گریزر استفاده شد. بر طبق نتایج جدول (۲) تفاوت معناداری برای مقادیر گلبول‌های سفید خون بین گروه‌های کشش، هوازی و غیرفعال وجود ندارد. همچنین نتایج درون‌گروهی نشان می‌دهد، بین مقادیر گلبول سفید خون در دوره‌های پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری تفاوت معناداری وجود دارد *(p< ۰/۰۰۱)*. لذا دوره‌های زمانی پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری بر گلبول‌های سفید خون در گروه‌های مختلف تاثیر معناداری داشته است (جدول۲).



شکل ۱: مقادیر کراتین کیناز پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری گروه‌های تحقیق



شکل ۲: مقادیر پلاکت(10^3/uL) در دوره‌های پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری گروه‌های تحقیق



شکل ۳: تعداد گلبول‌های سفید(10^3/uL) در گروه های هوازی، PNF و کنترل

نتایج آزمون بونفرنی در سه دوره‌ی زمانی نشان داد تفاوت معناداری در گروه کنترل در مرحله پیش‌آزمون و پیگیری وجود داشت (p< ۰/۰۱). در گروه PNF تفاوت معناداری بین مراحل پیش‌آزمون– پیگیری (p< ۰/۰۱) و پس‌آزمون– پیگیری (p< ۰/۰۱) وجود داشت. در گروه هوازی تفاوت معناداری بین مراحل پیش‌آزمون– پس‌آزمون (p< ۰/۰۵)و پس‌آزمون– پیگیری (p< ۰/۰۱) وجود داشت.

بحث

در تحقیق حاضر نتایج حاکی از افزایش معنی‌دار مقادیر پلاکت، گلبول‌های قرمز و کراتین کیناز سرم درون گروه‌ها در دوره‌های زمانی پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری بود. اما تفاوت معناداری بین گروه‌های مختلف تمرینی که در بین دوره‌های استراحتی درجلسه تمرینی HIT ریکاوری کششی PNF، هوازی و

غیرفعال انجام می‌دادند، یافت نشد. این یافته‌ها نشان می‌دهد ریکاوری کشش PNF و هوازی نتوانسته است بر برخی فاکتورهای هماتولوژی و آسیب عضلانی اثر گذار باشد. و لذا ریکاوری فعال و غیرفعال بین دوره‌های ریکاوری حین تمرینات بسیار شدید تفاوت و تاثیری بر فاکتورهای تعداد گلبول‌های سفید، پلاکت خون و میزان کراتین کیناز سرم مردان فعال ندارد.

دوره‌های مختلف ریکاوری کشش و ریکاوری هوازی در گروه‌های آزمایش و کنترل تاثیر معناداری بر تعداد پلاکت و گلبول‌های سفید خون نداشته است. نتایج تحقیق با برخی تحقیقات همخوانی ندارد (۱۲–۱۳، ۱۵–۱۷). در بیشتر تحقیقات ریکاوری فعال نسبت به ریکاوری غیرفعال در بازسازی منابع انرژی و بازگشت به حالت اولیه اثرات چشمگیرتری داشته است ولی در تحقیق حاضر در مورد اثر انواع مختلف ریکاوری نتوانست تفاوت خاصی را بر تعداد پلاکت و گلبول‌های سفید خون در سه گروه ریکاوری نشان دهد که شاید به این علت که در این تحقیق ما به دنبال پاسخ یک جلسه تمرین تناوبی شدید همراه با ریکاوری‌های مختلف بودیم و به نظر می‌رسد برای بررسی دقیق‌تر تاثیر انواع ریکاوری فعال و غیرفعال بر عوامل هماتولوژی بایستی اثر آن را در طول هفته های تمرینی که در تحقیقات بالا نیز بدان اشاره شده ارزیابی کرد (۱۵–۱۷). لذا اگر بخواهیم تاثیر نوع ریکاوری در تمرینات شدید را بر عوامل هماتولوژی مشاهده کنیم، احتمال دارد ریکاوری در تمرین شدید را به صورت بلند مدت بر متغیرهای هماتولوژی و ریکاوری بکار ببریم تا اثرات نوع ریکاوری در تمرین شدید مشخص شود. از سوی دیگر به نظر می‌رسد، برای بررسی بهتر اثر انواع ریکاوری فعال یا غیرفعال، باید مدت زمان ریکاوری را تغییر دهیم تا اثرات آن‌ها را بهتر دریابیم. Ramin هم در مقایسه انواع ریکاوری تفاوت خاصی را در انواع ریکاوری پس از یک جلسه تمرین تناوبی شدید مشاهده نکرد (۱۴). Piraki و همکاران نیز نشان دادند که بین دو نوع ریکاوری فعال و غیرفعال پس از انجام آزمون بروس (Bruce) بر سلول‌های خونی سیستم ایمنی ورزشکاران تفاوت معناداری وجود ندارد (۱۸). لذا، به نظر می‌رسد برای ایجاد ریکاوری موثر و مفید بر متغیرهای هماتولوژی احتمال دارد دستکاری شدت و مدت فعالیت و همچنین مدت و نوع ریکاوری می‌تواند باعث اثربخشی روی برخی عوامل هماتولوژی شود.

ولی نتایج تحقیق حاضر در مورد تاثیر دوره‌های زمانی بر تعداد پلاکت و گلبول سفید نشان می‌دهد، که بین نتایج پیش‌آزمون، پس‌آزمون و آزمون پیگیری درون‌گروهی تعداد پلاکت و گلبول سفید خون آزمودنی‌های گروه‌های کشش، هوازی و کنترل تفاوت معناداری وجود دارد ($p< ۰/۰۰۱$). لذا دوره‌های زمانی مختلف برمیزان پلاکت پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در گروه‌های مختلف تاثیر معناداری داشته است. نتایج آزمون بونفرنی در سه گروه نشان داد تفاوت معناداری در گروه کنترل در مرحله پس‌آزمون و پیگیری وجود داشت ($p< ۰/۰۵$). در گروه PNF تفاوت معناداری بین مراحل پیش‌آزمون- پیگیری و پس‌آزمون- پیگیری وجود داشت ($p< ۰/۰۵$). در گروه هوازی تفاوت معناداری بین مراحل پیش‌آزمون- پیگیری و پس‌آزمون- پیگیری وجود داشت ($p< ۰/۰۱$). در بیشتر تحقیقات در دسترس ما تقریبا متعاقب فعالیت ورزشی شدید افزایش پلاکت دیده شده است که با نتایج برخی تحقیقات همخوانی دارد (۱۹–۲۱). Ahmadizad نشان داد فعالیت‌های ورزشی مقاومتی سبب افزایش تعداد پلاکت‌های خونی شده و این افزایش مستقل از شدت فعالیت ورزشی می‌باشد که با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد (۲۲). ولی Arazi و همکاران به دنبال یک جلسه تمرین موازی استقامتی- مقاومتی تغییر معناداری مشاهده نکردند (۲۳). تعداد پلاکت‌ها در ورزش افزایش می‌یابد که این افزایش به دلیل رهایی پلاکت‌های تازه از بستر عروقی طحال، مغزاستخوان و دیگر ذخایر پلاکت در بدن می‌باشد. ترشح اپی‌نفرین موجب انقباض قوی طحال می‌شود؛ یعنی، جایی که حدود یک سوم پلاکت‌های بدن در آن ذخیره شده است، این مکانیزم می‌تواند دلیل افزایش زیاد میزان پلاکت در ورزش را توضیح بدهد. همچنین در مرحله حاد فعال‌سازی پلاکت، افزایش درحجم پلاکت ممکن است در نتیجهٔ تغییر شکل قطعات مگاکاریوسیت سیتوپلاسم می‌باشد (۲۱). برای تفسیر نتایج تعداد گلبول‌های سفید نیز می‌توان دو ساز و کار مفروض را مطرح نمود: اول این که در جریان ورزش، بعضی از لکوسیت‌ها به محل تارهای عضلانی آسیب دیده می‌روند، مشاهده بسیار زیاد لکوسیت‌ها پس از انقباضات برون‌گرا نسبت به انقباضات درون‌گرا، این موضوع را به اثبات می‌رساند، در بحث واکنش‌های التهابی نیز عنوان شده است که پس از فعالیت‌هایی که باعث بروز کوفتگی عضلانی می‌شوند، تعداد لکوسیت‌ها افزایش می‌یابد (۱۲). البته مکانیسم دقیق افزایش گلبول سفید در جریان ورزش ناشناخته است ولی به احتمال زیاد، برخی عوامل مکانیکی مانند افزایش برونده قلبی و تغییر در سلول‌های اندوتلیال مویرگ‌ها در این فرآیند دخالت دارند. دوم این که به روشنی مشخص شده است که هورمون‌هایی مانند اپی‌نفرین و کورتیزول توزیع لکوسیت‌ها بین گردش خون و اجزای مختلف بدن مانند کبد، طحال، مغزاستخوان را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ افزایش تعداد لکوسیت‌ها در جریان ورزش به وسیلهٔ اپی‌نفرین کنترل می‌شود که این افزایش تحت تأثیر شدت فعالیت و بستگی به ظرفیت ورزشی فرد قرار دارد (۱۲). بنابراین به نظر می‌رسد با توجه به اینکه پروتکل تمرینی در تحقیق حاضر از نوع بسیار شدید است این امر منجر به افزایش فشار و استرس به سلول‌های عضلانی و به دنبال آن افزایش گلبول‌های سفید می‌شود.

در رابطه با کراتین کیناز نتایج تحقیق حاکی از عدم تغییر در بین گروه‌های تحقیق مشاهده شد. Agha Alinejad و همکاران در بررسی اثر ریکاوری فعال و غیرفعال پس از ورزش برون‌گرای شدید دریافتند که ریکاوری پس از تمرین باعث کاهش کراتین کیناز می‌شود که در گروه ریکاوری فعال این کاهش بیشتر دیده شد و تغییرات زمانی کراتین کیناز در دو گروه ریکاوری یکسان بود که این امر شاید به دلیل تفاوت در پروتکل تمرینی باشد، و نتیجه متفاوت آن با تحقیق حاضر شاید به دلیل تفاوت در پروتکل تمرینی باشد (۱۲). اما در سایر تحقیقات افزیش کراتین کیناز پس از فعالیت شدید گزارش شده است (۳، ۲۴-۲۶). به نظر می‌رسد وجود ریکاوری بر کاهش میزان کراتین کیناز موثر باشد. برای نمونه، گاهی در فیبرهای عضلانی به دلیل خستگی مقاومت غشا کاهش می‌یابد و با افزایش یون‌های کلسیم آزاد درونی، فعالیت مجرای پتاسیم افزایش می‌یابد (۱۲). از سوی دیگر آسیب موضعی بافت عضلانی به همراه آسیب‌های سارکومری که حاصل تکه تکه شدن خطوط Z است همچنین تمرین‌های شدید می‌تواند به ساختار عضلات اسکلتی صدمه وارد کند و موجب افزایش کراتین کیناز تام شود (۱۲، ۲۶). بیشترین افزایش در سطوح افزایش پس از فعالیت‌های ورزشی طولانی مدت، فعالیت‌های تحمل وزن و انقباض‌های اکستریک مشاهده شده است. علاوه بر این‌ها، فشار وارده در فعالیت‌های شدید در مقایسه با فعالیت‌های با شدت متوسط به پایین ممکن است موجب نشت بیشتر پروتئین و آنزیم‌های درون سلولی به داخل مایعات خارج سلولی شود (۲۶).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نوع استراحت در حین یک جلسه تمرینی شدید چه از نوع فعال (هوازی) باشد و چه از نوع غیرفعال (استراحت مطلق یا از نوع کششی PNF) تاثیری بر مقادیر هماتولوژی و آسیب عضلانی افراد فعال و ورزشکار ندارد، اما در دوره‌های زمانی می‌تواند باعث کاهش عوامل هماتولوژی و استرسی شود. لذا به نظر می‌رسد نوع استراحت و ریکاوری در حین وهله‌های تمرینات شدید بر عوامل خونی بی‌تاثیر باشد.

قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد است. از مدیریت تربیت بدنی دانشگاه قم، دانشجویان شرکت کننده و جناب آقای فتحی جهت همکاری در این پروژه تشکر می‌شود، همچنین از پرسنل و کارشناسان محترم بخش بیوشیمی آزمایشگاه بوعلی شهر قم قدردانی می‌گردد.

ملاحظات اخلاقی

تحقیق حاضر با نظارت و تصویب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه قم با رعایت ملاحظات اخلاقی و با کسب رضایت کامل از آزمودنی‌ها انجام شد. آزمودنی‌ها از کلیه جنبه‌های تحقیقی اطلاع داشته و هر زمان که می خواستند می‌توانستند از پروژه تحقیقی خارج شوند.

منابع مالی

کلیه هزینه‌های تحقیقی اعم از مکمل و هزینه‌های تشخیصی آزمایشگاهی توسط محققین پرداخت شده است.

منافع متقابل

منافع یا سود مالی شخصی از بابت انتشار این مقاله برای نویسندگان مقاله وجود ندارد.

مشارکت مولفان

میزان مشارکت در مقاله حاضر به صورت زیر می‌باشد:

۱- ع ق. کلیه مراحل انتخاب آزمودنی‌ها و مطالعه مقدماتی و انجام پروتکل تمرین هوازی و کششی و همچنین خونگیری پیش‌آزمون و پس‌آزمون را بر عهده داشت. همچنین جمع‌آوری داده‌ها و تهیه مقاله بر عهده وی بود.

۲- ح ف. کارهای عملی و انتخاب آزمودنی و گرفتن آزمون‌های مقدماتی و انتخاب افراد فعال و انجام کارهای ورزشی و عملی را انجام داد.

۳- م ا. کارهای آماری و آنالیزهای آزمایشگاهی را بر عهده‌دار بود.

References

1. Gibala M J, McGee S L. Metabolic adaptations to short-term high intensity interval training. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 2010; **36**(2): 58-63. doi: 10.1097/JES.0b013e318168ec1f
2. Musavizadeh M, Ebrahim KH, Nikbakht H. Effects of aerobic training on hematological parameters of female students. *The Scientific Journal of Iranian Blood Transfusion Organization* 2009; **6**(3): 227-231. [Persian]
3. Babakbayati F, Qarehkhanlou R, Aghaalinezhad G. The effects of four weeks of high intensity intermittent exercise on physiological and metabolic indexes active men. *Journal of Sports Sciences* 2010; **6**(11): 107-124. [Persian]
4. Esfarjani F. *The effect of intense interval training on aerobic capacity, blood lactate parameters and the time of the 3000 meters trained*. Dissertation 2005. Faculty of Sport Science and Physical Education TMU. [Thesis]

5. Burke E R. *Optimal Muscle Performance and recovery*. Penguin Putnam Inc. 2003.
6. Brancaccio P, Lippi G. Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *ClinChem Lab Med* 2010; **48**(6): 757-767.
7. Rabson Ansley P J, Blanin A, Gleeson M. Elevated plasma interlukkin-6 levels in trained male triathletes following an acute period of intense interval training. *Euro Journ Appl physiol* 2007; **99**(4): 353-360. doi: 10.1007/s00421-006-0354-y
8. Cordovan M, Escanero A. Iron transferring and haptoglobin levels after a single bout of exercise in men. *Physiol Behav Apr* 1992; **51**(4): 716-722. doi: 10.1016/0031-9384(92)90107-D
9. Gleeson M. Immune functions in sport and execise. *J Appl Physiol* 2007; **99**(3): 115-124.
10. Natale V M, Maria I, Koren B, Moldoveanu A L, Vasoliou P, Shek P, et al. Effect of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *Sao Paulo Med J/ Rev Paul Med* 2003; **121**(1): 9-14. doi: 10.1590/s1516-3180200300 0100003
11. Simonson S R. Immune response to resistance exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research* 2001; **15**(3): 378-384.
12. Agha Alinejad H, Molanouri Shamsi M, Azarbayjan M, Azarbayjan M, Rahimi A, Asghari Jafarabadi M, et al. The Effects of Active Recovery on Serum IL-6, IL-8, IL-10 and CK Concentrations after Eccentric Strenuous Exercise in Active Female. *IJEM* 2009; **11**(5): 553-560. [Persian]
13. Drape N, Ellis L, Bird I, Colemon H. Effects of active recovery on lactate concentration, Heart rate and RPE climbing. *Journal of sports science and medicine* 2006; **5**: 97-105.
14. Ramin V. *Compared the effects of four weeks of training HIT and PNF stretching with HIT and static stretching on the amount of lactate, creatine kinase, cortisol, aerobic power, muscular endurance, speed and flexibility of young taekwondo*. 2014; Thesis. Islamic Azad University.[Thesis]
15. Burgomaster K A, Howarth K R, Phillips S M, Rakobowchuk M, MacDonald M J, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exerciseafter low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *Journal of Physiol* 2008; **586**(1): 151-160. doi: 10.1113/jphysiol.2007.142109
16. Sharma S, Singh D. Effect of intensive internal training on red blood courpuscles and cardiovascular endurance. *International Journal of Sports Science and Engineering* 2012; **2**(6): 111-117.
17. Wigernaes I, Hostmark A T, Stromme S B, Kierulf P. Active recovery and Post-exercise white blood cell cont, free fatty acid, and hormones in endurance athletes. *Eur J of Appl Physiol* 2001; **84**: 358-366. doi: 10.1007/s004210000365
18. Piraki P, Ebrahim KH, Karimi F, Anissian A. Effect of Active and Passive Recovery on Athlletes" White Blood Cell Count. *Qom University of Medical Sciences Journal* 2008; **2**(2): 15-21. [Persian]
19. Havil F, Ebrahim KH, Aslankhani M A. Effect of aerobic exercise progresive on the immune system blood of young and adult athletes. *Journal of Harekat* 2003; **17**: 25-43. [Persian]
20. Nezhadpanah M. *The effect of aerobic exercise morning and evening peak on some hematological parameters of athletic young men*. 2012; Thesis. Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran shahid Rajai Tarbiat Dabir. [Thesis]
21. Qanbariniaki A, Tayyebi M, Alizadeh Q, Qaziani F, Hakimi J. The effects of a resistance training session circular on hematological changes in physical education students. *Journal of Applied Sport Science* 2005; **3**: 77-88. [Persian]
22. Ahmadizad S, El-Sayed M S. The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood theology. *Journal of Sports Science* 2005; **23**: 24-39. doi: 10.1080/02640410410001730151
23. Arazi H, Damirchi A, Mostafaloo A. The effects of one session concurrent training endurance- resistance on hematological changes in athlete males. *Journal of Exercise Physiology. First year* 2009; **2**: 17-26. [Persian]
24. Shavandi N, Afshar R, Samiei A, Sheikh Hoseini R. Effect of one-session vigorous training on muscular damage and renal function markers in elite karate athletes. *Scientific-Research Journal of Shahed University* 2012; **100**: 1-9. [Persian]
25. Nobahar M, Mirdar SH. The effects of progressive exercise training on some of muscle damage enzymes in active girls. *JME (spring and summer)* 2012; **2**(1): 1-12. [Persian]
26. Nazari M, Kordi M R, Choobineh S. The Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) on Gelatinase-A (MMP-2) Serum Levels and Muscle Damage Indices in Young Sedentary Girls. *Arak Medical University Journal* 2015; **18**(94): 78-86. [Persian]