The Response of Some of Hematological Indicators to 6-Week High-Intensity Interval Training along With Omega-3 Supplement Intake in Sedentary Boys

Sajjad Karimi pour[1], Shila Nayebifar[2]
1. Ms.c in Exercise Physiology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. ORCID ID: 0000-0002-5648-6586
2. Assistant Professor in Exercise Physiology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran., (Corresponding Author), Tel: 00985431136723, Email: shila_nayebifar@ped.usb.ac.ir, ORCID ID: 0000-0003-1840-0689

ABSTRACT

Background and Aim: The purpose of this study was to investigate the response of some hematologic indices to 6-week high-intensity interval training along with intake of omega-3 supplements in sedentary male students.

Materials and Methods: In this semi-experimental study, 32 non-athlete male students from Sistan and Baluchestan University, were randomly divided into 4 equal groups of 8 people each, control, supplement, training, and training+supplement. The omega-3 group received a dose of 2 grams of omega-3 per day. The training group was subjected to high-intensity interval training. Training+omega-3 group has also undergone the same training program with a combination of omega-3 supplementation. Data were analyzed using ANCOVA statistical method at a significant level of $p \leq 0.05$.

Results: The findings of this study showed that after 6 weeks, some of the hematological indices including red blood cells and hemoglobin in training + omega-3, training, and omega-3 groups increased significantly as compared to pre-test values ($p \leq 0.05$). In addition, hematocrit percentage and white blood cells showed a significant decrease ($p \leq 0.05$) in training + omega-3, and training and omega-3 groups compared to the pre test group. While plasma volume changes were constant, there was no significant difference for between groups' comparisons in all biochemical indices ($p \geq 0.05$).

Conclusion: Regarding the findings of the present study, high-intensity interval training combined with omega-3 supplementation causes more significant changes compared to the training or supplement alone on hematologic parameters in sedentary male students.

Keywords: Hematological Indices, High-intensity Interval Training, Omega-3 Supplement
Received: May 5, 2019 **Accepted:** Dec 25, 2019

How to cite the article: Sajjad Karimi pour, Shila Nayebifar . The effect of to 6-week high-intensity interval training along with intake of omega-3 supplements on hematological indicators in sedentary boys. SJKU 2020;25(2):61-72.

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و پنجم / خرداد و تیر ۱۳۹۹/۷۲-۶۱

پاسخ برخی از شاخص‌های هماتولوژیک به ۶ هفته تمرین تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل امگا-۳ در پسران کم‌تحرک

سجاد کریمی پور[۱]، شیلا نایبی فر[۲]

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. کد ارکید: ۶۵۸۶-۵۶۴۸-۰۰۰۲-۰۰۰۰

۲. استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران (نویسنده مسئول)، تلفن: ۰۵۴۳۱۱۳۶۸۱۳، پست الکترونیک: shila_nayebifar@ped.usb.ac.ir، کد ارکید: ۰۶۸۹-۱۸۴۰-۰۰۰۳-۰۰۰۰

چکیده

زمینه و هدف: هدف از پژوهش حاضر بررسی پاسخ برخی از شاخص‌های هماتولوژیک به ۶ هفته تمرین تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل امگا-۳ در دانشجویان پسر کم‌تحرک بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه‌تجربی ۳۲ نفر از دانشجویان پسر غیر ورزشکار دانشگاه سیستان و بلوچستان، در ۴ گروه مساوی ۸ تایی کنترل، امگا-۳، تمرین و تمرین+امگا-۳ به طور تصادفی تقسیم شدند. گروه امگا-۳، روزانه ۲ گرم امگا-۳ دریافت کردند. گروه تمرین، تحت تمرین تناوبی شدید قرار گرفتند. گروه تمرین+امگا-۳ نیز تحت ترکیبی از همان برنامه تمرینی به همراه مصرف مکمل امگا-۳ قرار گرفتند. داده‌ها با استفاده از روش آماری آنکوا در سطح معنی‌داری $p\leq ۰/۰۵$ تحلیل شدند.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، پس از ۶ هفته، تغییرات برخی شاخص‌های هماتولوژیک نسبت به پیش آزمون شامل، گلبول‌های‌قرمز و هموگلوبین در گروه‌های تمرین+امگا-۳، تمرین وامگا-۳ افزایش معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) و درصد هماتوکریت و تعداد گلبول‌های‌سفید خون در گروه‌های تمرین+امگا-۳، تمرین وامگا-۳ کاهش معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) نشان دادند. درحالی‌که تغییرات حجم پلاسما ثابت بود، همچنین نتایج بین گروهی در هیچ‌کدام از شاخص‌های بیوشیمیایی تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p\geq ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های حاصل از مطالعه به نظر می‌رسد، تمرین تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل امگا-۳ نسبت به انجام هر یک از مداخلات به تنهایی، تغییرات قابل‌ملاحظه‌تری را بر پارامترهای هماتولوژیک دانشجویان پسر کم‌تحرک موجب می‌شود.

کلمات کلیدی: شاخص‌های هماتولوژیک، تمرین تناوبی شدید، مکمل امگا-۳

وصول مقاله : ۹۸/۲/۱۵ اصلاحیه نهایی: ۹۸/۱۰/۱ پذیرش: ۹۸/۱۰/۴

مقدمه

سازمان بهداشت جهانی اولین شاخص سلامت یک جامعه را میزان فعالیت بدنی در آن جامعه دانسته است(۱). مطالعات انجام شده بر روی خون نقش کلیدی و حیاتی آن در بیماری‌های قلبی- عروقی را بیان کردند(۲). مشاهدات بسیاری نشان داده‌اند که در نتیجه تمرینات ورزشی، ترکیب خون تغییر می‌کند. تمرینات بدنی در کل، افزایش توان کار بدنی و زیاد شدن حداکثر اکسیژن مصرفی را تسهیل می‌کند و منجر به بروز یک سری تغییرات در بدن از جمله سیستم اریتروسیتی خون (هموگلوبین) محیطی می‌شود(۳). تصور می‌شود ورزشکارانی که از آمادگی بدنی خوبی برخوردارند، غلظت‌های هموگلوبین بالاتر و نیز تعداد اریتروسیت بیشتری در خون محیطی نسبت به افراد تمرین نکرده دارند(۴). اگرچه پیشرفت چشمگیری در زمینه‌های متعدد هماتولوژی و ورزش حاصل شده است(۵)؛ اما پیش از این، محققان تغییر در پارامترهای هماتولوژیک را متأثر از نوع، مدت و شدت تمرینات نشان داده‌اند(۶،۷). به علاوه متغیرهایی چون جنس، تغذیه، سن و محیط نیز پارامترهای هماتولوژیک را متأثر می‌سازند(۸). برخی مطالعات افزایش(۹،۱۰) شاخص‌های هماتولوژیک را پس از تمرینات منظم و دیگر محققان عدم تغییر(۱۱) یا کاهش(۱۲) شاخص‌های مذکور را گزارش کردند.

سازگاری که به دنبال فعالیت عضلانی حاصل می‌شود، با تغییرات حجم تام خون و حجم تام پلاسمایی خون ارتباط دارد. تغییرات حجم پلاسما بر غلظت مواد موجود در خون تأثیر می‌گذارد و در نتیجه می‌تواند سطوح متابولیت‌ها، پیش ماده‌ها و هورمون‌های موجود در خون را تغییر دهد. همچنین، فعالیت عضلانی باعث تغییراتی در تعداد سلول‌های خونی و توزیع اختصاصی آن در سلول‌های بدن می‌شود. گلبول‌های‌سفید خون (لکوسیت‌ها) اطلاعات مربوط به دستگاه ایمنی و گلبول‌های‌قرمز خون (اریتروسیت‌ها) ظرفیت انتقال اکسیژن را نشان می‌دهند(۸).

با توجه به کمبود وقت، رویکرد انجام تمرین‌های ورزشی معطوف به تمرین‌های تناوبی شدید (High-intensity interval training: HIIT) شده است. این‌گونه تمرین‌ها، یک مدل بسیار کارآمد تمرین ورزشی است که بسیاری از سازگاری‌های متابولیکی با تمرین استقامتی منظم را با وجود زمان کمتر و حجم کلی تمرین کمتر تحریک می‌کند(۹). در خصوص اثر تمرینات HIIT بر پارامترهای هماتولوژیک پیش از این مطالعاتی با نتایج متناقض انجام شده است(۱۴و۱۳).

از طرفی، با توجه به عامل مهم تغذیه بر پارامترهای خونی، مطالعات نشان می‌دهند مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ باعث کاهش سطح‌تری گلیسرید خون، خطر مرگ‌ومیر، حمله‌قلبی و سکته‌مغزی می‌گردند، به طوری که در درمان و پیشگیری از ابتلا به آترواسکلروز از طریق کاهش لخته‌شدن خون و تجمع پلاکت‌ها بسیار مؤثر است(۱۵). در این راستا حسنی و قربانی (۱۳۹۶) نشان دادند که ۸ هفته مصرف دو مکمل امگا-۳ و ال کارنیتین با تمرین‌های ترکیبی (استقامتی - مقاومتی)، بر سیستم ایمنی بدن مؤثر بوده به طوری که تعداد گلبول‌های‌سفید افراد دیابتی نوع ۲ را کاهش داده است، همچنین با افزایش تعداد گلبول‌های‌قرمز، افزایش میزان اکسیژن‌رسانی را به بافت‌های بدن بهبود بخشیده و از این نظر کارآیی بدن تقویت شده است(۱۶).

لذا با توجه به احتمال اثرات مطلوب فعالیت‌های HIIT بر متغیرهای فیزیولوژیک بدن و با در نظر گرفتن اثرات مبهم امگا-۳ بر شاخص‌های هماتولوژیک به خصوص در تعامل با تمرینات HIIT و بعلاوه نتایج ناهمسو در زمینه اثرگذاری تمرینات ورزشی بر سیستم هماتولوژیک، ضرورت انجام پژوهش حاضر احساس شد؛ بنابراین مطالعه حاضر به دنبال پاسخ به این سؤال است که انجام هم‌زمان مداخلات (تمرین تناوبی شدید + مصرف مکمل امگا-۳) یا انجام منفرد هر یک از این مداخلات چه تأثیری بر برخی از شاخص‌های هموتولوژیکال دارند؟

مواد و روش‌ها

این مطالعه نیمه‌تجربی با طرح پیش آزمون- پس آزمون در دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام و با کد کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با شماره IR.SSRI.REC.1397.238 و کد کارآزمایی بالینی ایران به شماره IRCT20181227042149N1 به ثبت رسیده است. قبل از شروع مطالعه، پرسشنامه‌ای شامل مشخصات‌فردی، سابقه‌بیماری، مصرف‌مکمل‌های ضدالتهابی و میزان فعالیت بدنی (بک) را جهت داشتن معیارهای ورود به پژوهش تکمیل نمودند. معیارهای ورود به پژوهش شامل عدم استعمال دخانیات، عدم مصرف دارو، عدم مصرف هر گونه مکمل آنتی‌اکسیدانی، سالم‌بودن و عدم شرکت در هر گونه فعالیت ورزشی منظم ۶ ماه پیش از شرکت در پژوهش بوده است و معیارهای عدم ورود نیز ابتلا به مشکلات قلبی-ریوی، غدد درون‌ریز و مشکلات ارتوپدی در نظر گرفته شد. پس از بررسی‌های اولیه، تنها ۳۲ نفر از دانشجویان پسر غیر ورزشکار (رشته غیر تربیت‌بدنی) دانشگاه سیستان و بلوچستان به صورت تصادفی ساده انتخاب و وارد مطالعه شدند. روش طرح مطالعاتی و خطرات احتمالی آن، قبل از شروع دوره پژوهش برای آزمودنی‌ها، تشریح شد و سپس فرم رضایت را آگاهانه تکمیل و امضا کردند. یک هفته قبل از اجرای پژوهش، اطلاعات عمومی و بدنی شرکت‌کنندگان شامل: سنجش قد، وزن، شاخص توده بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از آزمون یک مایل (۱۶۰۹ متر) اندازه‌گیری شد. بدین صورت که از آزمودنی‌ها خواسته شد این مسافت را با بیشترین سرعت ممکن (به حالت دویدن) گام بردارند. در این آزمون با قرار دادن زمان سپری‌شده در پایان آزمون در معادله زیر، میزان VO_2 max شرکت‌کنندگان بر حسب میلی‌لیتر در هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه برآورده شد(۱۷).

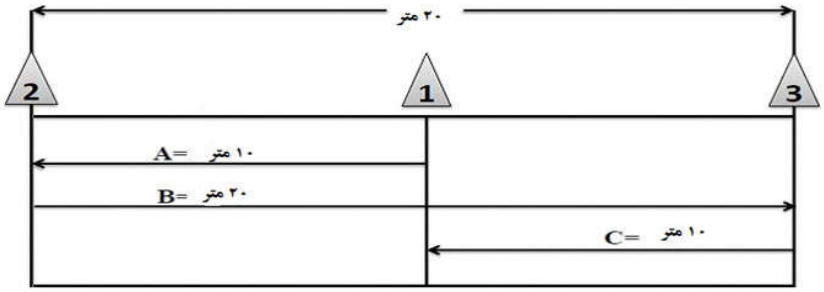
VO_2 max شاخص توده بدن × ۰/۸۴ - (زن = صفر، مرد = ۱) جنس × سن × ۰/۲۱ = × ۰/۳۴ + (دقیقه) زمان دویدن ۲ × ۸/۴۱ - ۱۰۸/۹۴ + زمان دویدن

پس از بررسی‌های انجام شده، متقاضیان به صورت تصادفی به ۴ گروه (۸ نفری)، تمرین + امگا-۳، تمرین، امگا-۳ و کنترل تقسیم شدند.

پروتکل تمرینی: برنامه تمرینی آزمودنی‌ها شامل تمرینات HIIT از نوع دویدن در میدان و تست ۴۰ متر سرعت رفت‌وبرگشت (40 m-maximal shuttle run) با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب حداکثر(۱۸) با ۴ تا ۸ تکرار انجام شد. لازم به ذکر است که پیش از شروع مطالعه حاضر، این پروتکل به صورت پایلوت بر روی ۵ نفر از افراد اجرا شد و از اجرای تمرینات HIIT اطمینان حاصل شد. شدت پروتکل تمرینی حاضر با استفاده از ضربان سنج پولار ساخت کشور فنلاند در هر جلسه تمرین برای هر آزمودنی به صورت جداگانه برای هر تکرار با قراردادن در فرمول زیر (کارونن)(۱۹) کنترل شد.

ضربان قلب هدف = [(۲۲۰- سن) - ضربان قلب استراحت] × شدت فعالیت + ضربان قلب استراحت

در طول مدت انجام تحقیق کلیه آزمودنی‌ها ساکن خوابگاه بودند و از غذای یکسانی استفاده می‌کردند. در هر جلسه آزمودنی‌های گروه تمرین و تمرین + امگا-۳ پروتکل تمرینی را به شرح زیر اجرا کردند (شکل ۱). آزمودنی‌ها این روند را با حداکثر سرعت ادامه دادند تا دوره زمانی ۳۰ ثانیه پروتکل تمرینی به اتمام رسید و پس از ۳۰ ثانیه استراحت، پروتکل تمرین را دوباره تکرار کردند. نحوه پیشرفت تمرینی با افزایش تعداد تکرارهای ۳۰ ثانیه‌ای بود که در جدول ۱ آمده است.



شکل ۱. طرح شماتیک پروتکل HIIT

جدول ۱. تعداد تکرارهای ۳۰ ثانیه‌ای HIIT در هر هفته

هفته	تعداد جلسات تمرینی	تعداد تکرارها	مدت زمان فعالیت در هر تکرار (ثانیه)	مدت زمان استراحت بین هر تکرار (ثانیه)	کل مدت زمان انجام فعالیت در هر جلسه (دقیقه)
اول	۳	۴	۳۰	۳۰	۲
دوم	۳	۵	۳۰	۳۰	۲/۵
سوم	۳	۶	۳۰	۳۰	۳
چهارم	۳	۷	۳۰	۳۰	۳/۵
پنجم	۳	۸	۳۰	۳۰	۴
ششم	۳	۸	۳۰	۳۰	۴

قبل از شروع پروتکل تمرینی در هر جلسه آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه برنامه گرم‌کردن و در پایان هر جلسه تمرینی نیز به مدت ۵ دقیقه برنامه سردکردن داشتند (شامل دویدن و حرکات نرمشی و کششی). مکمل‌های امگا-۳، تهیه شده از شرکت داروسازی زهراوی ایران بودند. میزان دوز مصرفی به این صورت بوده است که روزانه ۲۰۰۰ میلی‌گرم(۲۰)، تعداد ۲ عدد کپسول ژله‌ای ۱۰۰۰ میلی‌گرمی بر اساس دوز ایمن و مؤثر پیشنهادی از مطالعه پیشین(۲۰) بعد از وعده‌های غذایی صبحانه و شام در دو گروه تمرین + امگا-۳ و گروه امگا-۳ به مصرف می‌رسید.

آنالیز آزمایشگاهی: نمونه‌های خونی در دو مرحله، پیش‌آزمون (پایه) ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین جلسه پروتکل و پس‌آزمون ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه پروتکل، ۳ سی‌سی خون از ورید بازویی دست راست به صورت ناشتا (۱۲ ساعت) بعد از ۵ دقیقه استراحت به صورت نشسته توسط متخصصین در محل آزمایشگاه با همان شرایط مرحله پیش‌آزمون بین ساعت ۸ تا ۹ صبح گرفته و درون لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد (EDTA) برای جلوگیری از لخته‌شدن و انجام آزمایش CBC ریخته شد. سپس نمونه‌ها در دستگاه سیسمکس آمریکایی با قابلیت شمارشگر سلولی الکترونی قرار گرفت و تعداد گلبول‌های

قرمز و سفید خون، مقدار هموگلوبین و هماتوکریت نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای محاسبه تعیین تغییرات حجم پلاسما، از معادله ذیل و کاستیل استفاده گردید(۲۱).

درصد تغییرات حجم پلاسما = {[هموگلوبین پیش‌آزمون/ هموگلوبین پس‌آزمون] × [(۱۰۰– هماتوکریت پس آزمون) / (۱۰۰ – هماتوکریت پیش آزمون)] –۱} × ۱۰۰

روش‌های آماری: داده‌ها به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شده اند. با توجه به تأیید طبیعی‌بودن توزیع‌داده‌ها بر اساس آزمون شاپیروویلک، برای مقایسه میانگین اختلاف بین گروه‌ها از آزمون کوواریانس (ANCOVA)، همچنین برای بررسی‌های درون گروهی از آزمون تی وابسته استفاده گردید. کلیه عملیات آماری با نرم افزار SPSS-19 در سطح معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) انجام شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در جدول ۲ و مقایسه بین گروهی و درون‌گروهی شاخص‌های هماتولوژیک مورد مطالعه و همچنین وزن و حداکثر اکسیژن مصرفی گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۲. مقایسه ویژگی‌های فردی شرکت‌کنندگان در گروه‌های مطالعه در مرحله پیش‌آزمون

گروه / متغیر	کنترل	امگا-۳	تمرین	تمرین+امگا-۳	P پیش آزمون (آنوا)
سن (سال)	۲۲/۱۳ ± ۰/۸۳	۲۲/۲۵ ± ۱/۲۸	۲۱/۲۵ ± ۰/۸۸	۲۱/۶۳ ± ۱/۵۹	۰/۳۲۷
قد (متر)	۱/۷۴ ± ۰/۰۷	۱/۷۳ ± ۰/۰۷	۱/۷۳ ± ۰/۱۰	۱/۷۶ ± ۰/۰۶	۰/۸۸۱
وزن (کیلوگرم)	۷۲/۲۵±۶/۹۰	۷۵/۱۲±۱/۶۲	۶۸/۰۰±۱/۷۱	۵۹/۶۲±۷/۲۸	۰/۰۷۳
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۲۳/۸۳±۲/۳۵	۲۴/۹۳±۲/۹۹	۲۲/۴۷±۵/۰۴	۱۹/۸۱±۱/۶۱	۰/۰۸۲
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	۴۸/۸۵±۲/۵۵	۴۸/۶۹±۲/۹۳	۴۶/۹۹±۲/۲۰	۴۸/۵۶±۱/۲۷	۰/۳۶۵

چنانچه جدول ۲ نیز نشان می‌دهد، در هیچ یک از ویژگی‌های فردی تفاوت معنی‌داری در گروه‌های مورد مطالعه مشاهده نمی‌شود ($P\geq ۰/۰۵$).

جدول ۳. مقایسه درون‌گروهی و بین گروهی شاخص‌های هماتولوژیک، وزن و حداکثر اکسیژن مصرفی

متغیر	گروه	میانگین ± انحراف معیار		درصد تغییرات (٪)	p-value	
		پیش آزمون	پس آزمون		تغییرات درون گروهی (t زوجی)	تغییرات بین گروهی (آنکوا)
وزن	تمرین+امگا-۳	۵۹/۶۲±۷/۲۸	۵۸/۶۶±۶/۷۲	-۱/۶۳	*۰/۰۳۷	#۰/۰۴۶
	تمرین	۶۸/۰۰±۱/۷۱	۶۷/۶۷±۱/۵۰	-۰/۴۸	*۰/۰۰۸	
	امگا-۳	۷۵/۱۲±۱/۶۲	۷۵/۱۰±۱/۵۰	-۰/۰۲	۰/۷۵۶	
	کنترل	۷۲/۲۵±۶/۹۰	۷۲/۲۵±۶/۹۸	۰	۰/۳۵۱	
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	تمرین+امگا-۳	۱۹/۸۱±۱/۶۱	۱۹/۶۵±۱/۵۱	-۰/۸۱	*۰/۰۲۱	#۰/۰۴۹
	تمرین	۲۲/۴۷±۵/۰۴	۲۲/۳۷±۴/۹۹	-۰/۴۴	*۰/۰۴۲	
	امگا-۳	۲۴/۹۳±۲/۹۹	۲۴/۹۱±۲/۹۸	-۰/۰۸	۰/۶۲۳	
	کنترل	۲۳/۸۳±۲/۳۵	۲۳/۸۳±۲/۳۵	۰	۰/۲۵۴	
حداکثر اکسیژن مصرفی	تمرین+امگا-۳	۴۸/۵۶±۱/۲۷	۵۱/۷۰±۱/۶۸	۶/۰۷	*۰/۰۰۰	#۰/۰۳۱
	تمرین	۴۶/۹۹±۲/۲۰	۴۸/۳۸±۲/۰۳	۲/۸۷	*۰/۰۰۰	
	امگا-۳	۴۸/۶۹±۲/۹۳	۴۸/۷۱±۲/۹۷	۰/۰۴	۰/۸۰۷	
	کنترل	۴۸/۸۵±۲/۵۵	۴۸/۸۵±۲/۵۵	۰	۰/۴۰۲	
تعداد گلبول قرمز خون (میلیون در میکرولیتر)	تمرین+امگا-۳	۵/۳۰±۰/۲۶	۵/۵۳±۰/۳۱	۴/۱۵	*۰/۰۰۲	۰/۱۸۶
	تمرین	۵/۴۳±۰/۳۹	۵/۵۹±۰/۴۴	۲/۸۶	*۰/۰۰۴	
	امگا-۳	۵/۰۵±۰/۳۳	۵/۱۱±۰/۳۵	۱/۱۷	*۰/۰۰۸	
	کنترل	۵/۴۱±۰/۶۶	۵/۴۵±۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۳۶۹	
تعداد گلبول سفید خون (میلیون در میکرولیتر)	تمرین+امگا-۳	۷/۶۸±۱/۶۳	۶/۷۷±۱/۵۴	-۱۳/۴۴	*۰/۰۱۸	۰/۵۷۵
	تمرین	۷/۲۱±۱/۶۵	۶/۵۸±۱/۶۹	-۹/۵۷	*۰/۰۰۶	
	امگا-۳	۷/۲۳±۱/۲۹	۶/۷۷±۱/۰۶	-۶/۷۹	*۰/۰۰۹	
	کنترل	۷/۸۳±۱/۵۹	۷/۶۱±۱/۸۹	-۲/۸۹	۰/۲۰۸	
هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	تمرین+امگا-۳	۱۵/۳۷±۰/۹۶	۱۵/۷۷±۰/۸۴	۲/۶۰	*۰/۰۰۴	۰/۳۵۴
	تمرین	۱۴/۷۰±۱/۲۳	۱۵/۰۲±۱/۲۹	۲/۱۷	*۰/۰۰۱	
	امگا-۳	۱۵/۵۶±۰/۶۱	۱۵/۷۳±۰/۵۷	۱/۰۹	*۰/۰۰۱	
	کنترل	۱۵/۴۲±۰/۸۴	۱۵/۴۲±۰/۸۴	۰	۱/۰۰۰	
هماتوکریت (درصد)	تمرین+امگا-۳	۴۶/۶۱±۲/۲۲	۴۵/۳۶±۲/۰۸	-۲/۶۸	*۰/۰۰۲	۰/۴۴۷
	تمرین	۴۶/۴۵±۲/۹۸	۴۵/۷۱±۳/۱۱	-۱/۵۹	*۰/۰۰۱	
	امگا-۳	۴۷/۴۳±۰/۸۵	۴۷/۱۱±۰/۸۶	-۰/۶۷	*۰/۰۱۴	
	کنترل	۴۶/۰۸±۲/۳۳	۴۶/۱۱±۲/۳۰	۰/۰۶	۰/۶۲۶	
تغییرات حجم پلاسما (درصد)	تمرین+امگا-۳	-	-۰/۲۷۵±۱/۶۸	-	۰/۶۵۸	۰/۶۵۶
	تمرین	-	-۰/۸۰۰±۱/۴۱	-	۰/۱۵۵	
	امگا-۳	-	-۰/۵۰۵±۱/۰۱	-	۰/۲۰۲	
	کنترل		-۰/۰۴۴±۰/۵۰	-	۰/۸۱۱	

* نشانه تفاوت معنی‌دار بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون، #نشانه تفاوت معنی‌دار بین گروهی

جدول ۳ نیز نشان می‌دهد که در تعداد گلبول‌های قرمز و هموگلوبین در گروه‌های تمرین + امگا-۳، تمرین و امگا-۳ نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشته‌اند ($p\leq ۰/۰۵$). در حالی که درصد هماتوکریت و تعداد گلبول‌های‌سفید در گروه‌های تمرین + امگا-۳، تمرین و امگا-۳ نسبت به پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری داشته است ($p\leq ۰/۰۵$) و تغییرات حجم پلاسما ثابت و بدون تغییر بوده است. همچنین تغییرات بین گروهی تفاوت معنی‌داری را در هیچ یک از شاخص‌های هماتولوژیک نشان نداد ($p\geq ۰/۰۵$).

در جدول ۳ هچنین مشاهده می‌شود که از ویژگی‌های فردی وزن و شاخص توده بدن در گروه‌های تمرین + امگا-۳ و تمرین نسبت به پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های تمرین + امگا-۳ و تمرین نیز نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشته‌اند ($p\leq ۰/۰۵$). در شاخص‌های وزن، شاخص توده بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها مشاهده شد ($p\leq ۰/۰۵$).

بحث

نتایج مطالعه پیش رو نشان داد ۶ هفته تمرین تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل امگا-۳ یا انجام هر یک از مداخلات به تنهایی (تمرین تناوبی شدید یا مصرف مکمل امگا-۳) باعث افزایش گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و کاهش درصد هماتوکریت و گلبول‌های سفید خون بدون تغییر معنی‌دار در حجم پلاسمای دانشجویان کم تحرک شد. همسو با تغییر در این شاخص‌های خونی وزن و شاخص توده بدن کاهش معنی‌دار و حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش معنی‌داری در گروه‌های تمرین + امگا-۳ و تمرین نشان داد.

در برخی از مطالعات بیان شده است که نوع و شدت تمرین(۲۲) و تغذیه می‌تواند بر شاخص‌های هماتولوژیک تأثیرگذار باشد(۲۳). چنانچه به تازگی در پژوهشی با انجام تمرین تناوبی شدید (HIIT) بر روی دوچرخه ارگومتر به همراه مصرف مکمل امگا-۳ (۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز) به صورت تنهایی یا ترکیبی بر وضعیت التهابی در ۴۰ مرد کم‌تحرک که در مطالعه Kaviani و همکارش (۲۰۱۷) انجام شد، یافته‌های آن‌ها بهبود نشانگرهای التهابی که منجر به بهبود سلامت کلی متابولیک می‌شود را نتیجه‌گیری کردند(۲۴). شاید بتوان احتمال تغییرات مربوط به شاخص‌های هماتولوژی مربوط به مطالعه حاضر را به علت بهبود در این نشانگرهای التهابی دانست. همسو با نتایج مطالعه حاضر حسنی و قربانی (۱۳۹۶) نیز پس از ۸ هفته مصرف دو مکمل امگا-۳ و ال کارنیتین با تمرینات ترکیبی (استقامتی -مقاومتی)، بر تعداد گلبول‌های‌سفید و گلبول‌های‌قرمز افراد دیابتی نوع ۲ تأثیر بسزایی داشته و سبب بهبود میزان اکسیژن مصرفی و تعداد گلبول‌های قرمز در این آزمودنی‌ها را گزارش کرد(۱۶). بر خلاف نتایج تحقیق حاضر Huey-June و همکاران (۲۰۰۴) افزایش معنی‌داری در گلبول‌های سفید و پلاکت خون بدون تغییر معنی‌دار در تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت پس از یک مسابقه ۲۴ ساعته اولترا مارتن را در ۱۱ شرکت کننده گزارش کردند(۲۵). کردی و همکاران (۱۳۹۱) تأثیر تمرین شدید بی‌هوازی از نوع رست بر روی متغیرهای خونی زنان فعال مورد مطالعه قرار دادند، نتایج آن‌ها نشان داد که هماتوکریت و هموگلوبین به طور معنی-داری بعد از پروتکل تمرینی افزایش یافته‌اند اما، تعداد گلبول‌های‌قرمز کاهش معنی‌داری یافتند. اگرچه، دو ساعت بعد از پروتکل تمرینی هماتوکریت و هموگلوبین به طور قابل توجهی کاهش اما در تعداد گلبول‌های قرمز افزایش معنی‌داری مشاهده شد. همچنین حجم پلاسما بلافاصله پس از پروتکل کاهش یافت، اما پس از دو ساعت به حالت پایه بازگشت(۲۶). اسیدهای چرب امگا-۳ می‌توانند آثار مثبتی بر فعالیت ورزشی داشته باشند، از طریق بهبود تحویل اسید

چرب به عضلات فعال با افزایش جریان خون و اکسیژن رسانی هر چه بیشتر با بافت‌های عضلانی باعث بهبود کارایی عضلات می‌شود و همچنین خستگی عضلانی را به تأخیر می‌اندازد(۲۷). مواد غذایی دارای ویژگی ضد اکسایشی (آنتی‌اکسیدانی)، فعالیت و عملکرد پلاکت‌ها و نیز هموستاز خون را تنظیم می‌کند و خطر تشکیل لخته غیر طبیعی را کاهش می دهد(۲۸). در همین راستا تحقیقی ارتباط مثبت معنی‌داری بین میزان هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد گلبول‌های قرمز از یک سو و حداکثر اکسیژن مصرفی و مدت کار بدنی تا مرز درماندگی از طرف دیگر، نشان داده‌اند(۴). در مطالعه‌ای دیگر همسو با مطالعه کنونی کاهش هماتوکریت پس از تمرینات استقامتی گزارش شد(۲۹). در مطالعه ای مکانیسم افزایش در تعداد پلاکت‌ها در اثر ورزش را ناشی از رهایی پلاکت‌های تازه از بستر عروقی طحال، مغز استخوان و دیگر ذخایر آن در بدن دانسته اند. ترشح اپی نفرین در هنگام ورزش موجب انقباض طحال (محل ذخیره بیش از یک سوم پلاکت‌ها) و افزایش در تعداد پلاکت‌ها می‌شود(۳۰). همچنین تعداد گلبول‌های‌سفید در زمان استراحت بعد از تمرین بیشینه در بعضی انواع فعالیت‌ها به مدت چندین ساعت این افزایش پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد مقدار لکوسیتوز با شدت و مدت فعالیت نسبت مستقیم و با میزان آمادگی فرد نسبت معکوس دارد(۳۰،۳۱). هورمون اپی نفرین در جریان ورزش‌های شدید و کوتاه‌مدت باعث افزایش میزان لکوسیتوز می‌شود. در فعالیت بسیار آهسته افزایش میزان لکوسیت‌ها بعد از اتمام ورزش مربوط به زیاد-شدن کورتیزول است(۳۲). در صورتی که در برخی مطالعات، دلیل متفاوت‌بودن نتایجشان با تحقیقات قبلی را ناشی از وضعیت آزمودنی‌ها، نوع پروتکل تمرینی، مدت و شدت انجام دانسته اند(۳۰،۳۳). احتمال زیاد بتوان کاهش و یا افزایش متغیرهای خونی سنجیده شده در مطالعه حاضر را مربوط به نوع آزمودنی‌ها، نوع، مدت و شدت پروتکل تمرینی و همچنین تغذیه آزمودنی‌ها دانست. همچنین یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر عدم اندازه‌گیری هورمون-های کورتیزول و اپی‌نفرین برای توجیه نتایج کسب شده است. چنانچه ناهمسو با این مطالعه Kooshki و همکاران (۲۰۱۱)، با مصرف روزانه ۲۰۸۰ میلی‌گرم اسیدهای چرب امگا-۳ به مدت ۱۰ هفته در ۳۴ بیمار همودیالیزی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه (دارونما و مصرف مکمل) در متغیرهای گلبول‌های قرمز، تغییرات هموگلوبین خون و هماتوکریت مشاهده نکردند(۳۴). همچنین Laursen و همکاران (۲۰۰۵) تغییر نکردن شاخص‌های هماتولوژیکی را با تمرینات تناوبی شدید گزارش کرده است(۳۵)؛ که مطالعه ما نتایج متضادی با این مطالعه نشان داد. پژوهشگران دیگری نیز تأثیر تمرینات تناوبی را مطالعه کردند که در برخی از این مطالعات، تمرین تناوبی موجب افزایش معنی‌دار متغیرهای خونی شده است(۱۴). به تازگی در مطالعه‌ای همسو با مطالعه حاضر افزایش قابل توجهی در گلبول‌های‌قرمز، هموگلوبین و کاهش تجمع پلاکتی در اثر تمرینات تناوبی با شدت بالا در شرایط هیپوکسی در مقایسه با شرایط نورموکسی گزارش شد(۳۶). پژوهشگران معتقدند عوامل مختلفی در این راستا می‌توانند تأثیرگذار باشند؛ از جمله سن، جنسیت، تغذیه، نوع، شدت و مدت تمرینات ممکن است تأثیر عمده‌ای در انواع سازگاری‌های مربوط داشته باشند(۳۷). Ghanbari Niaki و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که فعالیت بی‌هوازی رست موجب افزایش هموگلوبین و گلبول‌های قرمز خون می‌شود(۳۱). فرزاد و همکاران (۱۳۹۰) اثر یک دوره تمرین تناوبی شدید بر منتخبی از شاخص‌های عملکرد هوازی، بی‌هوازی و هماتولوژیکی ورزشکاران را مورد بررسی قرار داد. هر دو گروه برنامه تمرین کشتی مشابه را به مدت ۴ هفته دنبال

کردند در حالی که گروه تجربی در کنار برنامهٔ تمرین کشتی، آزمون دویدن سرعتی را به عنوان یک پروتکل تمرین تناوبی شدید (RAST)، دو جلسه در هر هفته اجرا می‌کردند و به این نتیجه رسید که افزایش معنی‌دار در مقادیر هموگلوبین به همراه افزایش معنی‌دار حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تجربی مشاهده شد(۳۸). Sharma و همکارش (۲۰۱۲) در تحقیقی با عنوان اثر تمرین شدید اینتروال (هفته ای ۳ جلسه) با شدت ۹۰-۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب با استراحت ۱۸۰-۹۰ ثانیه بر گویچه قرمز خون و استقامت قلبی-عروقی که روی ۵۰ نفر از دانشجویان تربیت‌بدنی متعاقب ۱۲ هفته افزایش معنی‌داری میزان گلبول‌های قرمز خون و میزان استقامت قلبی و عروقی را نتیجه گرفتند(۳۹). همچنین در پژوهشی که توسط Heidari و همکاران (۲۰۱۶) بر روی ۱۲ جودوکار مرد انجام گرفت، نشان داده شد که حجم پلاسما و تعداد گلبول‌های قرمز بلافاصله پس از پروتکل کاهش یافته است و تعداد گلبول‌های سفید، پلاکت‌ها بعد از پروتکل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت؛ اما همه متغیرها نیم ساعت پس از پروتکل به جز گلبول‌های سفید خون در سطح اولیه قرار گرفتند. در این مطالعه نشان داده شد؛ که فعالیت تناوبی شدید جودو می‌تواند یک پاسخ مؤثر در رئولوژی خون باشد(۴۰).

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد؛ که انجام تمرینات تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل امگا-۳ بر سیستم ایمنی بدن مؤثر و سبب کاهش تعداد گلبول‌های سفید در دانشجویان پسر کم‌تحرک شد، همچنین به نظر می‌رسد با افزایش تعداد گلبول‌های قرمز و هموگلوبین سبب افزایش اکسیژن‌رسانی به بافت‌های بدن در نتیجه افزایش متابولیسم و کاهش وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها به همراه کاهش درصد هماتوکریت بدون تغییر در حجم پلاسما همراه بود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با هزینه شخصی انجام گرفت و در کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با شماره IR.SSRI.REC.1397.238 و کد کارآزمایی بالینی ایران به شماره IRCT20181227042149N1 به ثبت رسیده است. محققین این مطالعه از دانشجویان پسری که به عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت نمودند؛کمال تقدیر و تشکر را دارند.

منابع

1. Abbasi B, Kimiagar M, Mohammad-Shirazi M, Sadeghniiat K, Rashidkhani B, Karimi N, et al. Effect of magnesium supplementation on physical activity of overweight or obese insomniac elderly subjects: a double-blind randomized clinical trial. Zjrms. 2013;15(3):14-19.
2. El-Sayed M, Ali N, El-Sayed Ali Z. Aggregation and activation of blood platelets in exercise and traning. Sports Med. 2005;35(1):11-22.
3. Fujitsuka S, Koike Y, Isozaki A, Nonura Y. Effect of 12 weeks of strenuous physical training on haematological changes. Mil Med. 2005;170(7):590-4.
4. Szygula z. Erythrocytic System Under the Influence of Physical Exercise and Training. Sports Med. 1990;10(3):181-97.
5. Mousavizadeh MS, Ebrahim Kh, Nikbakht H. Effect of one period of selective aerobic training on hematological indexes of girls. Sci J Iran Blood Transfus Organ. 2009;6(3):227-31.
6. Ibis S, Hazar S, Gokdemir K. Aerobic ve anaerobic egzersizlerin hematolojik parametrelere akut etkisi. Intl J Humanities. 2010;7(1):71-81.
7. Büttner P, Mosig S, Lechtermann A, Funke H, MoorenFC. Exercise affects the gene expression profiles ofhuman white blood cells. J Appl Physiol. 2007;102(1):26-36.

8. Cengiz SS, Cinar V. The effect of 8 week core exercises on some hematological parameters in sedentary females. Turk J Med Sci. 2014;1(1):1-15.
9. Duzova H, Karakoc Y, Gullu E, Gullu A, Koksal B, Esen B. The acute effects of single football match on whole blood viscosity and hematological variables in female soccer players. Biomed Res. 2016;27(4):1423-5.
10. Cicek G. The effects of different exercise type on hematological parameters in sedentary women. J Educ Train Stud. 2018;6(8):96-101.
11. Green HJ, Sutton JR, Coates G, Ali M, Jones S. Response of red cell and plasma volume to prolonged training in humans. J Appl Physiol. 1991;70:1810-5.
12. Halson SL, Lancaster GI, Jeukendrup AE, Gleeson M. Immunological responses to overreaching in cyclists. Med Sci Sports Exerc. 2003;35:854-61.
13. Gharari Arefi R, Chubineh S, Kordi MR. The effect of a high-intensity interval training on some of factors affecting erythrocyte sedimentation rate in sedentary young men, JPSBS. 2016;3(6):74-83.
14. Ravasi AA, Gaiani AA, Almie AR. Effect of hypoxic interval training on hemoglobin, hematocrit, reticulocytes and red cells in male Physical Education. Motion Magazine. 2004;22(1):121-35. [Article in Farsi]
15. Galli C, Risé P. Fish consumption, omega 3 fatty acids and cardiovascular disease. The science and the clinicaltrials. Public Health Nutr. 2009;20(1):11-20.
16. Hasani A, Ghorbani M. Comparison of the effects of omega-3 supplements and L-carnitine with the combination exercise on hematological parameters of type 2 diabetic women. Sci J Iran Blood Transfus Organ. 2017;14(2):140-6. [Article in Farsi]
17. Cureton KJ, Sloninger MA, O'Bannon JP, Black DM, Mc Cormack wP. A generalized equation of VO2 peak from 1-mile run/walk performance. Med Sci Sports Exerc. 1995;27(3):445-51.
18. Nayebifar S, Afzalpour M, Kazemi T, Abtahi-Eivary SH, Mogharnasi M. Determination of Atherosclerosis markers changes after HIIT and ginger consumption in response to acute exercise in overweight women. JAPS. 2016;6(7):078-84.
19. Goldberg L, Elliot DL, Kuehl KS. Assessment of exercise intensity formulas by use of ventilator threshold. Chest. 1988;94 (1):95-8.
20. Köbe T. Witte AV, Schnelle A, Lesemann A, Fabian S, Tesky V, et al. Combined omega-3 fatty acids, aerobic exercise and cognitive stimulation prevents decline in gray matter volume of the frontal, parietal and cingulate cortex in patients with mild cognitive impairment. NeuroImage. 2016;131(1):226–38.
21. Dill BD, Costill DL. Calculation of percentage changes in volume of blood, plasma, and red cell indehydration. J Appl Physiol. 1974;37(2):247-8.
22. Ceylan Hİ, Babayiğit İrez G, Saygın Ö. Examining of the effects of aerobic dance and step dance exercises on some hematological parameters and blood lipids. J Human Sci. 2014;11(2):980-91.
23. ÇİÇEK G. The Effects of Different Exercise Types on Hematological Parameters in Sedentary Women. J Educ Train Stud. 2018;6(8):96-101.
24. Kaviani M, Salimi Avansar M. High intensity interval training and omega-3 supplementation alone or combined modulates inflammatory status of sedentary obese men. Appl Physiol Nutr Metab. 2017;42(1):s80-s81.
25. Wu HJ, Che n KT, Shee BW, Chang HC,Huang YJ, Yang RS. Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical andhematological parameters. World J Gastroenterol. 2004;10(18):2711-4.
26. Kordie MR, Chobineh S, Hematinafar M, Molaesmaeili Z. The effects of acute high intensity interval exercise of judo on blood rheology factors. Appl. Manag. Res. Life Sci. Sports, 2012:45-2. [Article in Farsi]
27. Hill AM, Buckley JD, Murphy KJ, Howe PR. Combining fish-oil supplements with regular aerobic exercise improves body composition and cardiovascular diseaserisk factors. Am J Clin Nutr. 2007;85(5):1267-74.

28. Cooper KA, Donovan JL, Waterhouse AL, Williamson G. Cocoa and health: a decade of research. Br J of Nutr. 2008;99(1):1-11.
29. Hegaard HK, Pedersen BK, Nielsen BB, Damm P. Leisure time physical activity during pregnancy and impact ongestational diabetes mellitus, pre-eclampsia, preterm delivery andbirth weight: a review. Acta Obstet Gynecol Scand. 2007;86(11):1290-6.
30. Karakoc Y, Dayzova H, Polat A, Emre MH, Arabaci I. Effect of training period onhematological variable in regular training. Be J sport Med. 2005;39(101):34-8.
31. Ghanbari Niaki A, Mohammadi S. Effect of 4 weeks of an aerobic (RAST) training on hematological changes in male kick-boxers. JAEP. 2010;5(10):75-87.
32. Nameti GR, Rahmani Nia F, Mirzaei B. The effect of extrinsic contraction on hematological changes in young non-athlete young men. J Exerc Physiol Online. 2012;15(1):71-82. [Article in Farsi]
33. Boadjive N, Taralov Z. Red blood cell variable in highly training pubescent athletic a comparative analysis. Br J sports Med. 2000;34(3):200-4.
34. Kooshki A, Taleban FA, Tabibi H, Hedayati M. Effects of omega-3 fatty acids on serum lipids, lipoprotein (a), and hematologic factors in hemodialysis patients. J Renal Failure. 2011;33(9):892-8.
35. Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Influence of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. J Strength Cond Res. 2005;19(3):527-33.
36. Dastbarhagh H, Hovanlu F, Ghorbani O, Bazgir B. Effects of high intensity intermittent exercise in hypoxic and Normokxic environment on leukocytes and blood cells in exhaustive exercise. J Exerc Physiol Online. 2015;7(25):47-56. [Article in Farsi]
37. Ramezani AR, Brati AH, Jafri A. Effect of eight weeks resistance and periodic resistance training on continuity of some hematological variables in 14-17 year old non-athlete boys. J Exerc Physiol Online. 2012;14(1):59-74.
38. Farzad B, Gharakhanlou R, Bayati M, Aghaalinejad H, Bahraminejad M, Mehrabian F, et al. Effect of a period of high-intensity interval training on selected aerobic andanaerobic performance and hematological indices in athletes. JSP. 2011;3(10):69-87. [Article in Farsi]
39. Sharma S, Sing D. effect of intensive internal training on red blood courpuscles and cardiovascular endurance. IJSSE. 2012;6(2):111-7.
40. Heidari N, Dortaj E, Karimi M, Karami S, Kordi N. The effects of acute high intensity interval exercise of judo on blood rheology factors. Turk J Kin. 2016;2(1):6-10.