

Long-Term Effect of High-Intensity Interval and Concurrent Exercise on Blood Coagulation and Fibrinolysis Parameters in Non-Athlete Healthy Young Men

Sobhani V.¹ *PhD*, Mohammadi M.T.² *PhD*, Shirvani H.¹ *PhD*, Amini A.* *PhD*

*Exercise Physiology Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

¹Exercise Physiology Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

²Physiology & Biophysics Department, Medicine Faculty, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Aims: Following the sport activities, the blood homeostasis system, being affected by fibrinolysis and coagulation factors, is changed. The aim of this study was to investigate the effects of high-intensity interval and concurrent (aerobic-resistance) long-term sport courses on the blood fibrinolysis and coagulation parameters in healthy non-athlete young persons.

Materials & Methods: In the semi-experimental study, 30 healthy non-athlete young men were studied in Saqez in 2014. The subjects, selected via simple available sampling method, were randomly divided into three groups including concurrent (aerobic-resistance) trainings, high-intensity interval trainings, and control groups. 8-week trainings (3 times a week) were conducted in both concurrent and high-intensity interval groups. Blood sampling was done before the first session and 30 minutes after the last training session. Data was analyzed by SPSS 19 software using dependent T, one-way ANOVA, and Tukey's post-hoc tests.

Findings: After the training intervention, the number of platelets and the fibrinogen level significantly decreased in concurrent group. In addition, prothrombin time in high-intensity interval group and the D-dimer level in both training groups significantly increased ($p < 0.05$). The D-dimer concentrations in control and high-intensity interval groups were significantly different. In addition, the number of platelets in concurrent group was significantly different from both control and high-intensity interval groups ($p < 0.05$).

Conclusion: 8-week high-intensity interval and concurrent trainings reduce the promoter coagulation activity in the healthy non-athlete young men, while increase the fibrinolytic activity.

Keywords

Circuit-Based Exercise [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68065327>];

Blood Coagulation [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68001777>];

Fibrinolysis [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68005342>]

* Corresponding Author

Tel: +98 (87) 36226055

Fax: +98 (21) 88600030

Address: Exercise Physiology Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Shahid Nosrati Alley, South Sheikh Bahaei Avenue, Mollasadra Street, Tehran, Iran. Post Box: 19395-5487

amir.amini466@gmail.com

Received: January 8, 2015

Accepted: June 11, 2016

ePublished: October 1, 2016

تأثیر طولانی مدت تمرینات تناوبی با شدت بالا و ترکیبی بر پارامترهای انعقادی و فیبرینولیز خون در مردان جوان سالم غیرورزشکار

وحید سبحانی PhD

مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزش، دانشگاه علوم پزشکی بقیه...^(عق)، تهران، ایران

محمدتقی محمدی PhD

گروه فیزیولوژی و بیوفیزیک، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه...^(عق)، تهران، ایران

حسین شیروانی PhD

مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزش، دانشگاه علوم پزشکی بقیه...^(عق)، تهران، ایران

امیر امینی * PhD

مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزش، دانشگاه علوم پزشکی بقیه...^(عق)، تهران، ایران

چکیده

اهداف: براساس نتایج برخی مطالعات، سیستم هموستاز خون که تحت تأثیر فاکتورهای انعقادی و فیبرینولیز است، به دنبال فعالیت‌های ورزشی تغییر می‌یابد. هدف این مطالعه، بررسی تأثیر یک دوره ورزشی طولانی مدت ترکیبی (هوازی-مقاومتی) و تناوبی با شدت بالا بر پارامترهای انعقاد و فیبرینولیز خون در افراد جوان سالم غیرورزشکار بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه تجربی در سال ۱۳۹۳ در شهرستان سقز ۳۰ مرد جوان سالم غیرورزشکار به روش نمونه‌گیری آسان و در دسترس انتخاب و به طور تصادفی به سه گروه تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی)، تمرین تناوبی با شدت بالا و گروه کنترل تقسیم شدند. تمرینات به مدت هشت هفته (۳ بار در هفته) در دو گروه ترکیبی و تناوبی با شدت بالا انجام شد. قبل از اولین جلسه و ۳۰ دقیقه بعد از آخرین جلسه تمرین، نمونه‌های خونی جمع‌آوری شدند. داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS 19 و توسط آزمون‌های T وابسته، تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تقییبی توکی مورد تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: بعد از مداخله تمرینی، تعداد پلاکت‌ها و سطح فیبرینوژن در گروه ترکیبی کاهش معنی‌دار و زمان پروترومبین (PT) در گروه تناوبی با شدت بالا و سطح دی-دایمر در هر دو گروه تمرینی افزایش معنی‌دار نشان داد ($p < 0.05$). همچنین غلظت دی-دایمر بین گروه کنترل و گروه تمرین تناوبی با شدت بالا و تعداد پلاکت‌ها بین گروه ترکیبی با گروه‌های کنترل و تناوبی با شدت بالا تفاوت معنی‌دار داشت ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: هشت هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین ترکیبی در مردان جوان سالم غیرورزشکار موجب کاهش فعالیت پیش‌برنده انعقاد و افزایش فعالیت فیبرینولیزی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تمرین تناوبی با شدت بالا، تمرین ترکیبی، انعقاد خون، فیبرینولیز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۲۲

*نویسنده مسئول: amir.amini466@gmail.com

مقدمه

بیماری‌های ایسکمی قلب و عروق از مهم‌ترین دلایل مرگ‌ومیر در سرتاسر دنیا هستند^[1]. با توجه به صنعتی و ماشینی شدن جوامع امروزی و افزایش کم‌حرکی در میان افراد جامعه به‌ویژه کارمندان ادارات و نهادهای دولتی و خصوصی که ساعت‌های زیادی را پشت میز می‌نشینند، میزان ابتلا به این بیماری‌ها رو به افزایش است^[2]. وجود عوامل خطرزا همچون کلسترول خون بالا، پرفشاری شریانی، دیابت و سایر بیماری‌های پرخطر در افراد مبتلا به سکت‌های قلبی این فرضیه را تقویت می‌کند که عدم تعادل در اجزای سیستم هموستاز می‌تواند دلیل احتمالی تشکیل ترومبوز و وقوع حوادث قلبی-عروقی باشد^[3]. فاکتورهای متعددی در تنظیم تعادل هموستاز خون نقش دارند که بعضی از آنها موسوم به سیستم پیش‌انعقادی بوده و موجب پیش‌برد انعقاد می‌شوند و برخی دیگر جزء سیستم ضدانعقادی یا فیبرینولیز بوده و از انعقاد خون جلوگیری می‌کنند^[4]. انعقاد خون، حاصل تعادل دو سیستم پیش‌انعقادی و ضدانعقادی است.

بر پایه نتایج مطالعات، سیستم هموستاز خون که تحت تأثیر فاکتورهای انعقادی و فیبرینولیز است، به دنبال فعالیت‌های ورزشی تغییر می‌یابد^[5-8]. امروزه فعالیت‌های بدنی و تمرینات ورزشی در جهت پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. نتایج اکثر مطالعات یک رابطه معکوس بین بیماری‌های قلبی-عروقی و فعالیت‌های بدنی که با سیستم هموستاز خون رابطه نزدیک دارند را گزارش کرده‌اند^[9, 10]. نتایج تحقیقات نشان می‌دهند فعالیت‌های ورزشی هوازی سبب کاهش فاکتورهای پیش‌انعقادی شده و میزان فعالیت سیستم ضدانعقادی را افزایش می‌دهند.

در تحقیقی که *که‌رمان* و همکاران گزارش کردند فعالیت ورزشی هوازی باعث افزایش زمان پروترومبین (PT) و فعالیت فیبرینولیز (افزایش دی-دایمر) می‌شود^[7]. در مطالعه دیگر استفاده از تمرینات هوازی باعث افزایش فعالیت فیبرینولیز و کاهش فاکتورهای انعقادی در زنان یائسه شد^[5]. همچنین نتایج تحقیق *امینی* و همکاران نشان داد استفاده از تمرینات هوازی باعث کاهش تعداد پلاکت‌ها شده و فعالیت فیبرینولیزی را افزایش می‌دهد^[11]. نهایتاً مطالعه *زاتینی* و همکاران نشان داد ۱۲ هفته تمرین منظم هوازی سبب کاهش غلظت فیبرینوژن خون شده و عوامل خطرزای بیماری‌های عروق کرونری قلب را تقلیل می‌دهد^[12]. از طرفی، تحقیقات انجام‌شده نشان داده‌اند تمرین‌های ورزشی مقاومتی همانند ورزش‌های هوازی بر فاکتورهای پیش‌انعقادی و سیستم ضدانعقادی موثر هستند. در تحقیقی، *گردی* و همکاران نشان دادند ۱۲ هفته تمرین مقاومتی غلظت فیبرینوژن را کاهش داده است^[6]. در تحقیقی دیگر تمرینات مقاومتی با شدت‌های متوسط ۴۰٪ و ۶۰٪ یک تکرار بیشینه (1-RM) در مردان سالمند غیرفعال سبب

پروتکل تمرینی تناوبی با شدت بالا: این نوع پروتکل تمرینی برگرفته از آزمون رفت و برگشت ۴۰متر با حداکثر سرعت گلاسیتر است که یک آزمون معتبر برای ارزیابی عملکرد بی‌هوازی با شدت بالا است [13] و ۱۰ نفر آزمودنی‌های این گروه تمرینی به صورت ۳ بار در هفته و به مدت ۸ هفته این پروتکل را در یک مسافت ۲۰متری که توسط سه مخروط مشخص شده بود اجرا می‌کردند. به این صورت که با شروع پروتکل تمرینی، آزمودنی‌ها با حداکثر سرعت از نقطه شروع (۳۰ سانتی‌متر پشت خط شروع یا مخروط شماره یک) به طرف مخروط شماره دو حرکت می‌کردند (مسیر A)، سپس برمی‌گشتند و در جهت مخالف، ۲۰متر به طرف مخروط شماره سه با حداکثر سرعت می‌دویدند (مسیر B). در نهایت مجدداً برگشته و به سمت نقطه شروع (مخروط شماره یک) با حداکثر سرعت می‌دویدند (مسیر C) تا مسافت ۴۰متر کامل شود. آزمودنی‌ها این روند را با حداکثر سرعت ادامه می‌دادند تا دوره زمانی پروتکل تمرینی (۳۵ ثانیه) به اتمام برسد. پس از ۳۰ ثانیه استراحت پروتکل تمرین تکرار می‌شد. نحوه پیشرفت تمرینی توسط افزایش تعداد تکرارهای ۳۵ ثانیه‌ای از چهار نوبت در هفته اول و دوم، به پنج نوبت در هفته سوم و چهارم، شش نوبت در هفته پنجم و ششم و در نهایت هفت نوبت در هفته هفتم و هشتم انجام می‌شد. قبل از شروع پروتکل تمرینی در هر جلسه، آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه برنامه گرم کردن (حدوداً ۴۰۰متر دوی آهسته، جاگینگ و یک سری حرکات سرعتی شامل زانوبلند، پاشنه‌بلند و جهش‌های ناگهانی و سه تمرین سرعتی) و ۵ دقیقه حرکات کششی را انجام می‌دادند. در پایان هر جلسه تمرینی نیز به مدت ۱۰ دقیقه برنامه سرد کردن انجام می‌گرفت. برای تعیین شدت این تمرینات از حداکثر ضربان قلب (HR max) استفاده شد و در تمام مراحل اجرای تمرین تناوبی با شدت بالا شدت تمرین باید بالای ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب می‌بود که برای هر آزمودنی به صورت جداگانه محاسبه شد.

پروتکل تمرینی ترکیبی: آزمودنی‌های گروه تمرین ترکیبی ۳ بار در هفته و به مدت ۸ هفته این تمرینات را انجام می‌دادند. برنامه تمرینی این گروه شامل ابتدا ۲۵ دقیقه تمرین مقاومتی و سپس ۲۵ دقیقه تمرین هوازی بود. تمرینات مقاومتی شامل ۶ حرکت پرس سینه با هالتر، سیم‌کش از پشت، پشت بازو با هالتر، اسکات از پشت، جلو ران و پشت ران بود که برای مجموع عضلات اندام‌های تحتانی و فوقانی طراحی شده بود. بین اجرای حرکات‌های مختلف مقاومتی، فواصل استراحتی ۱/۵ دقیقه وجود داشت. فاصله تمام تمرین مقاومتی و شروع تمرین هوازی ۲ تا ۳ دقیقه استراحت فعال در نظر گرفته شده بود. یک هفته قبل از شروع برنامه تمرین ترکیبی، یک تکرار بیشینه (1-RM) برای هر یک از حرکات اندازه‌گیری شد. شدت تمرینات مقاومتی در هفته اول و دوم ۶۰٪ 1-RM (از هر حرکت یک سری، هفته اول تعداد تکرار ۱۰ و هفته

کاهش فاکتورهای انعقادی از جمله فیبریژن و تعداد پلاکت‌ها شده و میزان دی-دایمر را به‌عنوان شاخص فعالیت فیبریولیز افزایش داد [8].

نتایج ارایه‌شده بالا به‌خوبی تاثیر تمرینات هوازی و مقاومتی بر کنترل هموستاز خون را نشان می‌دهد. با این حال اثرات سایر پروتکل‌های ورزشی مانند تمرینات ترکیبی (هوازی-مقاومتی) و تناوبی با شدت بالا بر سیستم هموستاز خون مشخص نیست و هیچ مطالعه‌ای تاکنون در این زمینه صورت نگرفته است.

بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر یک دوره ورزشی طولانی مدت ترکیبی (هوازی-مقاومتی) و تناوبی با شدت بالا بر میزان فیبریژن (فاکتور مهم انعقادی) و فعالیت فیبریولیز (غلظت خونی دی-دایمر)، تعداد پلاکت‌ها و شاخص‌های انعقادی زمان پرترومبین (PT) و زمان نسبی ترومبوپلاستین (PTT) در افراد جوان سالم غیرورزشکار انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش نیمه‌تجربی در تابستان سال ۱۳۹۳ در شهرستان سقز در بین تمام مردان جوان سالم غیرورزشکار با دامنه سنی ۲۰-۳۰ سال انجام شد. این افراد حداقل ۶ ماه قبل از شروع پژوهش در هیچ برنامه ورزشی منظم و سازمان‌یافته شرکت نکرده و فقط فعالیت‌های روزانه را انجام می‌دادند. پس از اخذ رضایت‌نامه از جامعه مورد مطالعه و پُر کردن پرسش‌نامه پزشکی، ۳۰ نفر به‌روش نمونه‌گیری آسان و دردسترس انتخاب شده و به‌طور تصادفی به سه گروه تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی)، تمرین تناوبی با شدت بالا و گروه کنترل تقسیم شدند.

اندازه‌گیری‌های دموگرافیک و نمونه‌گیری خونی: ۲۴

ساعت قبل از اجرای اولین جلسه از پروتکل‌های ورزشی (ترکیبی و تناوبی با شدت بالا) در حالت ناشتا (ساعت ۹:۳۰ صبح) و ۳۰ دقیقه بعد از اجرای آخرین جلسه تمرینی، نمونه‌های خونی از ورید دست راست آزمودنی‌ها (از ساعت ۱۱ تا ۱۳ ظهر) به‌میزان ۵ میلی‌لیتر گرفته شد. نمونه‌های خونی جمع‌آوری‌شده بلافاصله در لوله‌های حاوی ماده ضدانعقاد EDTA (اتیلن دی‌آمین تتراسدیک اسید) ریخته شدند. یک روز قبل از شروع دوره تمرینی برگه ثبت اطلاعات لازم توسط هر نفر تکمیل شد و قد، فشار خون، وزن، درصد چربی و شاخص توده بدن (BMI) اندازه‌گیری شد. همچنین به آزمودنی‌ها توصیه شد در روز قبل از خونگیری و در طول دوره ۶۰روزه تمرین‌های ورزشی از فعالیت‌های ورزشی دیگر غیر از ۲۴ جلسه تمرین‌های مورد نظر خودداری کنند. هیچ کدام از آزمودنی‌ها دارای سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی، اختلالات خونی ارثی و مشکلات تنفسی نبوده و هیچ دارویی مصرف نمی‌کردند. همچنین آزمودنی‌های گروه کنترل در طول دوره ۶۰روزه نباید هیچ گونه فعالیت ورزشی را انجام می‌دادند.

جدول ۱) مقایسه میانگین آماری شاخص‌های دموگرافیک گروه‌های تجربی و کنترل (تعداد در هر گروه = ۱۰ نفر) در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

شاخص	مرحله پیش‌آزمون	مرحله پس‌آزمون	سطح معنی‌داری
چربی بدن (درصد)			
گروه تمرین ترکیبی	۱۷/۹۰±۲/۳۰	۱۷/۰۰±۲/۱۰	۰/۰۰۰۱
گروه تناوبی با شدت بالا	۱۶/۵۰±۳/۳۰	۱۶/۲۰±۳/۲۰	۰/۰۸۱
گروه کنترل	۱۶/۶۰±۱/۵۰	۱۶/۸۰±۱/۲۰	۰/۱۶۸
وزن (کیلوگرم)			
گروه تمرین ترکیبی	۷۸/۹۰±۱۱/۷۰	۷۸/۳۰±۱۱/۵۰	۰/۰۲۴
گروه تناوبی با شدت بالا	۷۲/۸۰±۱۳/۲۰	۷۲/۵۰±۱۳/۱۰	۰/۰۸۱
گروه کنترل	۷۴/۸۰±۵/۴۰	۷۴/۶۰±۵/۵۰	۰/۱۶۸
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)			
گروه تمرین ترکیبی	۲۴/۴۰±۲/۸۰	۲۴/۰۰±۲/۷۴	۰/۰۳۷
گروه تناوبی با شدت بالا	۲۳/۰۰±۴/۰۲	۲۲/۸۰±۴/۲۰	۰/۳۴۳
گروه کنترل	۲۳/۸۰±۱/۸۰	۲۴/۰۰±۱/۸۰	۰/۱۶۸

همچنین مقدار PT در گروه تمرین تناوبی با شدت بالا و سطح دی-دایمر در هر دو گروه تمرینی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنی‌دار نشان داد. اما سطح PTT در هیچ کدام از گروه‌ها در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون تغییر معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

جدول ۲) مقایسه میانگین آماری شاخص‌های انعقادی و فیبرینولیز در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های تجربی و کنترل

شاخص	مرحله پیش‌آزمون	مرحله پس‌آزمون	سطح معنی‌داری
تعداد پلاکت‌ها (۱۰۰۰×) در هر میکرولیتر)			
گروه تمرین ترکیبی	۲۵۳/۸۰±۳۶/۸۰	۲۲۸/۹۰±۳۱/۷۰	۰/۰۰۸
گروه تناوبی با شدت بالا	۲۴۳/۸۰±۲۹/۹۰	۲۶۸/۵۰±۳۲/۸۰	۰/۰۶۳
گروه کنترل	۲۷۷/۱۰±۳۱/۹۰	۲۷۱/۰۰±۲۲/۰۰	۰/۴۰۱
PT (ثانیه)			
گروه تمرین ترکیبی	۱۲/۵۲±۰/۶۹	۱۲/۹۶±۰/۹۱	۰/۱۴۶
گروه تناوبی با شدت بالا	۱۲/۰۳±۰/۳۷	۱۲/۵۲±۰/۴۴	۰/۰۰۹
گروه کنترل	۱۲/۴۶±۰/۷۷	۱۲/۳۰±۰/۵۲	۰/۴۶۴
PTT (ثانیه)			
گروه تمرین ترکیبی	۳۴/۲۳±۲/۲۷	۳۵/۴۴±۲/۵۳	۰/۱۰۴
گروه تناوبی با شدت بالا	۳۴/۴۳±۲/۲۷	۳۴/۳۸±۳/۶۲	۰/۹۶۸
گروه کنترل	۳۳/۲۷±۱/۳۴	۳۳/۳۶±۲/۰۵	۰/۸۷۹
فیبرینوژن (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)			
گروه تمرین ترکیبی	۲۴۶/۷۰±۳۲/۲۰	۲۱۲/۰۰±۲۱/۳۰	۰/۰۰۱
گروه تناوبی با شدت بالا	۲۴۹/۰۰±۲۶/۶۰	۲۳۸/۱۰±۴۰/۶۰	۰/۱۲۱
گروه کنترل	۲۵۳/۴۰±۳۴/۱۰	۲۳۴/۲۰±۳۱/۳۰	۰/۱۴۴
دی-دایمر (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)			
گروه تمرین ترکیبی	۱۲۶/۱۰±۴۸/۶۰	۱۶۵/۹۰±۵۰/۴۰	۰/۰۰۰۱
گروه تناوبی با شدت بالا	۱۱۶/۱۰±۴۲/۷۰	۲۰۹/۲۰±۶۰/۰۰	۰/۰۰۲
گروه کنترل	۱۲۹/۱۰±۴۰/۸۰	۱۳۵/۴۰±۴۲/۹۰	۰/۱۸۰

دوم تعداد تکرار (۱۲)، در هفته سوم و چهارم ۷۰٪ 1-RM (از هر حرکت یک سری، هفته سوم تعداد تکرار ۱۰ و هفته چهارم تعداد تکرار ۱۲) و در هفته پنجم و ششم با همان شدت دو هفته قبل، ولی در دو سری (۱۰ و ۱۲ تکرار) و در نهایت هفته هفتم و هشتم با ۸۰٪ 1-RM و در دو سری (۱۰ و ۱۲ تکرار) اجرا شد. برای رعایت اصل اضافه‌بار و پیشرفت تدریجی در شروع برنامه ورزشی، در ابتدای هر هفته 1-RM در گروه تمرین قدرتی اندازه‌گیری می‌شد. تمرین هوازی این گروه شامل فعالیت ورزشی با استفاده از دوچرخه ثابت بود. مدت‌زمان هر جلسه حدوداً ۲۵ دقیقه طول می‌کشید. قبل از شروع انجام فعالیت ورزشی، دو جلسه به‌منظور آشنایی با شرایط تمرین ورزشی در نظر گرفته شد. روش تمرین بدین صورت بود که برای جلوگیری از پدیده سازگاری تمرینی، سعی شد شدت تمرینات در طول دوره فعالیت از ۶۰٪ حداکثر ضربان قلب (HR max) شروع شود و نهایتاً به ۷۵٪ HR max برسد، به‌طوری که هر دو هفته یکبار شدت تمرینات افزایش می‌یافت. در دو هفته آغازین، شدت تمرین ۶۰٪ HR max بود. در هفته‌های سوم و چهارم شدت تمرین به ۶۵٪ HR max، در هفته‌های پنجم و ششم به ۷۰٪ HR max و نهایتاً در هفته‌های هفتم و هشتم شدت تمرین به ۷۵٪ HR max رسید. در طول تمرینات هوازی ضربان قلب با استفاده از ضربان‌سنج دستگاه دوچرخه کارسنج کنترل می‌شد.

اندازه‌گیری فاکتورهای انعقادی و فیبرینولیز: فیبرینوژن، PT و PTT با روش انعقادی و توسط دستگاه (استاگو؛ آلمان) و کیت مربوطه (مه‌سایاران؛ ایران) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری دی-دایمر از روش الایزا با دستگاه (مینی‌ویداس؛ انگلستان) و کیت مخصوص (نیکوکارد؛ ایران) استفاده شد. ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری تعداد پلاکت‌ها نیز آنالیزور دیاترون (آب‌کیوس؛ آلمان) و کیت مخصوص (مه‌سایاران؛ ایران) بود.

تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 انجام شد. برای بررسی تفاوت‌ها بین دو مرحله آزمون (قبل از دوره تمرین با بعد از آن) در هر گروه، آزمون T وابسته مورد استفاده قرار گرفت. برای بررسی تفاوت مقادیر متغیرها بین سه گروه نیز از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه به‌همراه آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته‌ها

متغیرهای دموگرافیک وزن، درصد چربی و شاخص توده بدن در گروه تمرین ترکیبی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($p < 0.05$)، ولی در سایر گروه‌ها این متغیرها، تغییرات معنی‌داری نداشتند ($p > 0.05$: جدول ۱).

بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی، تعداد پلاکت‌ها و سطح فیبرینوژن در گروه تمرین ترکیبی به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از سطح پایه بود.

است^[16]. طبق نتایج به دست آمده در این تحقیق ۸ هفته تمرین ترکیبی توانست میزان غلظت فیبرینوژن خون را کاهش دهد، در حالی که تمرین تناوبی با شدت بالا بر میزان غلظت فیبرینوژن موثر نبود. نتایج پژوهش حاضر با برخی یافته‌های دیگران که تمرین‌های متفاوتی را استفاده کرده‌اند در مواردی مشابهت دارد. براساس این مطالعات تمرین هوازی و مقاومتی سبب کاهش میزان فیبرینوژن خون می‌شود^[5, 8, 11, 17]. محققان مذکور دلیل کاهش فیبرینوژن خون را بعد از تمرین‌های هوازی و مقاومتی کاهش درصد چربی، وزن آزمودنی‌ها و شاخص توده بدن عنوان کرده‌اند که ارتباط مستقیمی با غلظت فیبرینوژن خون دارد. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر بعد از دوره تمرین ترکیبی هر سه متغیر مذکور در آزمودنی‌ها کاهش معنی‌دار پیدا کرد، می‌توان براساس نتایج مطالعات قبلی نتیجه‌گیری کرد که در مطالعه حاضر نیز دلیل کاهش فیبرینوژن خون احتمالاً کاهش سه متغیر فوق بوده است.

در راستای نتیجه‌گیری ما، گردی و همکاران نشان دادند غلظت فیبرینوژن خون در اثر تمرین مقاومتی بعد از ۴ و ۸ هفته کاهش یافته که همزمان کاهشی در درصد چربی بدن و وزن بدن آزمودنی‌ها مشاهده شد^[6]. همچنین احتمال دارد بر اثر کاهش فعالیت سایتوکین‌ها در اثر تمرینات ترکیبی، مقدار فیبرینوژن کاهش یافته باشد. در ارتباط با احتمال کاهش سنتز فیبرینوژن از سلول‌های کبدی می‌توان به سازگاری حاصل در سیستم عضلانی و اسکلتی نسبت به تمرین ترکیبی اشاره نمود که احتمالاً فعالیت سایتوکین‌ها از قبیل اینترلوکین یک (IL-1) کاهش می‌یابد. نشان داده شده است که پاسخ‌های IL-1 با افزایش سطح آمادگی جسمانی کاهش یافته است^[18]. لذا این احتمال وجود دارد که پس از تمرینات ترکیبی به مدت ۸ هفته فعالیت سایتوکین‌ها از قبیل IL-1 کاهش یابد که این کاهش به نوبه خود می‌تواند در کاهش فیبرینوژن حاصل از سنتز کبدی نیز تأثیرگذار باشد.

در مطالعه حاضر همچنین تمرین تناوبی با شدت بالا بر میزان فیبرینوژن خون موثر نبود. طبق نتایج محققان افزایش مدت‌زمان تمرین ورزشی و کاهش شدت فعالیت باعث کاهش فیبرینوژن خون می‌شود^[17]. براساس این مطالعه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در تمرین تناوبی با شدت بالا احتمالاً به دلیل کم بودن دوره تمرین و بالا بودن شدت فعالیت، غلظت فیبرینوژن بدون تغییر مانده است. همچنین براساس همین مطالعه می‌توان به کاهش معنی‌دار فیبرینوژن خون در تمرین ترکیبی به دلیل طول زیاد و شدت زیر بیشینه فعالیت ورزشی در هر جلسه تمرین ترکیبی تأکید نمود.

بر پایه نتایج مطالعات پیشین فعالیت فیبریولیزی (دی-دایمر) به دنبال برخی تمرین‌های ورزشی افزایش می‌یابد^[7, 11]. در مطالعه حاضر استفاده از ۸ هفته تمرین ورزشی ترکیبی و تناوبی با شدت بالا غلظت دی-دایمر خون را به طور معنی‌داری در مقایسه با قبل از آزمایش افزایش داد که نشان‌دهنده افزایش فعالیت فیبریولیزی

در نهایت، سطح فیبرینوژن، PT و PTT بعد از ۸ هفته تمرین، بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p > 0.05$)، در حالی که غلظت دی-دایمر بین گروه کنترل و گروه تمرین تناوبی با شدت بالا ($p = 0.009$) و تعداد پلاکت‌ها بین گروه کنترل و گروه تمرین ترکیبی ($p = 0.002$) و گروه تمرین ترکیبی و تمرین تناوبی با شدت بالا ($p = 0.001$) تفاوت معنی‌دار نشان داد.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا، زمان پروترومبین (PT) و شاخص فیبریولیز (دی-دایمر) را به طور معنی‌داری افزایش داده است. همچنین ۸ هفته تمرین ترکیبی توانست تعداد پلاکت‌ها و فیبرینوژن خون را کاهش داده و سبب افزایش معنی‌دار دی-دایمر شود. تعداد پلاکت‌های گروه تمرین ترکیبی در مقایسه با تمرین تناوبی با شدت بالا و گروه کنترل کمتر بود. همچنین میزان دی-دایمر خون در گروه تمرین تناوبی با شدت بالا نسبت به گروه کنترل بیشتر بود.

نتایج مطالعات قبلی در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بر سیستم هموستاز متناقض است^[5-8, 11]. علت را در این زمینه می‌توان به تفاوت در پروتکل‌های تمرینی، شدت تمرینات، سن، جنس، سطح آمادگی افراد، سالم یا بیمار بودن آزمودنی‌ها و زمان خونگیری نسبت داد. از طرفی بیشتر پژوهش‌ها تأثیر تمرینات هوازی و مقاومتی را بر سیستم هموستاز نشان داده‌اند و پژوهش‌هایی که تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا و تمرین ترکیبی را بر این فاکتورها بررسی کرده‌اند بسیار اندک هستند. نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نشان‌دهنده تغییرات برخی شاخص‌های انعقاد خون پس از ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین ترکیبی بود.

فعالیت بدنی و ورزش‌های مختلف نقش مهمی را در کنترل خودکار سیستم قلبی-عروقی ایفا می‌کند و افزایش کنترل پاراسمپاتیک و کاهش کنترل سمپاتیک قلب در اثر فعالیت بدنی گزارش شده است^[11]. ورزش‌های مقاومتی و تناوبی با شدت بالا موجب فعالیت پاراسمپاتیک و در نتیجه کاهش ضربان قلب هنگام فعالیت می‌شود. نشان داده شده است که فعالیت‌های ورزشی هوازی موجب کاهش تعداد پلاکت‌ها، کاهش تجمع پلاکتی و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی می‌شود^[14].

از میان شاخص‌های انعقادی، فیبرینوژن (فاکتور انعقادی شماره یک) یکی از بهترین شاخص‌ها در ارزیابی احتمالی بیماری‌های قلبی-عروقی است^[15]. فیبرینوژن سوبسترای نهایی سیستم انعقاد بوده و توسط ترومبین به فیبرین تبدیل می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت تغییرات غلظت فیبرینوژن یکی از فاکتورهای مهم موثر بر انعقاد خون است. نتایج مطالعات نشان‌دهنده تغییرات غلظت فیبرینوژن در پاسخ به افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک و تغییر در پروفایل‌های چربی خون، درصد چربی بدن و وزن بدن

شدت بالا، چون pH خون و اسیدلاکتیک افزایش می‌یابد، بنابراین این عوامل مانع از کاهش تعداد پلاکت‌ها به‌دنبال این نوع فعالیت شدید می‌شوند [23، 24]. یکی دیگر از دلایل احتمالی کاهش تعداد پلاکت‌ها در مطالعات قبلی (تمرین‌های ورزشی هوازی و مقاومتی زیر بیشینه) و پژوهش حاضر (تمرین ترکیبی) می‌تواند ناشی از تغییرات حجم پلاسمای خون باشد. با توجه به اینکه آزمودنی‌ها قبل از خونگیری و در طول انجام تمرینات از نوشیدن آب محروم نشده بودند، بر اثر نوشیدن آب، پلاسمای خون افزایش و در نتیجه غلظت خون کاهش می‌یابد. از آنجا که مدت‌زمان اجرای تمرین تناوبی با شدت بالا (۳۰ دقیقه) به‌اندازه تمرین ترکیبی (۶۰ دقیقه) طولانی نبوده، بنابراین نیاز آزمودنی‌های تمرین تناوبی با شدت بالا به نوشیدن آب به‌اندازه تمرین ترکیبی نبوده و حجم پلاسمای خون نیز افزایش زیادی نداشته است.

نتایج پژوهش‌های قبلی در مورد تاثیر تمرینات و فعالیت‌های ورزشی مختلف بر PT و PTT متناقض هستند [5، 11، 27، 28]. تعدادی از مطالعات بیانگر طولانی‌شدن زمان‌های انعقادی مسیر داخلی (افزایش PTT) و مسیر خارجی (افزایش PT) [5]، عدم‌تغییر [28] و کوتاه‌شدن این شاخص‌ها (کاهش PT و PTT) هستند [11، 27]. طبق نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا توانست PT را افزایش دهد، در حالی که تمرین ترکیبی بر PT موثر نبود. همچنین تمرینات ترکیبی و تناوبی با شدت بالا بر PTT تاثیر نداشتند. نتایج پژوهش حاضر با برخی یافته‌های دیگران که تمرین‌های متفاوتی را استفاده کرده‌اند در مواردی مشابهت دارد. بر پایه این مطالعات تمرین هوازی و مقاومتی سبب افزایش PT می‌شود [5، 21]، هر چند مطالعات کمتری روی تغییرات PT به‌دنبال فعالیت ورزشی به نسبت PTT انجام شده است.

شاخص PT برای بررسی کارایی مسیر خارجی و معمول انعقاد خون استفاده می‌شود. بر پایه مطالعات قبلی مکانیزم احتمالی طولانی‌شدن زمان انعقادی مسیر خارجی (افزایش PT) به‌دنبال تمرین تناوبی با شدت بالا در پژوهش حاضر شاید به‌دلیل کاهش فاکتورهای انعقادی شماره ۲، ۵، ۷ یا فیبرینوژن به‌صورت جداگانه یا کمپلکسی از این فاکتورها بوده است [5]. هر چند در این پژوهش فقط فاکتور انعقادی فیبرینوژن و شاخص تعداد پلاکت‌ها بررسی شد و فاکتورهای انعقادی دیگر دخیل در این آبشار انعقادی مورد بررسی قرار نگرفتند. از طرف دیگر، براساس مطالعات دیگری مکانیزم احتمالی عدم تغییر شاخص PT در تمرین ترکیبی و شاخص PTT در تمرینات ورزشی ترکیبی و تناوبی با شدت بالا در پژوهش حاضر شاید به‌دلیل تغییر در فعالیت مهارکننده‌های سیستم انعقادی از قبیل آنتی‌ترومبین III و پروتئین C و در نهایت تغییر فعالیت ترومبین یا فاکتور VIII باشد [6]. در نهایت بر پایه نظریه پیکون وجود پاسخ‌های متفاوت PT به ورزش‌های مختلف که در مطالعات قبلی

در پایان ۸ هفته برای هر دو نوع پروتکل ورزشی بود. در راستای یافته‌های ما کوپچاک و همکاران نشان دادند غلظت دی-دایمر خون در آزمودنی‌های تمرین کرده در مقایسه با افراد بدون تمرین بیشتر است [19]. همچنین در مواردی تغییرات فعالیت فیبرینولیزی در برخی پروتکل‌های ورزشی بیشینه و زیر بیشینه گزارش شده است [19، 20]. گزارش شده آنزیم فعال‌کننده پلاسمینوژن بافتی (t-PA) که توسط سلول‌های اندوتلیال عروقی تولید شده و پلاسمینوژن (شاخص فیبرینولیز) را به‌شکل فعال آن (پلاسمین) تبدیل می‌کند، پس از فعالیت‌های ورزشی زیاد می‌شود [19]. بر پایه نتایج مطالعات، آزادشدن کاتکولامین‌ها و وازوپرسین، هیپوگلیسمی، افزایش ترومبین خون و آسیب به دیواره عروق که در طول فعالیت ورزشی اتفاق می‌افتد، باعث افزایش رهایی آنزیم فعال‌کننده پلاسمینوژن بافتی از سلول‌های دیواره عروق اندوتلیال شده و با افزایش فعالیت فیبرینولیزی منجر به افزایش غلظت دی-دایمر خون می‌شود [19، 20]. از طرفی، کاهش تشکیل شاخص بازدارنده فعال‌کننده پلاسمینوژن (PAI-1) که به‌عنوان مهارکننده اصلی آنزیم فعال‌کننده پلاسمینوژن بافتی عمل می‌کند، بعد از فعالیت ورزشی در مطالعات مختلف گزارش شده است [19، 20]. طبق مکانیزم‌های ارائه‌شده به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر به‌کارگیری هر دو تمرین ترکیبی و تناوبی با شدت بالا از طریق رهایی آنزیم فعال‌کننده پلاسمینوژن بافتی و همچنین کاهش تشکیل شاخص بازدارنده فعال‌کننده پلاسمینوژن، فعالیت فیبرینولیزی را فعال کرده و منجر به افزایش غلظت دی-دایمر شده است.

بر پایه نتایج مطالعات قبلی، از عوامل تاثیرگذار بر تغییرات تعداد پلاکت‌ها به‌دنبال فعالیت‌های ورزشی مختلف می‌توان به عوامل فیزیولوژیک، روانی و عصبی اشاره کرد [22]. همچنین مدت، شدت و نوع تمرین می‌تواند بر تعداد پلاکت‌های خون موثر باشد [11، 23، 24]. طبق نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق ۸ هفته تمرین ترکیبی توانست تعداد پلاکت‌ها را کاهش دهد، در حالی که تمرین تناوبی با شدت بالا بر تعداد پلاکت‌ها موثر نبود. نتایج پژوهش حاضر با برخی یافته‌های دیگران که تمرین‌های متفاوتی را استفاده کرده‌اند در مواردی مشابهت دارد. براساس مطالعات قبلی تمرین‌های هوازی و مقاومتی سبب کاهش تعداد پلاکت‌ها می‌شوند [5، 8، 11]. در اکثر پژوهش‌هایی که افزایش یا عدم تغییر تعداد پلاکت‌ها را بعد از فعالیت ورزشی گزارش کرده‌اند [23، 24-26]، شدت پروتکل تمرین ورزشی زیاد بوده است و در مطالعه حاضر چون شدت تمرین تناوبی با شدت بالا نسبت به تمرین ترکیبی بیشتر بوده، بنابراین دلیل همسویی این نوع مطالعات با نتایج پروتکل تناوبی با شدت بالا شاید به‌دلیل شدت فعالیت باشد. در مطالعات قبلی همچنین به نقش برخی عوامل مانند تغییرات pH و اسیدلاکتیک خون که مانع تغییر غلظت پلاکت‌ها به‌دنبال فعالیت ورزشی شدید می‌شوند اشاره شده است [7]. بر این اساس، در ورزش‌های شدید مانند تمرین تناوبی با

Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circ*. 2006;114(11):1214-24.

3- Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease benefits, rationale, safety, and prescription an advisory from the committee on exercise, rehabilitation, and prevention, council on clinical cardiology, American Heart Association. *Circ*. 2000;101(7):828-33.

4- Bakhtiari K, Meijers JC, de Jonge E, Levi M. Prospective validation of the International Society of Thrombosis and Haemostasis scoring system for disseminated intravascular coagulation. *Crit Care Med*. 2004;32(12):2416-21.

5- Jahangard T, Torkaman G, Ghosheh B, Hedayati M, Dibaj A. The effect of short-term aerobic training on coagulation and fibrinolytic factors in sedentary healthy postmenopausal women. *Matur*. 2009;64(4):223-7.

6- Kordi MR, Ahmadizad S, Nikokheslat S. The effect of 12 weeks resistance training on the levels of rest hemorheology variables young men. *Sports Res Sci*. 2010;27(5):105-22. [Persian]

7- Kahraman S, Demirkan F, Bediz C, Alacacioglu I, Aksu I. The effect of exercise on fibrinolytic and coagulation systems in healthy volunteers. *J Thromb Haemost*. 2007;5(Suppl 2):P-S-362.

8- Amini A, Kordi MR, Gaini AA, Ahmadi A, Veysi K. Effect of resistance exercise on coagulation and fibrinolytic factors in inactive aged men. *Horizon Med Sci*. 2012;18(3):103-8. [Persian]

9- Van den Burg P, Hospers JE, Mosterd WL, Bouma BN, Huisveld IA. Aging, physical conditioning, and exercise-induced changes in hemostatic factors and reaction products. *J Appl Physiol*. 2000;88(5):1558-64.

10- Bobeuf F, Labonté M, Khalil A, Dionne IJ. Effect of resistance training on hematological blood markers in older men and women: A pilot study. *Curr Gerontol Geriat Res*. 2009;2009:1-4.

11- Amini A, Kordi MR, Gaini AA, Ahmadi A, Ayoubian H, Lahoorpour F. The effects of aerobic exercises on coagulation and fibrinolytic factors in inactive aged men. *J Kurdistan Univ Med Sci*. 2011;15(4):25-32. [Persian]

12- Zanettini R, Bettega D, Agostoni O, Ballestra B, del Rosso G, di Michele R, et al. Exercise training in mild hypertension: effects on blood pressure, left ventricular mass and coagulation factor VII and fibrinogen. *Cardiol*. 1997;88(5):468-73.

13- Glaister M, Hauck H, Abraham CS, Merry KL, Beaver D, Woods B, et al. Familiarization, reliability, and comparability of a 40-m maximal shuttle run test. *J Sports Sci Med*. 2009;8(1):77-82.

14- Wang JS, Jen CJ, Chen HI. Effects of exercise training and deconditioning on platelet function in men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 1995;15(10):1668-74.

15- Mutanen M, Freese R. Fats, lipids and blood coagulation. *Curr Opin Lipidol*. 2001;12(1):25-9.

16- Alzahrani SH, Ajjan RA. Coagulation and fibrinolysis in diabetes. *Diab Vasc Dis Res*. 2010;7(4):260-73.

17- Smith JE, Garbutt G, Lopes P, Pedoe DT. Effects of prolonged strenuous exercise (marathon running) on biochemical and haematological markers used in the investigation of patients in the emergency department. *Br J Sports Med*. 2004;38(3):292-4.

18- Duncan BB, Schmidt MI, Chambles LE, Folsom AR, Charpentier M, Heiss G. Fibrinogen, other putative

وجود دارد، ما را مطمئن می‌سازد که علاوه بر سن و جنس آزمودنی‌ها، نوع تمرینات ورزشی بر پاسخ سیستم انعقاد تاثیر قابل توجهی دارد، یعنی پاسخ سیستم انعقاد به شدت و مدت تمرینات ورزشی بستگی دارد [29].

از جمله محدودیت‌های این مطالعه، عدم دسته‌بندی آزمودنی‌ها براساس سوابق ژنتیک، عدم کنترل خواب و وضعیت روانی آزمودنی‌ها بود. همچنین امکان تخصیص بودجه کافی برای اندازه‌گیری متغیرهای دیگر انعقادی و فیبرینولیز وجود نداشت. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی پژوهش‌هایی روی متغیرهای دیگر سیستم هموستاز خون با حجم نمونه بیشتری انجام شود. طبق نتایج پژوهش حاضر، استفاده از این تمرین‌ها می‌تواند شیوه آسان، عملی و کم‌هزینه برای جلوگیری از انواع بیماری‌های ایسکمی قلبی - عروقی در افراد کم‌تحرک مانند کارمندان ادارات و نهادهای دولتی و خصوصی باشد که در حال حاضر درصد بیشتر مرگ‌ومیرها را بعد از سرطان در سطح دنیا به خود اختصاص داده است.

نتیجه‌گیری

هشت هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین ترکیبی در مردان جوان سالم غیرورزشکار موجب کاهش فعالیت پیش‌برنده انعقاد و افزایش فعالیت فیبرینولیزی می‌شود.

تشکر و قدردانی: با سپاس فراوان از آقای دکتر پرویز سلیمانی مسئول فنی آزمایشگاه مهر سقز و تمامی افرادی که در پژوهش حاضر مرا یاری کردند. بی‌تردید بدون همکاری این عزیزان انجام پژوهش حاضر ممکن نبود.

تأییدیه اخلاقی: پژوهشگران تمام ملاحظات اخلاقی کار با آزمودنی‌های انسانی تأیید شده توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی بقیه... (عج) را رعایت کردند.

تعارض منافع: هیچ گونه تعارض منافی گزارش نشده است.

منابع مالی: این مطالعه منتج از طرح در قالب رساله دکتری برای دریافت درجه "دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی"، با حمایت بودجه ارایه‌شده از مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزشی دانشگاه علوم پزشکی بقیه... (عج) بوده که در تابستان ۱۳۹۳ و در استان کردستان انجام شده است.

منابع

1- Fuster V, Stein B, Ambrose J, Badimon L, Badimon J, Chesebro J. Atherosclerotic plaque rupture and thrombosis. Evolving concepts. *Circ*. 1990;82(3 Suppl):1147-59.

2- Pate RR, Davis MG, Robinson TN, Stone EJ, McKenzie TL, Young JC, et al. Promoting physical activity in children and youth a leadership role for schools: A scientific statement from the American Heart Association

- 25- Soleimani M, Amini A, Ahmadi A, Atashak S, Mehdivand A, Kawsari E, et al. Effect of short-term supplementation of cocoa on platelet factors (Plt, MPV, PDW) of athlete male's blood after an exhaustive aerobic exercise. *J Kurdistan Uni Med Sci*. 2013;18(4):18-27. [Persian]
- 26- San Jose MCZ, Apaga NEP, Florento L, Gan RN. Effects of aerobic exercise and training on coagulation, platelet aggregation, and plasma lipids. *Vasc Dis Prev*. 2005;2(2):145-50.
- 27- Menzel K, Hilberg T. Blood coagulation and fibrinolysis in healthy, untrained subjects: Effects of different exercise intensities controlled by individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(2):253-60.
- 28- Hilberg T, Gläser D, Reckhart C, Prasa D, Stürzebecher J, Gabriel HH. Blood coagulation and fibrinolysis after long-duration treadmill exercise controlled by individual anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol*. 2003;90(5-6):639-42.
- 29- Piccone G, Fazio F, Giudice E, Grasso F, Caola G. Exercise-induced change in clotting times and fibrinolytic activity during official 1600 and 2000 meters trot races in standard horses. *Acta Vet Brno*. 2005;74(4):509-14.
- markers of inflammation, and weight gain in middle-aged adults--the ARTC study: Atherosclerosis risk in communities. *Obes Res*. 2000;8(4):279-86.
- 19- Kupchak BR, Volk BM, Kunces LJ, Kraemer WJ, Hoffman MD, Phinney SD, et al. Alterations in coagulatory and fibrinolytic systems following an ultramarathon. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(11):2705-12.
- 20- Parker BA, Augeri AL, Capizzi JA, Ballard KD, Kupchak BR, Volek JS, et al. Effect of marathon run and air travel on pre-and post-run soluble d-dimer, microparticle procoagulant activity, and p-selectin levels. *Am J Cardiol*. 2012;109(10):1521-5.
- 21- Posthuma JJ, van der Meijden PE, ten Cate H, Spronk HM. Short-and Long-term exercise induced alterations in haemostasis: A review of the literature. *Blood Rev*. 2015;29(3):171-8.
- 22- Heber S, Volf I. Effects of physical (in) activity on platelet function. *Biomed Res Int*. 2015;2015:1-11.
- 23- Ahmadizad S, El-Sayed MS, MacLaren DP. Responses of platelet activation and function to a single bout of resistance exercise and recovery. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2006;35(1-2):159-68.
- 24- Ahmadizad S, El-Sayed MS. The effects of graded resistance exercise on platelet aggregation and activation. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(6):1026-32.