

## Response of Platelet Indices to Concentric and Eccentric Isokinetic Contractions in Men

Sajad Ahmadizad<sup>1</sup>, Sommayeh Cheraghifar<sup>2\*</sup>, Khosro Ebrahim<sup>3</sup>, Hiva Rahmani<sup>4</sup>, Mahmoudreza Taghizadeh<sup>5</sup>

1. Associate professor, exercise physiology, faculty of health and sport sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. MSc. exercise physiology, faculty of health and sport sciences, Shahid Beheshti, Tehran, Iran
3. Professor, exercise physiology, faculty of health and sport sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
4. Postdoc researcher, faculty of health and sport sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
5. PhD Student, exercise physiology, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol. Iran

**Received: 2015. November.15    Revised: 2016. July.02    Accepted: 2016. July. 23**

### Abstract

**Background and Aim:** The previous investigations have showed that isokinetic contractions lead to more pressure on muscles over full range of motion. Also, the type of isokinetic contractions can determine body response. The aim of the present study was to compare the responses of platelet indices to concentric and eccentric isokinetic contractions in men.

**Materials and Methods:** A total of 10 healthy male individuals (age, 24.2±1.99) voluntarily participated in the study and were invited to laboratory at three separate occasions. The first session was designed for familiarizing the participants with laboratory environment and measuring the anthropometrical characteristics. In the 2<sup>nd</sup> and the 3<sup>rd</sup> sessions, participants performed two exercise protocols in a counterbalance manner comprising of four sets of 10 repetitions of CON/CON and ECC/ECC isokinetic contractions in the knee joint with 60s rest between sets. Blood platelet indices including platelet count were measured before and at 0, 15, 30, 45, and 60 minutes after exercise. Data was analyzed using repeated measures of ANOVA (2×6).

**Results:** Contraction type had no significant effect on PLT and PDW ( $p>0.05$ ), though, irrespective of the type of contraction, isokinetic exercise had a significant effect ( $P<0.05$ ). Neither type of contraction nor isokinetic exercise had significant effects on MPV ( $P>0.05$ ). However, both types of contraction and isokinetic exercise had significant effects on PCT ( $P>0.05$ ).

**Conclusion:** Based on the findings of the present study, it is concluded that isokinetic exercise, irrespective of its type (CON or ECC), is effective on platelet indices and that lack of differences between the two contractions types might be due to equality of exercise load.

**Keywords:** Concentric contraction; Eccentric contraction; Platelet count; Plateletcrit; Mean platelet volume; Platelet distribution width

**Cite this article as:** Sajad Ahmadizad, Sommayeh Cheraghifar, Khosro Ebrahim, Hiva Rahmani, Mahmoudreza Taghizadeh. Response of Platelet Indices to Concentric and Eccentric Isokinetic Contractions in Men. *J Rehab Med.* 2017; 6(2): 188-196.

\* Corresponding Author: Sommayeh Cheraghifar. Faculty of Physical Education Department of Exercise Physiology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran  
E-mail: cheraghi78@ymail.com

## پاسخ شاخص‌های پلاکتی به انقباض‌های کانستریک و ایستریک آیزوکینتیک در مردان

سجاد احمدی زاد<sup>۱</sup>، سمیه چراغی فر<sup>۲\*</sup>، خسرو ابراهیم<sup>۳</sup>، هیوا رحمانی<sup>۴</sup>، محمودرضا تقی‌زاده<sup>۵</sup>

۱. دانشیار، فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. کارشناسی ارشد، فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. استاد، فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. پژوهشگر فرا دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۵. دانشجوی دکتر، فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

پذیرش مقاله ۱۳۹۵/۰۵/۰۲ \*

بازنگری مقاله ۱۳۹۵/۰۴/۱۲

\* دریافت مقاله ۱۳۹۴/۰۸/۲۴

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

تحقیقات نشان می‌دهد که انقباض آیزوکینتیک فشار بیشتری را در طول دامنه حرکت وارد می‌کند و نوع آن نیز می‌تواند بر پاسخ سیستم‌های بدن موثر باشد؛ لذا هدف از مطالعه حاضر مقایسه پاسخ شاخص‌های پلاکتی به انقباض‌های برون‌گرا و درون‌گرای آیزوکینتیک در مردان بود.

#### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با آزمون مکرر بود که تعداد ۱۰ آزمودنی مرد ( $24/2 \pm 1/9$  سال) داوطلبانه در ۳ جلسه مجزا به آزمایشگاه دعوت شدند. جلسه اول آشناسازی با پروتکل و جلسات دوم و سوم به صورت توازن متقابل ۴ ست ۱۰ تکراری پروتکل‌های کانستریک/کانستریک<sup>۱</sup> و ایستریک/ایستریک<sup>۲</sup> را با ۶۰ ثانیه استراحت بین ست‌ها اجرا کردند. شاخص‌های پلاکتی شامل تعداد پلاکت‌ها (PLT)<sup>۳</sup>، درصد پلاکتی (PCT)<sup>۴</sup>، میانگین حجم پلاکتی (MPV)<sup>۵</sup> و پهنای توزیع پلاکتی (PDW)<sup>۶</sup> قبل و در دقایق ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دوره‌ی ریکاوری اندازه‌گیری شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از واریانس مکرر (۲×۶) انجام شد.

#### یافته‌ها

نوع انقباض تاثیر معناداری بر PLT و PDW نداشت ( $P > 0/05$ )، اما تاثیر خود فعالیت آیزوکینتیک بر این دو فاکتور معنادار بود ( $P < 0/05$ ). نه نوع انقباض و نه فعالیت آیزوکینتیک تاثیر معناداری بر MPV نداشت ( $P > 0/05$ ). در حالی که هردوی فعالیت آیزوکینتیک و نوع انقباض عضلانی اثر معناداری بر PCT داشتند ( $P < 0/05$ ).

#### نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری گرفت که فعالیت آیزوکینتیک بر شاخص‌های پلاکتی موثر می‌باشد و علت عدم تفاوت در تاثیرگذاری دو نوع پروتکل احتمالاً به دلیل یکسان بودن میزان بار کار آنها می‌باشد.

#### واژگان کلیدی

انقباض درون‌گرا؛ انقباض برون‌گرا؛ تعداد پلاکت‌ها؛ میانگین حجم پلاکتی؛ درصد پلاکت‌ها؛ پهنای توزیع پلاکتی

**نویسنده مسئول:** سمیه چراغی فر. کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه شهید بهشتی

آدرس الکترونیکی: cheraghi78@gmail.com

<sup>1</sup> Concentric

<sup>2</sup> Eccentric

<sup>3</sup> Platelet Count

<sup>4</sup> Plateletcrit

<sup>5</sup> Mean Platelet Volume

<sup>6</sup> Platelet distribution width

## مقدمه و اهداف

بر اساس یافته مطالعات اخیر کشوری درباره میزان بیماری‌ها و آسیب در میان ایرانیان، بیماری‌های قلبی-عروقی علت اصلی ناتوانی<sup>[۱]</sup> و همانند کشورهای پیشرفته شایع‌ترین عامل مرگ و میر می‌باشد.<sup>[۲]</sup> نتایج مطالعات متعدد حاکی از تاثیر اختلال پلاکت بر پیشرفت بیماری-های قلبی-عروقی است.<sup>[۳-۴]</sup> شاخص‌های فعال شدن پلاکت از پیش‌بینی‌کننده‌های بیماری قلبی-عروقی می‌باشند و می‌توانند از عوامل افزایش احتمال توسعه ایسکمی میوکارد باشند.<sup>[۵]</sup> بسیاری از بیماری‌ها به وضعیت هموستاز و عدم تعادل عملکرد و فعالیت پلاکت‌ها مرتبط می‌شوند. هموستاز اولیه و تشکیل پلاک پلاکتی در پاسخ به آسیب دیواره رگ از سلول‌های اندوتلیوم عروق صورت می‌گیرد. تشکیل پلاک پلاکتی یکی از مهمترین توانایی‌های پلاکت می‌باشد که در سه مرحله چسبندگی<sup>۱</sup>، گسترش<sup>۲</sup> و انسجام یا تجمع<sup>۳</sup> صورت می‌گیرد.<sup>[۶]</sup> بعد از فعالیت ورزشی مقاومتی<sup>[۷]</sup> و استقامتی<sup>[۸-۹]</sup> و همچنین فعالیت هوازی<sup>[۱۰]</sup> تجمع و عملکرد پلاکت‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد. به‌طور مثال در مطالعه‌ای که توسط احمدی‌زاد و همکاران (۲۰۰۵) به منظور بررسی تاثیر فعالیت مقاومتی و ریکاوری متعاقب آن بر شاخص‌های پلاکتی از جمله PLT و PCT و عملکرد پلاکت‌ها انجام شد، مشاهده شد که فعالیت مقاومتی باعث افزایش قابل توجهی در تعداد پلاکت‌ها شد، در حالی که در دوره ریکاوری این تغییرات به سطح قلبی خود بازگشت.<sup>[۱۱]</sup> همچنین طیبی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی تاثیر یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای روی پارامترهای خونی نشان دادند که مقدار PLT و MPV در پاسخ به فعالیت تغییر معناداری داشت.<sup>[۱۲]</sup> قبری<sup>۵</sup> و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تاثیر یک جلسه تمرین مقاومتی برون‌گرا پرداختند و نشان دادند که پلاکت و شاخص‌های آن از جمله: MPV، PDW، PLT تغییر معناداری نداشتند.<sup>[۱۳]</sup> کریتون<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۳) هم نشان دادند که در پاسخ به فعالیت حاد یک جلسه تمرین مقاومتی سنگین فاکتور پلاکتی<sup>۴</sup> بدون تغییر ماند و فعالیت پلاکت‌ها کاهش یافت.<sup>[۱۴]</sup> اما احمدی‌زاد<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۳) نتیجه‌ای مخالف نتیجه کریتون را به دست آوردند و نشان دادند که فعالیت مقاومتی به ویژه فعالیت با شدت بالا باعث افزایش MPV، PCT، PLT و فعالیت پلاکتی می‌شود.<sup>[۱۵]</sup> در برنامه‌ریزی تمرینات مقاومتی علاوه بر انقباض‌های آیزومتریک و آیزوتونیک از انقباض آیزوکینتیک نیز استفاده می‌شود که نوعی از انقباض است که در آن سرعت ثابت و نیروی اعمال شده در طول دامنه حرکتی به صورت حداکثر می‌باشد.<sup>[۱۶]</sup> محققان مختلف تاثیر انقباض آیزوکینتیک را بر شاخص‌های مختلف فیزیولوژیکی در افراد مختلف بررسی کرده‌اند. برای مثال مینتو و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که فعالیت آیزوکینتیک بر سطوح IL6<sup>۸</sup> و لاکتات را در ورزشکاران قدرتی بیشتر از استقامتی تاثیر دارد.<sup>[۱۷]</sup> در مطالعه‌ای هم که توسط گوتر و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد پاسخ‌های متابولیکی و هورمونی به انقباض‌های آهسته کانستریک و ایستریک آیزوکینتیک مورد بررسی قرار گرفت و نشان دادند که مقدار نوراپی نفرین و اپی نفرین در هر دو نوع فعالیت افزایش پیدا می‌کنند.<sup>[۱۸]</sup> انقباض آیزوکینتیک هم به صورت کانستریک و هم ایستریک انجام می‌شود. در هر واحد از اندازه عضله، نیروی تولید شده به وسیله انقباض ایستریک بیشتر از کانستریک و آیزومتریک می‌باشد.<sup>[۱۷-۱۸]</sup> به‌علاوه انقباض ایستریک در یک بار خاص نیاز به واحدهای حرکتی و مطالبات متابولیکی کمتری دارد.<sup>[۱۹-۲۰]</sup> بنابراین اهمیت به کارگیری بیشتر یک نوع انقباض (کانستریک یا ایستریک)، در برنامه‌های تمرینی قدرتی و بازتوانی بحث برانگیز می‌باشد.<sup>[۲۱]</sup> آسیب و کوفتگی‌های عضلانی در انجام عمل ایستریک در اعمال بارهای بیش از حد بر عضله و در سرعت‌های بالا به را حتی اتفاق می‌افتد.<sup>[۲۲-۲۳]</sup> در حرکت آیزوکینتیک مقاومت حرکت برابر با ظرفیت عضله است. بنابراین بیشترین میزان بار عضله در قسمتی است که بیشترین مزیت مکانیکی وجود دارد. در نتیجه با روش آیزوکینتیک می‌توان حداکثر نیروی عضلانی را در طول دامنه حرکتی در شرایط دینامیک اندازه‌گیری نمود.<sup>[۲۴]</sup> مطالعات اخیر نشان داده‌اند که بعد از فعالیت ورزشی مقاومتی و استقامتی تجمع و عملکرد پلاکت‌ها افزایش می‌یابد.<sup>[۲۵]</sup>

بنابراین بررسی تاثیر نوع انقباض آیزوکینتیک بر پلاکت ضرورت دارد و تا به امروز بررسی نشده است. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر مقایسه پاسخ شاخص‌های پلاکتی به انقباض‌های برون‌گرا و درون‌گرای آیزوکینتیک در مردان بود. لذا با توجه به عدم وجود تحقیقی که شاخص‌های پلاکتی را در پاسخ به نوع انقباض عضلانی و طی دوره‌ی ریکاوری پس از انواع انقباض بررسی کرده باشد، انجام تحقیق حاضر می‌تواند اطلاعات مفیدی در زمینه تاثیر انواع انقباض عضلانی بر پلاکت‌ها که از عوامل خطر قلبی-عروقی می‌باشند، فراهم نماید.

<sup>1</sup> Adhesion

<sup>2</sup> Extention

<sup>3</sup> Aggregation

<sup>4</sup> Tayebi

<sup>5</sup> Ghanbari

<sup>6</sup> Creighton

<sup>7</sup> Ahmadizad

<sup>8</sup> Interleukin-6

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع تجربی با آزمون مکرر بود که در آن آزمودنی‌ها با حداقل فاصله‌ی زمانی یک هفته دو پروتکل مختلف آیزوکینتیک را اجرا کردند. بدین منظور ۱۰ مرد سالم با دامنه‌ی سنی ۳۰-۲۰ سال که سابقه‌ی انجام تمرین مقاومتی تفریحی داشتند، انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به صورت داوطلبانه در پژوهش حاضر شرکت کردند. آنها سابقه مصرف سیگار و دارو و بیماری‌های خونی مرتبط با انعقاد خون و آسیب مفصل زانو را نداشتند. پس از ارزیابی‌های اولیه از جمله پرسش‌نامه‌ی سلامت و سابقه‌ی پزشکی و همچنین فرم رضایت‌نامه از آزمودنی‌ها خواسته شد که حداقل ۴۸ ساعت قبل از جلسات آزمون فعالیت سنگین نداشته باشند و پس از ۸ ساعت ناشتایی و صرف یک وعده صبحانه سبک به محل آزمایشگاه مراجعه کنند. آزمودنی‌ها در سه جلسه مجزا به آزمایشگاه دعوت شدند. جلسه اول با هدف اندازه‌گیری ویژگی‌های آنتروپومتریک (قد، وزن، درصد چربی)، آشنایی با دستگاه آیزوکینتیک و پروتکل‌های تمرینی و اندازه‌گیری حداکثر انقباض ارادی کانستریک و ایستریک در طی فلکشن و اکستنشن زانو تشکیل شد. در جلسات دوم و سوم در یک جلسه فلکشن و اکستنشن زانو با استفاده از انقباض کانستریک (کانستریک/کانستریک) و در جلسه دیگر با استفاده از انقباض ایستریک (ایستریک/ایستریک) اجرا شد. لازم به ذکر است که بین جلسات دوم و سوم حداقل یک هفته فاصله و ترتیب اجرای فعالیت‌ها توسط آزمودنی‌ها به صورت توازن متقابل<sup>۱</sup> بود. در جلسات اصلی آزمون (دوم و سوم) پس از حضور آزمودنی‌ها در آزمایشگاه، ابتدا آزمودنی به صورت نشسته و به مدت ۲۰ دقیقه استراحت داشتند و سپس اولین نمونه خونی از آنها گرفته شد. سپس یک برنامه گرم کردن شامل ۵ دقیقه رکاب زدن سبک بر روی دوچرخه کارسنج با سرعت ۶۰ دور در دقیقه و ۳ دقیقه حرکات کششی پایین تنه، و ۴ ست ۱۰ تکراری انقباض آیزوکینتیک شامل فلکشن و اکستنشن زانو با ۶۰ ثانیه استراحت بین ست‌ها را با پای برتر اجرا کردند. هر دو پروتکل انقباض آیزوکینتیک در مفصل زانو به صورت نشسته به وسیله دینامومتر آیزوکینتیک در پای غالب انجام شد. قبل از اتمام هر پروتکل و در دقایق ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دوره‌ی ریکاوری نمونه‌های خونی هر بار به میزان ۳ میلی‌لیتر از ورید بازویی آزمودنی‌ها جمع‌آوری شدند. همسان‌سازی بار کار دو جلسه ابتدا میانگین کار (خم و باز کردن زانو) برای هر فرد در نظر گرفته شد و در آخر به وسیله جمع میانگین‌های هر فرد، کل کار انجام شده در طی هر پروتکل به دست آمد، با توجه به اطلاعات خروجی دستگاه که شامل کل کار انجام شده در طی هر ست از پروتکل برای هر کدام از حرکات خم کردن و باز کردن بود، نحوه محاسبه کل کار انجام شده بدین صورت بود که ابتدا میانگین کار در طی حرکات خم کردن و باز کردن برای هر فرد به صورت جداگانه محاسبه و سپس کل کار انجام کل کار انجام شده توسط وی از طریق جمع میانگین حرکات خم کردن و باز کردن در طی هر پروتکل به دست آمد. پس از اجرای آزمون کلموگروف-اسمیرنف و اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها آزمون t همبسته نشان داد که علاوه بر بیشتر بودن میانگین کار در پروتکل ایستریک-ایستریک تفاوت معناداری بین میانگین‌های کل کار انجام شده در طی هر پروتکل وجود ندارد ( $P > 0.05$ ).

بعد از گرفتن نمونه‌های خونی، نمونه‌ها در لوله‌های حاوی EDTA<sup>۲</sup> (ماده ضد انعقاد) ریخته شد. سپس اندازه‌گیری تعداد پلاکت‌ها (PLT)، درصد پلاکت‌ها (PCT)، متوسط حجم پلاکتی (MPV) و توزیع پلاکتی (PDW) با استفاده از دستگاه شمارشگر سلولی (sysmaxkm21) که شمارش سلول‌ها به این ترتیب است که دارای دو دریچه به نام روزنه‌های RBC و WBC برای عبور سلول‌های خونی است روزنه RBC برای و Plt روزنه WBC برای عبور و شمارش WBC تعبیه شده است. نمونه رقیق شده توسط یک فشار منفی به داخل رونه RBC و WBC مکش می‌شود. در دو طرف این روزنه‌ها دو الکتروود وجود دارد که موقع عبور گلبول از آن، در مقدار مقاومت الکتریکی بین آنها تغییر ایجاد می‌شود که هر تغییر به منزله یک پالس و یک شمارش محسوب می‌شود و توسط خود متخصص انجام شد. ضربان قلب و فشار خون سیستول و دیاستول در قبل و در زمان‌های ۰ و ۳۰ دقیقه بعد از اتمام کامل پروتکل اندازه‌گیری شد.

داده‌های آماری تحقیق با استفاده از SPSS نسخه ۱۸ تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه پاسخ پارامترهای خونی به دو نوع پروتکل آیزوکینتیک از آنالیز واریانس مکرر ([زمان‌های اندازه‌گیری] × ۶ (نوع ورزش) × ۲) در سطح معناداری  $P < 0.05$  استفاده گردید. مقادیر فاکتورهای همودینامیک در دو جلسه نیز با استفاده از آنالیز واریانس مکرر ۲×۳ تجزیه و تحلیل شد.

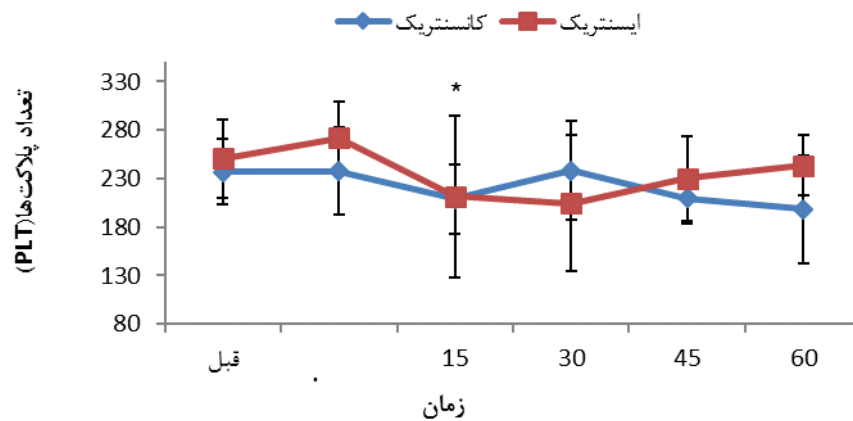
## یافته‌ها

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از آزمون آنوای مکرر (ANOVA) نشان داد که صرف نظر از نوع پروتکل تاثیر فعالیت آیزوکینتیک بر تعداد پلاکت‌ها معنادار بود ( $F_{5,3} = 2/563$ ,  $P = 0/048$ ). پیگیری آزمون تعقیبی با استفاده از کانترست نشان داد که بین میانگین زمان‌های ۰ و

<sup>۱</sup> Counterbalance

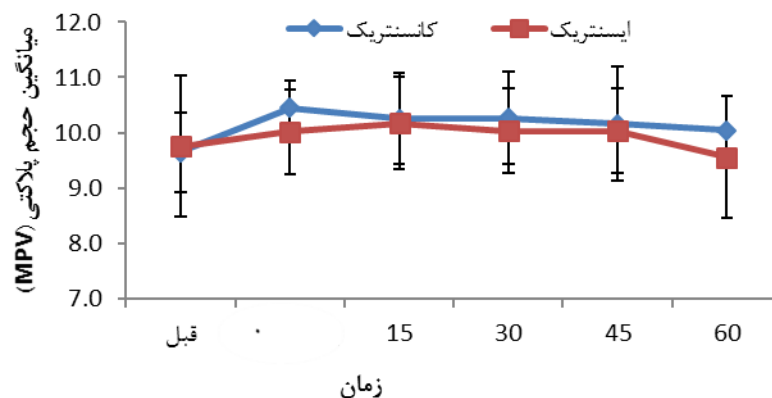
<sup>۲</sup> Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid

۱۵ دقیقه بعد از فعالیت تفاوت معناداری وجود دارد ( $P=0/035$ ). نوع انقباض تاثیر معناداری بر تعداد پلاکت‌ها ندارد ( $P=0/202$ ,  $F_{5,3}=1/6$ ). نتایج نشان داد که صرف نظر از نوع پروتکل تاثیر فعالیت آیزوکینتیک بر میانگین حجم پلاکتی معنادار نبود ( $P=0/109$ ). همچنین نوع انقباض تاثیر معناداری ( $F_{20,5}=1/183$ ,  $P=0/352$ ) بر میانگین حجم پلاکتی ندارد (نمودار ۱).



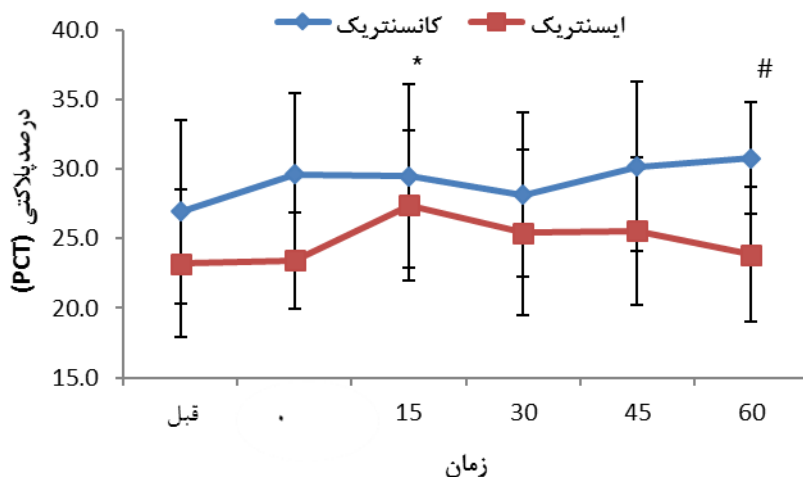
نمودار ۱: میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) تعداد پلاکت‌ها قبل از فعالیت و در زمان‌های مختلف بعد از فعالیت کانستریک و ایسنتریک. علامت \* نشان‌دهنده تفاوت معنادار با زمان ۰ بعد از فعالیت می باشد.

صرف نظر از نوع پروتکل تاثیر انقباض آیزوکینتیک بر درصد پلاکت‌ها از نظر آماری معنادار بود ( $P=0/014$ ). آزمون تعقیبی بانفرونی نشان داد که بین درصد پلاکت‌ها در قبل از فعالیت با دقیقه ۱۵ دوره ریکاوری تفاوت معناداری وجود دارد ( $P=0/017$ ). بررسی تعامل بین دو نوع فعالیت کانستریک و ایسنتریک در زمان‌های مختلف توسط آزمون کانترست نشان داد که تفاوت معناداری بین روند تغییرات درصد پلاکتی از زمان ۴۵ دقیقه به زمان ۶۰ دقیقه دوره ریکاوری در دو نوع فعالیت وجود دارد ( $P=0/001$ ). نوع فعالیت تاثیر معناداری بر ( $P=0/023$ )  $F_{5,3}=3/37$  درصد پلاکت‌ها دارد (نمودار ۲).

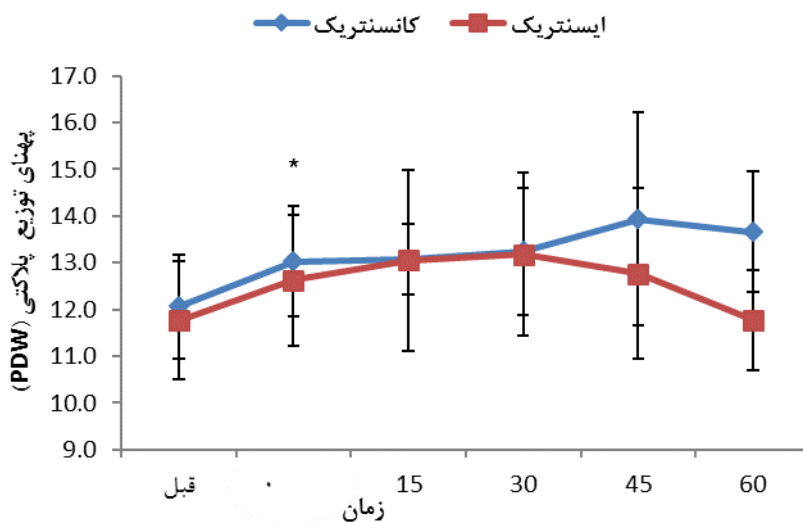


نمودار ۲: میانگین حجم پلاکتی ( $\pm$  انحراف معیار) قبل از فعالیت و در زمان‌های مختلف بعد از فعالیت کانستریک و ایسنتریک

تحلیل داده‌ها صرف نظر از نوع پروتکل تاثیر فعالیت آیزوکینتیک از نظر آماری معنادار بود ( $P=0/013$ ,  $F_{5,25}=3/67$ ). آزمون تعقیبی با استفاده از کانترست نشان داد که تفاوت بین زمان قبل از فعالیت با زمان سریعا بعد از فعالیت از نظر آماری معنادار می باشد ( $P=0/006$ ). نوع انقباض تاثیر معناداری ( $F_{5,25}=1/712$ ,  $P=0/169$ ) بر پهنای توزیع پلاکتی ندارد (نمودار ۳). بعد از جمع میانگین‌های هر فرد در هر ۴ ست برای هر آزمودنی، جهت تشخیص اختلاف کار انجام شده کانستریک و ایسنتریک برای هر آزمودنی از  $t$  همبسته استفاده شد، اما اختلاف خاص و معناداری بین دو نوع انقباض آیزوکینتیک وجود نداشت. بنابراین از یک مقدار بار کاری یکسان برای هر دو نوع انقباض استفاده شده است.



نمودار ۳: میانگین (±انحراف معیار) درصد پلاکت‌ها قبل از فعالیت و در زمان‌های مختلف بعد از فعالیت کانسنتریک و ایسنتریک. علامت\* نشان‌دهنده تفاوت معنادار با قبل از فعالیت می‌باشد. علامت # نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین دو پروتکل در زمان‌های ۴۵ و ۶۰ دقیقه می‌باشد.



نمودار ۴: میانگین (±انحراف معیار) پهنای توزیع پلاکتی قبل از فعالیت و در زمان‌های مختلف بعد از فعالیت کانسنتریک و ایسنتریک. علامت\* نشان‌دهنده تفاوت معنادار با قبل از فعالیت می‌باشد.

## بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد که فعالیت آیزوکیتیک صرف‌نظر از نوع آن بر تعداد پلاکت‌ها موثر می‌باشد، به طوری که افزایش ۵ درصدی تعداد پلاکت‌ها در زمان سریعاً بعد از فعالیت به صورت غیر معناداری مشاهده شد. یافته‌های تحقیق حاضر با یافته‌های تحقیقات قبلی را که افزایش تعداد پلاکت‌ها را نشان دادند، تایید می‌نماید.<sup>[۲۶-۲۷]</sup> افزایش تعداد پلاکت‌ها بعد از ورزش احتمالاً می‌تواند به از دست دادن آب بدن یا پدیده هموکانسنترشن باشد یا اینکه ناشی از پاسخ فاز حاد به آسیب بافتی ناشی از فشار جسمانی باشد.<sup>[۲۷]</sup> علت افزایش تعداد پلاکت‌ها را افزایش رهاسازی پلاکت‌های تازه از طحال، مغز استخوان و کلیه‌ها گزارش کردند<sup>[۲۸-۲۹]</sup> اما با در نظر گرفتن نوع پروتکل هیچ‌گونه اختلاف معناداری بین تعداد پلاکت‌ها در انقباض‌های کانسنتریک و ایسنتریک وجود نداشت. با این وجود علت عدم تفاوت را می‌توان به مقدار کاری که آزمودنی‌ها در هر مرحله انجام می‌دهند، نسبت داد. شاید بار کاری یکسان دو پروتکل سبب عدم تفاوت بین تعداد پلاکت‌ها در این دو نوع انقباض شده است.

نتایج تحقیق نشان داد که انقباض آیزوکینتیک بر میانگین حجم پلاکتی خون تاثیر معناداری ندارد. با این حال، میانگین حجم پلاکتی به میزان تقریبی ۲ درصد افزایش غیرمعناداری را نشان داد. تحقیق حاضر با مطالعه احمدی زاد و همکاران (۲۰۰۳) ناهمسو می‌باشد که به تاثیر تمرین مقاومتی بر پلاکت‌ها پرداختند، نتایج مطالعه آنها نشان داد که میانگین حجم پلاکتی افزایش معناداری داشت و علت افزایش میانگین حجم پلاکتی آزاد شدن پلاکت‌های بزرگ جوان از طحال به گردش خون نسبت داده شده بود.<sup>[۳]</sup> با این حال با نتایج مطالعه‌ی قنبری و همکاران (۱۳۸۹) همسو می‌باشد.<sup>[۷]</sup> با توجه به افزایش مقدار میانگین حجم پلاکتی بعد از تمرینات مقاومتی و استقامتی شاید علت عدم افزایش این فاکتور و اختلاف با مطالعات قبلی و همسو بودن آن با انقباض برونگرا تفاوت در نوع انقباض و میزان شدت آنها باشد. این احتمال هم وجود دارد که عدم تغییر معناداری میانگین حجم پلاکتی یک واکنش در مقابل افزایش سه فاکتور دیگر باشد که هموستاز به صورت خیلی زیاد افزایش پیدا نکند، زیرا تغییرات میانگین حجم پلاکتی با در نظر گرفتن شمار پلاکتی تفسیر می‌شود.<sup>[۳۰]</sup> همچنین در افراد سالم یک ارتباط خطی و معکوس بین میانگین حجم پلاکتی و غلظت پلاکت وجود دارد، در افراد با شمار پلاکتی بالا میانگین حجم پلاکتی تمایل به کاهش دارد.<sup>[۲۹]</sup> البته یکی دیگر از دلایل عدم تفاوت معنادار دو پروتکل شدت پایین کار و حجم نسبتاً پایین کار انجام شده است و به همین دلیل فشار خون و ضربان قلب در طی دو پروتکل افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا نکرده است.

از دیگر هدف‌های تحقیق حاضر بررسی تاثیر انقباض‌های کانستریک و ایستریک بر درصد پلاکت‌ها بود. نتایج نشان داد که فعالیت آیزوکینتیک صرف‌نظر از نوع آن بر درصد پلاکت‌ها در خون موثر می‌باشد، به طوری که افزایش ۱۴/۵ درصدی پلاکت‌ها بعد از فعالیت مشاهده شد که با نتیجه احمدی زاد و همکاران (۲۰۰۳) که به تاثیر فعالیت مقاومتی بر پلاکت‌ها پرداختند، همسو می‌باشد.<sup>[۳]</sup> این افزایش می‌تواند ناشی از کاهش احتمالی مقدار حجم پلاسما باشد به طوری که اثر فعالیت حاد با کاهش تغییرات حجم پلاسما سبب افزایش تعداد پلاکت‌ها و به تبع آن درصد پلاکت‌ها می‌گردد.<sup>[۳۱]</sup> شاخص دیگری به نام درصد پلاکت‌های معیوب هم وجود دارد که می‌تواند درصد کل پلاکت‌ها را تحت تاثیر قرار دهد، البته با تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داده شد که در این فاکتور نوع انقباض آیزوکینتیک هم موثر می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که فعالیت آیزوکینتیک صرف‌نظر از نوع آن بر پهنای توزیع پلاکتی در خون موثر می‌باشد، به طوری که افزایش ۱۱/۵ درصدی پهنای توزیع پلاکتی بعد از فعالیت مشاهده شد. پراکندگی زیاد پلاکتی وابسته به فرآیند تولید پلاکت از طریق شکستن مگاکاربوسیت‌ها و تشکیل پلاکت می‌باشد.<sup>[۳۰]</sup> در بیشتر مطالعه‌هایی که به تاثیر فعالیت مقاومتی بر پهنای توزیع پلاکتی پرداخته شده است، عدم تغییر پهنای توزیع پلاکتی گزارش شده است.<sup>[۳۱، ۷]</sup> شاید علت افزایش این شاخص در تحقیق حاضر تفاوت موجود در خود نوع انقباض و سرعت یکسانی که در سراسر انقباض اعمال می‌شود، باشد، اما نوع فعالیت آیزوکینتیک بر این فاکتور هم مانند دو فاکتور دیگر موثر نبود. تصور بر این است که شاید اگر همین پژوهش در چند مفصل انجام می‌شد، نتیجه تغییر می‌یافت زیرا چند مفصله بودن مقدار انرژی مصرفی را افزایش می‌دهد و احتمالاً فشار بیشتری بر بدن وارد می‌کند. در مطالعه‌ای که توسط احمدی زاد و همکاران (۱۳۹۲) انجام شد ارتباط بین مقدار لاکتات و پلاکت و مقایسه این دو در انقباض آیزوکینتیک (کانستریک و ایستریک) مورد بررسی قرار گرفت. سطح لاکتات پلاسما و تعداد پلاکت‌ها در انقباض کانستریک و ایستریک هیچ ارتباطی با هم نداشتند، ولی مقدار معناداری در لاکتات و پلاکت در انقباض ایستریک خیلی نزدیک به سطح معناداری بود، البته این به طور قوی محتمل است که انقباض ایستریک منجر به آسیب عضلانی به واسطه رها کردن فسفولیپیدها و افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئولیزی می‌شود. این نوع انقباض سبب آسیب‌های ریز عضلات اسکلتی، پاسخ قوی‌تر التهاب همچنین نسبت قوی‌تری از استرس اکسایشی در مقایسه با فعالیت درونگرا می‌شود.<sup>[۷]</sup> با در نظر گرفتن کاربرد تمرینات ایزوکینتیک برای اهداف توانبخشی بیماران و یا ورزشکاران آسیب‌دیده و با توجه عدم تفاوت معنادار افزایش شاخص‌های پلاکتی که می‌تواند به نوعی نشان‌دهنده فعالیت پلاکتی باشند، بین دو نوع پروتکل فعالیت ایزوکینتیک در تحقیق حاضر، در صورت تصمیم به استفاده از این نوع تمرینات، ضمن پیشنهاد هر دو پروتکل فعالیت ایزوکینتیک به این افراد می‌توان به آنها اطمینان داد که نگرانی نیز در زمینه استفاده از پروتکل‌های کانستریک و ایستریک برای رخدادهای ناشی از افزایش شاخص‌های پلاکتی نداشته باشند.

## تشکر و قدردانی

مقاله حاضر بر اساس پایان‌نامه سمیه چراغی‌فر به راهنمایی دکتر سجاد احمدی‌زاد می‌باشد. بدین‌وسیله از تمامی کسانی که در انجام تحقیق پیش‌رو ما را یاری نمودند از جمله آزمودنی‌های محترم کمال تشکر را دارم.

## منابع

1. Ghafouri H-B, Saravani S, Shokraneh F. Burden of circulatory system diseases and ignored barriers of knowledge translation. *Journal of cardiovascular and thoracic research*. 2012;4(4):89.##
2. Niknam M, Esmailzadeh A. Dietary Glycemic Index And Glycemic Load In Relation To Mortality From Cardiovascular Disease: a review of epidemiologic evidence. 2012.##

3. Senen K, Topal E, Kilinc E, ten Cate H, Tek I, Karakoc Y, et al. Plasma viscosity and mean platelet volume in patients undergoing coronary angiography. *Clinical hemorheology and Microcirculation*. 2010;44(1):35.##
4. Ahmadizad S, El-Sayed MS. The effects of graded resistance exercise on platelet aggregation and activation. *Medicine and science in sports and exercise*. 2003;35(6):1026-32.##
5. Hiller E. Basic principles of hemostasis. *Modern Hematology*: Springer; 2007. p. 327-45.##
6. Riddel JP, Aouizerat BE, Miaskowski C, Lillicrap DP. Theories of blood coagulation. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*. 2007;24(3):123-31.##
7. Ghanbari A, Tayebi SM. The Effect of a Single Session of Eccentric Resistance Exercise on Some Parameters of White Blood Cells. *Annals of Applied Sport Science*. 2013;1(4):17-26.##
8. El-Sayed MS. Effects of exercise on blood coagulation, fibrinolysis and platelet aggregation. *Sports medicine*. 1996;22(5):282-98.##
9. El-Sayed MS, Sale C, Jones P, Chester M. Blood hemostasis in exercise and training. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(5):918-25.##
10. Wang J-S, Li Y-S, Chen J-C, Chen Y-W. Effects of exercise training and deconditioning on platelet aggregation induced by alternating shear stress in men. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 2005;25(2):454-60.##
11. Ahmadizad S, El-Sayed MS, Maclaren D. Responses of platelet activation and function to a single bout of resistance exercise and recovery. *Clinical hemorheology and Microcirculation*. 2005;35(1-2):159-68.##
12. Ghanbari-Niaki A, Tayebi SM. Effects of a Light Circuit Resistance Exercise Session on Some Hematological Parameters of Male Collage Students. *Annals of Applied Sport Science*. 2013;1(1):6-11.##
13. Creighton BC, Kupchak BR, Aristizabal JC, Flanagan SD, Dunn-Lewis C, Volk BM, et al. Influence of training on markers of platelet activation in response to a bout of heavy resistance exercise. *European journal of applied physiology*. 2013;113(9):2203-9.##
14. Barroso R, Roschel H, Ugrinowitsch C, Araujo R, Nosaka K, Tricoli V. Effect of eccentric contraction velocity on muscle damage in repeated bouts of elbow flexor exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2010;35(4):534-40.##
15. Minetto M, Rainoldi A, Gazzoni M, Ganzit G, Saba L, Paccotti P. Interleukin-6 response to isokinetic exercise in elite athletes: relationships to adrenocortical function and to mechanical and myoelectric fatigue. *European journal of applied physiology*. 2006;98(4):373-82.##
16. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Kraemer RR, Honda Y, Takamatsu K. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *European journal of applied physiology*. 2009;106(5):731-9.##
17. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2002;34(2):364-80.##
18. Komi P, Kaneko M, Aura O. EMG activity of the leg extensor muscles with special reference to mechanical efficiency in concentric and eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*. 1987;8:22-9.##
19. Bonde-Petersen F, Knuttgen HG, Henriksson J. Muscle metabolism during exercise with concentric and eccentric contractions. *Journal of Applied Physiology*. 1972;33(6):792-5.##
20. Bigland-Ritchie B, Woods JJ. Integrated electromyogram and oxygen uptake during positive and negative work. *The Journal of physiology*. 1976;260(2):267-77.##
21. Westing S, Cresswell A, Thorstensson A. Muscle activation during maximal voluntary eccentric and concentric knee extension. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1991;62(2):104-8.##
22. Hamill J, Knutzen KM. *Biomechanical basis of human movement*: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
23. Malm C, Lenkei R, Sjödin B. Effects of eccentric exercise on the immune system in men. *Journal of Applied Physiology*. 1999;86(2):461-8.##
24. Ebenbichler G, Kollmitzer J, Glöckler L, Bochsansky T, Kopf A, Fialka V. The role of the biarticular agonist and cocontracting antagonist pair in isometric muscle fatigue. *Muscle & nerve*. 1998;21(12):1706-13.##
25. El-Sayed MS, Ali ZE-S, Ahmadizad S. Exercise and training effects on blood haemostasis in health and disease. *Sports medicine*. 2004;34(3):181-200.##
26. Peat E, Dawson M, McKenzie A, Hillis WS. The effects of acute dynamic exercise on haemostasis in first class Scottish football referees. *British journal of sports medicine*. 2010;44(8):573-8.##
27. Kratz A, Wood MJ, Siegel AJ, Hiers JR, Van Cott EM. Effects of marathon running on platelet activation markers direct evidence for in vivo platelet activation. *American journal of clinical pathology*. 2006;125(2):296-300.##
28. Aldemir H, Kiliç N. The effect of time of day and exercise on platelet functions and platelet-neutrophil aggregates in healthy male subjects. *Molecular and cellular biochemistry*. 2005;280(1-2):119-24.##
29. Bessman J, Williams L, Gilmer Jr P. Mean platelet volume. The inverse relation of platelet size and count in normal subjects, and an artifact of other particles. *American journal of clinical pathology*. 1981;76(3):289-93.##



- 
30. Buttarello M, Plebani M. Automated blood cell counts state of the art. American journal of clinical pathology. 2008;130(1):104-16.##
31. Tayebi S, agha ah, kiadaliri k, ghorbanalizadeh gf. Assessment of CBC in physical activity and sport: a brief review. 2011.##