اثر یک دوره کوتاه‌مدت تمرین مقاومتی دایره‌ای بر فیبرینوژن و ویسکوزیته پلاسما، و برخی پارامترهای پلاکت خون دختران سالم فعال

سید مرتضی طیبی[۱]✉، محدثه اخوان زنجانی[۲]، عباس قنبری نیاکی[۳]، علیرضا قنبری[۴]

۱. دکتری تخصصی، فیزیولوژی ورزشی، هسته پژوهشی فیزیولوژی تندرستی و فعالیت بدنی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی
۲. کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات رشت
۳. دکتری تخصصی، بیوشیمی ورزشی، گروه بیوشیمی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران
۴. کارشناسی ارشد، فیزیولوژی ورزشی، اداره آموزش و پرورش آمل

تاریخ دریافت مقاله:۹۴/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۶/۲۸

چکیده

هدف: هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای بر فیبرینوژن پلاسما، ویسکوزیته پلاسما و برخی از پارامترهای پلاکت خون در دختران دانشگاهی بود. **روش شناسی:** تعداد ۲۰ دانشجوی تربیت‌بدنی دختر که در فاز لوتئال از دوره قائدگی خود قرار داشتند، توسط فراخوان انتخاب و (به دلیل ریزش نمونه‌ها طی تحقیق) بطور تصادفی در دو گروه ۹ و ۸ نفره تمرین مقاومتی و کنترل قرار گرفتند.گروه تجربی به مدت هفت روز متوالی یک ورزش مقاومتی دایره‌ای شامل ۱۰ حرکت با شدت ۶۰٪ یک تکرار بیشینه و مدت ۲۰ ثانیه برای هر حرکت را در ۴ دور انجام دادند، که هر جلسه با گرم کردن و سرد کردن ۳۲ الی ۴۰ دقیقه طول کشید. نمونه‌های خونی جهت اندازه‌گیری فیبرینوژن پلاسما، ویسکوزیته پلاسما، PLT، MPV، PDW و PLC-R در ۲۴ ساعت قبل از شروع جلسه اول و ۲۴ ساعت پس از جلسه هفتم در شرایط ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه گرفته شد. **نتایج:** تحلیل واریانس برای اندازه‌گیری مکرر نشان داد که فیبرینوژن پلاسما، ویسکوزیته پلاسما، PLT، MPV و PLC-R دختران افزایش معناداری در اثر ۷ جلسه متوالی تمرین مقاومتی دایره‌ای یافت؛ ولیکن PDW تغییر معناداری نکرد. **نتیجه‌گیری:** تمرین مقاومتی دایره‌ای موجب افزایش فاکتورهای هماتولوژیک انعقادی و رئولوژیک پلاسما شد که احتمالاً می‌تواند در دراز مدت سلامت قلبی- عروقی را تحت تأثیر قرار دهد. لذا پیشنهاد می‌شود در استفاده از تمرینات مقاومتی دایره‌ای برای دختران، از استراحت بین جلسات جهت ریکاوری و ایجاد فرصت برای سازگاری کوتاه‌مدت در نظر گرفته شود.

کلید واژه‌ها: تمرینات کوتاه مدت، تمرینات مقاومتی، تمرینات دایره‌ای، فیبرینوژن پلاسما، ویسکوزیته پلاسما.

Short-Term Effect of Circuit Resistance Exercise on Plasma Fibrinogen and Viscosity, and some Platelet Parameters of Young Female Students

Abstract

Purpose: The aim of this study was to see the effect of 7 sessions of circuit resistance exercise in consecutive days on plasma fibrinogen and viscosity, and some platelet parameters of young female students. **Methods:** Twenty volunteer female students in luteal phase of the menstrual cycle were selected and randomly divided into two groups of experimental and control. Experimental group were performed a circuit resistance exercise including 10 nonstop exercise with 60% one repeat maximum in 4 round (20s for each exercise, and 3 min for between round rest). Each session was took 32-40 min with warm up and cool down. Blood sampling was taken 24h before and after first and seventh session of training respectively in 12h overnight fast condition to assay plasma fibrinogen, platelet counts (PLT), mean platelet volume (MPV), platelet distribution width (PDW), and platelet large cell rate (PLC-R). Plasma viscosity was calculated. **Results:** Plasma fibrinogen, plasma viscosity, PLT, MPV, and PLC-R elevated significantly affected by 7 consecutive sessions of circuit resistance training; but PDW didn't change significantly. **Conclusion:** Circuit resistance training increased haematological and rheological plasma parameters of coagulation that could possibly affect the long-term cardiovascular health. So, female students must use the between sessions rest for appropriate recovery from circuit resistance exercise. It could be useful for short term adaptation.

Key words: Short term Training, Resistance Training, Circuit Training, Plasma Fibrinogen, and Plasma Viscosity.

✉ **نویسنده مسئول:** سید مرتضی طیبی تماس: ۰۲۱۴۸۳۹۴۱۳۱
ایران، تهران، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
پست الکترونیکی tayebism@gmail.com، tayebism@atu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بیماری قلبی- عروقی (CVD)[1] بویژه بیماری کرونر قلب[2] و آترواسکلروز[3] از مشکلات مخاطر آمیز مرگ آور در دنیای صنعتی امروزه که ناشی از تغذیه نامناسب و بی تحرکی[4] می‌باشد. علت‌های شناخته شده آن به دو گروه اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند. علل اصلی عبارتند از: پرفشاری خون، دیابت، نشانگان متابولیک، چاقی و اضافه وزن، کم تحرکی، اختلالات لیپیدها مثل افزایش کلسترول و تری گلیسیریدها، HDL[5] پایین، استرس، تنش‌های شغلی و عصبانیت و جنسیت (مرد بودن) (۱). البته در سال‌های اخیر موارد دیگری را به علل اصلی افزوده اند: اختلال‌های التهابی در بدن، افزایش عواملی مثل فیبرینوژن[6]، افزایش انعقادپذیری پلاکت‌ها هم می‌توانند میزان پلاک را افزایش دهند (۲). به عبارت دیگر، فاکتورهای اصلی بیماری قلبی در جوانان فاقد عوامل خطرزای کلاسیک (مانند افزایش چربی، فشارخون بالا و دیابت)، تغییرات ویسکوزیته پلاسما، فیبرینوژن، افزایش غلظت خون و نهایتاً افزایش شکل‌گیری لخته و ترومبوز[7] می‌باشد (۳). بطوریکه یکی از راهکارهای پیشنهادی انجمن قلب آمریکا اندازه‌گیری شاخص التهابی هشداردهنده فیبرینوژن پلاسما بود (۲, ۴)، زیرا در تجمع پلاکت‌ها، فرآیندهای انعقادی، ویسکوزیته خون و تجمع سلول‌های قرمز خون نقش عمده‌ای را ایفا می‌کند (۵). ویسکوزیته خون به چسبندگی و ضخامت خون بستگی دارد و مقاومت در برابر جریان خون هنگامی زیاد می‌شود که هماتوکریت بالا باشد. در واقع می‌توان گفت هماتوکریت، ویسکوزیته و غلظت خون با یکدیگر رابطه مستقیمی دارد و با حجم پلاسما رابطه معکوس دارد (۶, ۷).

تأثیر فعالیت ورزشی بر کاهش عوامل مخاطره‌آمیز قلبی- عروقی و افزایش متغیرهای فوق الذکر نیز مورد توافق عموم قرار دارد. اما تأثیر ورزش بر این شاخص‌ها به مدت، شدت و نوع فعالیت بدن وابسته می‌باشد (۸, ۹). طبق نتایج مطالعات متعدد سن و جنس آزمودنی‌ها و نوع و مدت و شدت تمرین عوامل مؤثری در پاسخ فیبرینوژن به ورزش می‌باشد. فیبرینوژن ارتباط مستقیمی با استرس، چاقی و LDL-c و ارتباط معکوسی با HDL-c دارد. بنابرین افزایش HDL-c و کاهش LDL-c، استرس و درصد چربی که در نتیجه تمرینات هوازی حاصل می‌شود، می‌تواند موجب کاهش فیبرینوژن و در نتیجه کاهش بیماری قلبی- عروقی شود (۵).

برخی مطالعات نیز اثر تمرینات حاد را مورد بررسی قرار داده‌اند. پس از یک جلسه تمرین مقاومتی اکسنتریک (اکستنشن آرنج، ۸۰٪ یک تکرار بیشینه، هر دور ۸ تا ۱۰ تکرار و هر تکرار ۱۰ تا ۱۵ ثانیه، ۶ دور) تغییر معناداری در فیبرینوژن پلاسما و شاخص‌های پلاکت مردان جوان دانشگاهی یافت نشد (۱۰). در مطالعه یک جلسه تمرین با وزنه با سه ست ۵ تا ۷ تکراری در شش حرکت با شدت ۸۰٪ یک تکرار بیشینه بر روی بیست و یک مرد سالم، حجم پلاسما ۱۰/۱ ٪ بعد از تمرین با وزنه کاهش یافت. فیبرینوژن به طور معنی‌داری بعد از تمرین مقاومتی افزایش داشت. ویسکوزیته پلاسما نیز بلافاصله پس از تمرین افزایش یافت و در انتهای دوره ریکاوری کاهش نشان داد. با وجود این، تغییرات هومرئولوژیک ناشی از تمرین مقاومتی در افراد عادی سالم موقتی بود و بعد از سی دقیقه پس از پایان فعالیت به حالت اولیه برگشت (۱۱). در مطالعه دیگر بررسی اثرات شدت تمرینات قدرتی بر متغیرهای خونی، آزمودنی‌های پژوهش، ۴ تمرین شامل تمرینات بالاتنه و پائین تنه را به طور تصادفی با شدت‌های ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد 1Rm انجام دادند. تمرینات در ۳ دوره، شدت ۸۰٪ با ۱۰ تکرار، ۶۰٪ با ۷ تکرار و ۴۰ درصد با ۵ تکرار انجام شد و یک دقیقه در بین دوره‌ها استراحت در نظر گرفته شد. نتایج نشان دادکه حجم پلاسما پس از همه شدت‌های تمرینی کاهش یافت اگر چه تفاوت بین ۳ آزمون معنادار نبود، اما این کاهش حجم پلاسما پس از تمرین با شدت ۸۰٪یک تکرار بیشتر بود. گران‌روی یا ویسکوزیته نیز بطور معناداری افزایش داشت. غلظت فیبرینوژن درهر ۳ تمرین افزایش معناداری داشت. اما این افزایش غلظت فیبرینوژن بین شدت‌های مختلف تمرین تفاوت معناداری نداشت (۱۲).

اما در خصوص تمرینات کوتاه مدت اطلاعات کمی در دسترس است. پس از ۲ هفته (۵ جلسه در هفته) تمرین

Archive of SID
www.SID.ir

مقاومتی شامل ۱۲ ایستگاه (هر ایستگاه ۳۰ ثانیه با شدت ۴۰٪ یک تکرار بیشینه) کاهش معناداری در فیبرینوژن پلاسما و ویسکوزیته پلاسمای مردان جوان دانشگاهی مشاهده شد (۱۳). در بررسی اثر همزمان درازونشست و پیاده روی بر فیبرینوژن پلاسمایی و ویسکوزیته پلاسما گزارش شد که ۳۰ دقیقه درازونشست به همراه ۱۵ دقیقه پیادروی به مدت ۴ هفته و هر هفته ۴ جلسه سبب کاهش فیبرینوژن پلاسمایی و ویسکوزیته پلاسما شد؛ ولیکن ۱۵ دقیقه درازونشست به همراه ۳۰ دقیقه پیاده‌روی نتوانست تغییری ایجاد کند؛ بطوریکه تفاوت بین دو گروه نیز معنادار بود (۱۴). از سوی دیگر، در بررسی اثر یک ماه تمرینات هرمی در مردان جوان بی‌تمرین، هیچ تغییر معناداری در فیبرینوژن پلاسما گزارش نشد، در حالی که ویسکوزیته پلاسما کاهش معناداری پیدا کرد (۱۵). اما زنان ایرانی، به دلیل عقاید مذهبی موجود در کشور، دارای موقعیت‌های کمی برای شیوه فعال زندگی هستند؛ از این رو حتی با وجود سلامتی ممکن است در خطر باشند. بطوریکه بیماری قلبی عروقی در میان زنان به تنهایی حدود یک سوم مرگ و میرها را به خود اختصاص داده است (۱۶).

لذا با توجه به محدود بودن مطالعات موجود در خصوص تأثیر تمرین کوتاه مدت تمرینات مقاومتی بر فیبرینوژن و ویسکوزیته پلاسما، تناقض در نتایج مطالعات ذکر شده و همچنین مطالعات در گروه زنان به برخی دلایل خاص در صدد بر آمدیم تا به سه سوال پاسخ دهیم: ۱- آیا فیبرینوژن پلاسما به عنوان شاخص انعقادی خون، ویسکوزیته پلاسما به عنوان شاخص رئولوژیک خون، پلاکت خون و برخی شاخص‌های ریخت شناسی آن در تمرین کوتاه مدت مقاومتی دایره‌ای تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

روش پژوهش

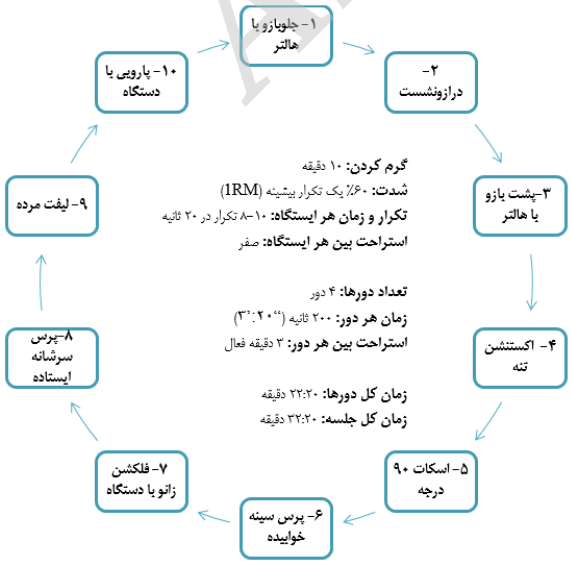
روش اجرای تحقیق از نوع نیمه تجربی، با طرح پیش و پس آزمون، و با حضور گروه‌های تجربی و کنترل بود.

آزمودنی‌ها و نحوه جمع آوری اطلاعات

۲۰ نفر از دانشجویان تربیت بدنی دختر شاغل به تحصیل در دانشگاه غیرانتفاعی شمال که در فاز لوتئال از دوره قائدگی خود قرار داشتند، توسط فراخوان انتخاب و (به دلیل ریزش نمونه‌ها طی تحقیق) بطور تصادفی در دو گروه تمرین مقاومتی (۹ نفر) و کنترل (۸ نفر) قرار گرفتند. معیارهای ورود و خروج در پژوهش شامل عدم مصرف کافئین، الکل، سیگار، تنباکو و مکمل‌های ضد اکسایشی؛ و عدم سابقه هر گونه بیماری اثرگذار بر عوامل خون شناسی و مصرف داروهای ضد التهابی بود و نمونه‌ها باید حداقل در ۲ ماه گذشته هیچ گونه فعالیت مقاومتی نداشته باشند. سه نفر به خاطر خونریزی قاعدگی از تحقیق کنار گذاشته شدند.

آزمون‌های اندازه‌گیری

کلیه آزمودنی‌ها دو هفته قبل از اجرای آزمایش آزمودنی‌ها جهت تعیین رکوردهای 1RM و همچنین برای آشنایی با نحوه آزمایش در سه جلسه غیرمتوالی به محل تمرین برده شدند؛ بطوریکه پس از گرم کردن عمومی و اختصاصی، برای هر حرکت ۳ مرتبه در نظر گرفته شد تا به رکورد واقعی خود برسند. پس از آخرین جلسه تمرین یک هفته به آن‌ها استراحت مطلق داده شد؛ بطوریکه حتی در کلاس‌های عملی دانشگاه نیز حضور نیافتند. سپس جلسات تمرین اصلی شروع شد. تمرین مقاومتی که در نظر گرفته شد، به شکل دایره‌ای یا ایستگاهی اجرا شد. تعداد ۱۰ ایستگاه طراحی گردید (شکل ۱).



شکل ۱. پروتکل تمرینی

Archive of SID
www.SID.ir

نمونه گیری‌های خون

نمونه‌های خون ۲۴ ساعت قبل از جلسه اول و ۲۴ ساعت پس از جلسه هفتم در آزمایشگاه توسط شیشه‌های خلاء حاوی ماده ضدانعقاد و سوزن‌های ونوجکت از ورید بازویی افراد در حالی که در وضعیت نشسته قرار داشتند، جمع‌آوری شد تا اندازه‌گیری‌های عوامل مذکور انجام شود. همچنین به منظور همسان شدن شرایط تغذیه‌ای افراد، قبل از تمرین و احتمال تأثیرگذاری آن بر روی متغیرها از افراد خواسته شد، برای مدت حداقل ۱۲ ساعت ناشتا باشند. فیبرینوژن پلاسما با استفاده از کیت فیبرینوژن (مهسا یاران) و به روش انعقادی با دستگاه کواگولامتری از اتحادیه اروپا- کاپ ریز واسترینگبار اندازه‌گیری شد. ویسکوزیته پلاسما با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (۱۷):

ویسکوزیته پلاسما = 1.352 + 0.0167 × TC (mmol) + 0.0285 × fibrinogen (g/l) + 0.0054 × TG (mmol) + 0.00318 × hematocrit – 0.03 × HDL-C (mmol)

متغیرهای Hct، PLT، MPV، PDW و PLC-R توسط سیستم خودکار هماتولوژی آنالایزر Sysmex(kx-21) اندازه‌گیری شد.

تحلیل‌های آماری

در ابتدا به منظور استفاده از آزمون‌های پارامتریک مناسب به بررسی مفروضه طبیعی بودن توزیع داده‌ها[۸]، کرویت[۹]، و برابری واریانس‌های خطا[۱۰] به ترتیب با استفاده از آزمون‌های کلموگروف- اسمیرنوف یک نمونه‌ای[۱۱]، ماوکلی[۱۲]، و لیون[۱۳] پرداختیم. جهت تعیین اثرات درون گروهی [اثر هر یک از متغیرهای انعقادی (متغیر وابسته)، و اثر متقابل آن‌ها با متغیر مستقل گروه (متغیر وابسته × گروه)] و همچنین اثرات بین گروهی [مقایسه بین دو گروه تجربی و کنترل] از روش آماری تحلیل واریانس اندازه گیری‌های مکرر استفاده گردید. کلیه اطلاعات با بهره‌گیری از نرم افزار آماری SPSS پردازش گردید. اطلاعات به صورت میانگین بعلاوه/ منهای (±) خطای استاندارد میانگین برداشته شده است. سطح معنی‌داری $p \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج

یافته‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ بطور خلاصه آورده شده است.

جدول ۱. توصیف نیمرخ مورفولوژیک نمونه‌ها

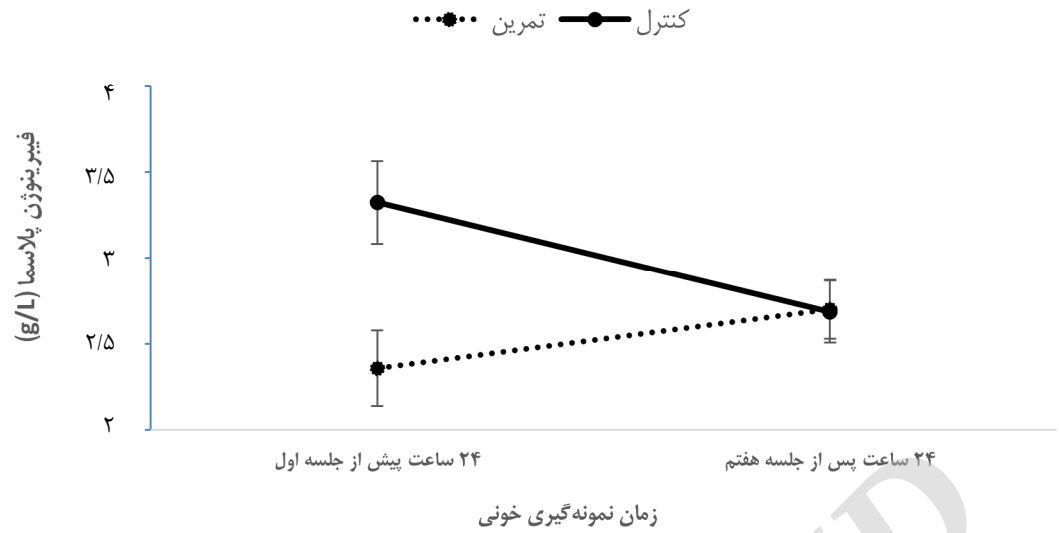
متغیر	گروه‌ها	خطای استاندارد ± میانگین
وزن (کیلوگرم)	تمرین	۵۷/۱۱ ± ۲/۵۷
	کنترل	۵۹/۸۷ ± ۳/۱۸
قد (سانتی‌متر)	تمرین	۱۶۳/۶۶ ± ۱/۷۸
	کنترل	۱۶۳/۶۲ ± ۲/۱۴
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور متر)	تمرین	۲۱/۲۶ ± ۰/۶۸
	کنترل	۲۲/۲۶ ± ۰/۸۲
ضربان قلب استراحت (ضربه در دقیقه)	تمرین	۷۵/۳۳ ± ۱/۴۵
	کنترل	۷۶/۵۰ ± ۱/۵۰
سن (سال)	تمرین	۲۲/۵۵ ± ۰/۶۸
	کنترل	۲۲/۷۵ ± ۰/۴۵

برای فیبرینوژن پلاسما، اثر متقابل زمان و گروه معنادار شد ($F = ۸/۲۱۵$ ،$p = ۰/۰۱۲$)؛ که در نمودار ۲ قابل مشاهده می‌باشد. به عبارت دیگر، فیبرینوژن پلاسمای در سازگاری کوتاه‌مدت به ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای در هر دو گروه تمرین و کنترل بطور معناداری تغییر نکرد؛ ولی با توجه به تفاوت معنادار بین دو گروه در سطوح پایه، و کاهش و افزایش غیرمعنادار به ترتیب در گروه‌های کنترل و تمرین، سطوح این دو به هم نزدیک شد.

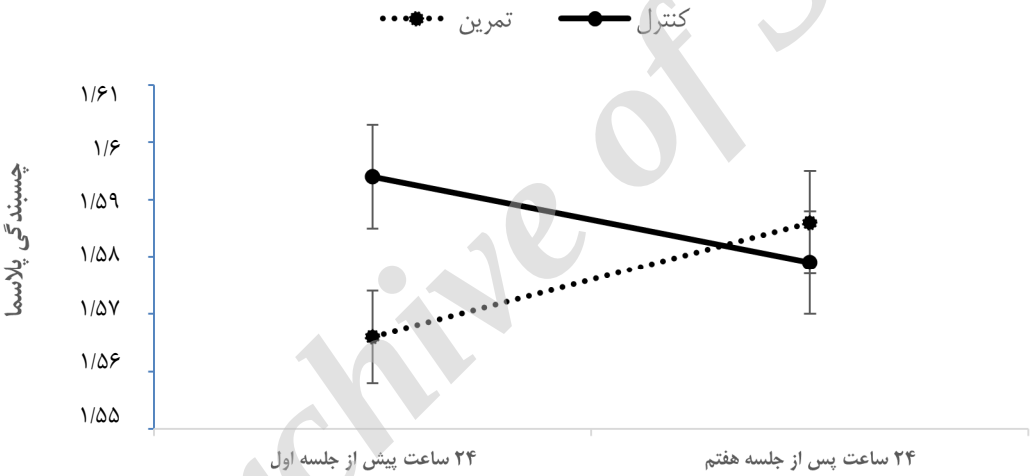
برای ویسکوزیته پلاسما، اثر متقابل زمان و گروه معنادار شد ($F = ۴/۷۶۲$ ،$p = ۰/۰۴۵$)؛ که در نمودار ۳ قابل مشاهده می‌باشد. به عبارت دیگر، ویسکوزیته پلاسمای در سازگاری کوتاه‌مدت به ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای در هر دو گروه تمرین و کنترل بطور معناداری تغییر نکرد؛ ولی با توجه به تفاوت معنادار بین دو گروه در سطوح پایه، و کاهش و افزایش غیرمعنادار به ترتیب در گروه‌های کنترل و تمرین، سطوح این دو به هم نزدیک شد.

برای Hct اثر متقابل زمان و گروه معنادار شد ($F = ۲۰/۳۶۴$ ،$p = ۰/۰۰۰۱$)؛ به عبارت دیگر، Hct در سازگاری کوتاه‌مدت به ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای در گروه کنترل بطور معناداری تغییر نکرد؛ ولی افزایش معناداری در گروه و تمرین داشت (جدول ۲).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲. اثر ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای بر فیبرینوژن پلاسمای دختران جوان دانشگاهی.
*: معناداری اثر متقابل زمان و گروه در سطح ۰/۰۵ ≥ p.



شکل ۳.. اثر ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای بر ویسکوزیته پلاسمای دختران جوان دانشگاهی.
*: معناداری اثر متقابل زمان و گروه در سطح ۰/۰۵ ≥ p.

برای PLT اثر متقابل زمان و گروه معنادار شد (p=۰/۰۲۹، F = ۵/۸۴۳)؛ به عبارت دیگر، PLT در سازگاری کوتاه‌مدت به ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای در هر دو گروه تمرین و کنترل بطور معناداری تغییر نکرد؛ ولی با توجه به کاهش و افزایش غیرمعنادار به ترتیب در گروه‌های کنترل و تمرین، سطوح این دو روند کاملاً عکس هم به خود گرفت (جدول ۲). برای MPV، اثر متقابل زمان و گروه معنادار شد (p = ۰/۰۰۱، F = ۱۸/۱۵۹)؛ به عبارت دیگر، MPV در سازگاری کوتاه‌مدت به ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای در هر دو گروه تمرین و کنترل بطور معناداری تغییر نکرد؛ ولی با توجه به کاهش و افزایش غیرمعنادار به ترتیب در گروه‌های کنترل و تمرین، سطوح این دو از هم دور شد و اختلاف معناداری با هم پیدا کرد (جدول ۲). برای PDW، اثر متقابل زمان و گروه معنادار نبود (p=۰/۳۰۸، F=۱/۱۱۵)؛

Archive of SID
www.SID.ir

به عبارت دیگر، بطوریکه ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای بر PDW دختران جوان دانشگاهی تأثیر معناداری ندارد (جدول ۲). برای PLC-R، اثر متقابل زمان و گروه معنادار شد ($p = ۰/۰۰۳$، $F = ۱۲/۶۳۳$)؛ به عبارت دیگر، PLC-R در سازگاری کوتاه‌مدت به ۷ جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای در هر دو گروه تمرین و کنترل بطور معناداری تغییر نکرد؛ ولی با کاهش و افزایش غیرمعنادار به ترتیب در گروه‌های کنترل و تمرین، سطوح این دو از هم دور شد و تفاوت معناداری پیدا کرد (جدول ۲).

بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر مشاهده شد که ویسکوزیته پلاسمای دختران افزایش معناداری در اثر ۷ جلسه متوالی تمرین مقاومتی دایره‌ای یافت. یکی از سازوکارهای عمده، تغییرات حجم پلاسما و هماتوکریت خون است. هماتوکریت یکی از تعیین کننده‌های اصلی ویسکوزیته خون می‌باشد (۱۸). در تحقیق حاضر هماتوکریت گروه تجربی افزایش معناداری یافت، از این رو با افزایش غلظت خون، افزایش ویسکوزیته پلاسما متصور می‌گردد. از سوی دیگر، حجم پلاسما در تحقیق حاضر کاهش یافت (۱۹) که باز هم به دلیل کاهش بخش مایع خون، افزایش ویسکوزیته دور از انتظار نخواهد بود.

سازوکار بعدی تغییرات فیبرینوژن می‌تواند باشد. از آن‌جایی‌که مکانسیم روشنی از عملکردهای فیبرینوژن و ارتباط آن با دیگر عوامل متابولیکی هنوز به درستی مشخص نشده است، توضیح نتایج متناقض تحقیقات به درستی امکان‌پذیر نمی‌باشد. فیبرینوژن به عنوان بزرگترین پروتئین پلاسما و یکی از تعیین کننده‌های اصلی ویسکوزیته خون و پلاسما است (۱۵). در تحقیق حاضر فیبرینوژن پلاسما در اثر ۷ جلسه متوالی تمرین مقاومتی دایره‌ای افزایش معناداری یافت. سازوکارهای دیگر در تغییرات فیبرینوژن افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک و تغییر در پروفیل‌های چربی آزمودنی‌ها می‌باشد (۲۰). در پژوهش حاضر، در آزمودنی‌های گروه تمرین هوازی نیم‌رخ چربی کاهش اندکی یافت. اما به نظر نمی‌توان افزایش فیبرینوژن را به کاهش نیم‌رخ چربی نسبت داد. زیرا فیبرینوژن ارتباط مستقیمی با استرس، چاقی، LDL و ارتباط معکوسی با HDL دارد (۵)؛ اما، در این تحقیق کاهش معنادار LDL-c (۱۹) و افزایش معنادار فیبرینوژن مشاهده شد. افزایش سطح پلاسمایی فیبرینوژن، که در حدود ۵٪ از غلظت پروتئین‌های پلاسما را تشکیل می‌دهد، با افزایش تعامل پلاکت‌ها با دیواره عروقی و تشدید اختلالات همودینامکی موجب افزایش ویسکوزیته خون و

جدول ۲. مقایسه تغییرات برخی شاخص‌های پلاکت خون توسط تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر

متغیرها	گروه	خطای استاندارد ± میانگین		اثر متقابل گروه و زمان (F)
		۲۴ ساعت پیش از جلسه اول	۲۴ ساعت پس از جلسه هفتم	
هماتوکریت (Hct) ٪	تجربی	۳۸/۸۵ ± ۰/۶۶	۴۰/۴۱ ± ۱/۰۲	۲۰/۳۶۴**
	کنترل	۳۸/۷۶ ± ۰/۷۰	۳۸/۵۸ ± ۱/۰۸	
تعداد پلاکت (PLT) $\times 10^3$ µL	تجربی	۱۸۵/۱۱ ± ۱۰/۵۴	۲۰۴/۱۱ ± ۹/۹۲	۸/۸۴۳*
	کنترل	۱۹۶/۵۰ ± ۱۱/۸۱	۲۰۴/۱۱ ± ۱۰/۵	
میانگین حجم پلاکتی (MPV) fL	تجربی	۱۰/۲۵ ± ۰/۳۵	۱۰/۹۳ ± ۰/۳۶	۱۸/۱۵۹**
	کنترل	۱۰/۱۶ ± ۰/۳۷	۹/۸۱ ± ۰/۳۸	
میانگین پهنای پلاکتی (PDW) fL	تجربی	۱۳/۴۵ ± ۰/۶۷	۱۴/۲۸ ± ۰/۷۳	۱/۱۱۵
	کنترل	۱۲/۴۳ ± ۰/۷۱	۱۲/۶۱ ± ۰/۷۸	
نسبت پلاکت‌های بزرگ (PLC-R) %	تجربی	۲۸/۲۶ ± ۲/۷۲	۳۲/۶۵ ± ۲/۷۵	۱۲/۶۳۳**
	کنترل	۲۶/۵۳ ± ۲/۸۸	۲۴/۴۲ ± ۲/۹۲	

*: معناداری در سطح $p < ۰/۰۵$. **: معناداری در سطح $p < ۰/۰۱$.

Archive of SID
www.SID.ir

پلاسما می‌شود (۱۸)؛ بطوریکه به خوبی مشخص شده است که افزایش تجمع پلاکتی موجب افزایش ویسکوزیته خون می‌شود (۲۱). در تحقیق حاضر مشاهده شد که PLT، MPV و PLC-R دختران افزایش معناداری در اثر ۷ جلسه متوالی تمرین مقاومتی دایره‌ای یافت، ولیکن PDW تغییر معناداری نکرد. همانطور که می‌دانیم پلاکت‌ها بطور بارز نقش مهمی را در فرآیند تشکیل لخته خون ایفا می‌کنند (۲۲) و حتی نقشی را در تعدیل فرآیندهای التهابی در تعامل با لکوسیتها توسط رهایی سایتوکان‌ها و دیگر تنظیم کننده‌های التهاب دارا هستند (۲۳-۲۶) از طرف دیگر، زمانی که تعداد پلاکت‌ها تحت وضعیت‌هایی در بدن افزایش می‌یابد، اندازه متوسط پلاکت یا همان MPV نیز بزرگ تر می‌شود؛ به عبارت دیگر، از نتیجه سنجش MPV می‌توان در مورد تولید پلاکت در مغز استخوان استنتاج کرد. همچنین با افزایش معنادار MPV همراه باشد، شاید بتوان نتایج را بطور احتمالی به فعال شدن پلاکت‌ها و شروع روند انعقاد خون در ایشان نسبت دادند (۲۷). شاخص PLC-R نیز نشان دهنده نسبت پلاکت‌های زیاد و متجاوز از ۱۲ fL است. اما سازوکار افزایش میزان پلاکت (مستقل از تغییرات حجم پلاسما) بطور فرضی می‌تواند به دلیل بازگشت خون از بستر عروقی طحال، مغز استخوان و همچنین تجمع گردش خون درون عروق ریوی، به عضلات درگیر باشد (۲۸)، زیرا در تحقیقات گزارش شده است که تزریق اپی‌نفرین موجب انقباض قوی طحال شد، یعنی جایی که حدود یک سوم پلاکت‌ها در آن ذخیره است؛ این مکانیزم می‌تواند دلیل افزایش زیاد میزان گردش پلاکت در ورزش را توضیح بدهد (۱۸).

در مجموع نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی دایره‌ای اگرچه موجب افزایش حجم خون (منعکس‌شده توسط افزایش هماتوکریت) شد، اما همچنین موجب افزایش فاکتورهای هماتولوژیک انعقادی و رئولوژیک پلاسما شد که احتمالاً می‌تواند بطور منفی در دراز مدت سلامت قلبی- عروقی را تحت تأثیر قرار دهد. در این راستا پیشنهاد می‌شود در استفاده از تمرینات مقاومتی دایره‌ای برای دختران، از استراحت بین جلسات جهت ریکاوری و ایجاد فرصت برای سازگاری کوتاه مدت در نظر گرفته شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Cardiovascular disease (CVD)
2. Coronary Heart Disease
3. Atherosclerosis
4. Inactivity
5. High-density lipoproteins
6. Fibrinogen
7. Thrombosis
8. Normal Distribution
9. Sphericity
10. Equality of Error Variances
11. One-Sample K-S
12. Mauchly's Test
13. Levene's Test

منابع

1. Ogata Y, Taniguchi N. [Vascular function tests and new technology in the early phase of atherosclerosis]. Rinsho byori The Japanese journal of clinical pathology. 2012;60(9):887-94.
2. Gill JMR, Caslake MJ, McAllister C, Tsofliou F, Ferrell WR, Packard CJ, et al. Effects of Short-Term Detraining on Postprandial Metabolism, Endothelial Function, and Inflammation in Endurance-Trained Men: Dissociation between Changes in Triglyceride Metabolism and Endothelial Function. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2003;88(9):4328-35.
3. El-Sayed MS, El-Sayed Ali Z, Ahmadizad S. Exercise and training effects on blood haemostasis in health and disease: an update. Sports Med. 2004;34(3):181-200.
4. Ridker PM, Rifai N, Rose L, Buring JE, Cook NR. Comparison of C-Reactive Protein and Low-Density Lipoprotein Cholesterol Levels in the Prediction of First Cardiovascular Events. New England Journal of Medicine. 2002;347(20):1557-65.
5. Prerost MR. Correlation of homocysteine concentration with plasma fibrinogen and physical activity in males with coronary artery disease: Virginia Polytechnic Institute and State University; 1997.
6. Coppola L, Grassia A, Coppola A, Tondi G, Peluso G, Mordente S, et al. Effects of a moderate-intensity aerobic program on blood viscosity, platelet aggregation and fibrinolytic balance in young and middle-aged sedentary subjects. Blood Coagulation & Fibrinolysis. 2004;15(1):31-7.
7. Hitosugi M, Kawato H, Nagai T, Ogawa Y, Niwa M, Iida N, et al. Changes in blood viscosity with heavy and light exercise. Medicine, science, and the law. 2004;44(3):197-200.

Archive of SID
www.SID.ir

8. Expert Panel on Detection E, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults,,. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). Jama. 2001;285(19):2486-97.
9. Hokanson JE, Austin MA. Plasma triglyceride level is a risk factor for cardiovascular disease independent of high-density lipoprotein cholesterol level: a meta-analysis of population-based prospective studies. Journal of cardiovascular risk. 1996;3(2):213-9.
10. Ghanbari AL, Tayebi SM, Delrouz H. The effect of a single session eccentric resistance exercise on some blood coagulation factors of inactive male students. Sci J Iran Blood Transfus Organ. 2011;8(3):195-206 [Article in Farsi].
11. Ahmadizad S, El-Sayed MS. The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood rheology. Journal of sports sciences. 2005;23(3):243-9.
12. Ahmadizad S, El-Sayed MS, Bassami M, MacLaren DPM. Effects of resistance exercise intensity on the main determinants of blood rheology. Cellular & Molecular Biology Letters. 2004;9(Supplement 2):69-71.
13. Ghanbari–Niaki A, Saeidi A, Aliakbari-Beydokhti M, Ardeshiri S, Kolahdouzi S, Chaichi MJ, et al. Effects of Circuit Resistance Training with Crocus Sativus (Saffron) Supplementation on Plasma Viscosity and Fibrinogen. Annals of Applied Sport Science. 2015;3(2):1-10.
14. Ghanbari Niaki A, Ahmadi KG, Farhad , Roohbakhsh E, Ramezani H. Changes in fibrinogen levels, plasma viscosity and insulin resistance after 4 weeks of combined sit-up and walking training. Annals of Applied Sport Science. 2015;3(1 (Special Issue: First National Congress of "New Scientific Consequence for Iran's Sport Development" (Lahijan Branch, Islamic Azad University, 2014, 10-11 December)):71-3.
15. Ghanbari-Niaki A, Behzad Khameslo M, Tayebi SM. Effect of Pyramidal Training on Plasma Lipid Profile and Fibrinogen, and Blood Viscosity of Untrained Young Men. Annals of Applied Sport Science. 2013;1(3):47-56.
16. Rasaei MJ, Gaeini AA, Nazem F. Hormon Adaptation to Exercise and Training. Tehran: Tarbiat Modares University, scientific works publishing office; 1992. 208 [Book in Farsi] p.
17. Eterović D, Pintarić I, Tocilj J, Reiner Z. Determinants of plasma viscosity in primary hyperlipoproteinemias. Clinical Hemorheology and Microcirculation. 1995;15(6):841-50.
18. El-Sayed MS, Ali N, El-Sayed Ali Z. Haemorheology in exercise and training. Sports Med. 2005;35(8):649-70.
19. Tayebi SM, Mottaghi S, Mahmoudi SA, Ghanbari-Niaki A. The Effect of a Short-Term Circuit Resistance Training on Blood Glucose, Plasma Lipoprotein and Lipid Profiles in Young Female Students. Jentashapir Journal of Health Research. 2016;7(5):e33899.
20. Jahangard T, Torkaman G, Goosheh B, Hedayati M, Dibaj A. The Acute and Permanent Effects of Short Term Aerobic Training on Coagulation & Fibrinolytic Factors and Lipid Profiles in Postmenopausal Women. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2009;11(3):273-83 [Article in Farsi].
21. Jayalalitha G, Shanthoshini Deviha V, Uthayakumar R. Fractal model for blood flow in cardiovascular system. Computers in Biology and Medicine. 2008;38(6):684-93.
22. Brinkhous KM, Shermer RW, Mostofi FK. The Platelet: Williams & Wilkins; 1971. 420 p.
23. Diacovo TG, Puri KD, Warnock RA, Springer TA, von Andrian UH. Platelet-mediated lymphocyte delivery to high endothelial venules. Science (New York, NY). 1996;273(5272):252-5.
24. Iannacone M, Sitia G, Isogawa M, Marchese P, Castro MG, Lowenstein PR, et al. Platelets mediate cytotoxic T lymphocyte-induced liver damage. Nature medicine. 2005;11(11):1167-9.
25. Wagner DD, Burger PC. Platelets in inflammation and thrombosis. Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology. 2003;23(12):2131-7.
26. Weyrich AS, Zimmerman GA. Platelets: signaling cells in the immune continuum. Trends in immunology. 2004;25(9):489-95.
27. Ghanbari-Niaki A, Tayebi SM, Ghorbanalizadeh F, Ghaziani , Hakimi J. Effect of a single Session of Weight-Circuit Exercise on Hematological changes of Physical education Students. Journal of sports sciences. 2005;1(2):77-88 [Article in Farsi].
28. Ghorbanalizadeh-Ghaziani F, Hojat S, Tayebi SM, Khodaparast-Sarashkeh S, editors. Effect of a single session circuit resistance exercise on white blood cell and its variables in young weight-lifters and male physical education students. 1st International Congress of New Perspective and Innovations in Physical Education and Sport Sciences; 2007; Islamic Azad University-Researches Center, Tehran, Iran.

Archive of SID
www.SID.ir