



دانشگاه شهید بهشتی

فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی

بهار و تابستان ۱۳۹۷، دوره ۱۱، شماره ۱، صفحه‌های: ۴۵-۵۸

اثر شش هفته تمرین مقاومتی با ترتیب‌های حرکتی متفاوت بر متغیرهای هماتولوژیک دختران دارای اضافه‌وزن

داریوش شیخ‌الاسلامی وطنی، فریبا فلاحی*، روناک تابعی

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

پذیرش مقاله: ۹۶/۳/۶

اصلاح مقاله: ۹۶/۲/۱۶

دریافت مقاله: ۹۵/۷/۴

هدف: فعالیت ورزشی می‌تواند تغییرات هماتولوژیک مختلفی ایجاد کرده و بر برخی شاخص‌های خونی تأثیرگذار باشد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر شش هفته تمرین مقاومتی با ترتیب حرکتی متفاوت بر تغییرات هماتولوژیک (شامل هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز، تعداد گلبول‌های سفید، میانگین حجم گویچه‌ای، میانگین هموگلوبین گویچه‌ای، میانگین غلظت هموگلوبین گویچه‌ای، پهنای توزیع گلبول قرمز، تعداد پلاکت و حجم متوسط پلاکتی) در دختران دارای اضافه‌وزن (شاخص توده بدن بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع) بود.

روش‌ها: سی و یک دانشجوی دارای اضافه‌وزن (میانگین وزن: $71/91 \pm 8/28$ کیلوگرم و میانگین قد: $160 \pm 0/05$ سانتی‌متر) انتخاب و به‌طور تصادفی در سه گروه: تجربی ۱ (انجام حرکات از عضلات بزرگ به عضلات کوچک، ۱۰ نفر)، تجربی ۲ (انجام حرکات از عضلات کوچک به عضلات بزرگ، ۱۱ نفر) و کنترل (بدون هیچ برنامه تمرینی، ۱۰ نفر) قرار گرفتند. برنامه تمرین مقاومتی شامل ۶ هفته (۳ جلسه در هفته) بود. متغیرهای هماتولوژیک قبل و پس از دوره تمرینی در شرایط استراحتی اندازه‌گیری شدند.

نتایج: یافته‌های تحقیق با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که متغیرهای هماتولوژیک مورد بررسی در این تحقیق بین سه گروه تفاوت معناداری نداشتند.

نتیجه‌گیری: در کل یافته‌های حاضر نشان داد اجرای برنامه میان‌مدت تمرین مقاومتی و همچنین تغییر در شیوه اجرای حرکات مقاومتی، هیچ کدام تأثیری بر پاسخ‌های هماتولوژیک ندارند.

واژه‌های کلیدی: ترتیب تمرین، اضافه‌وزن، هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز

مقدمه

بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که زمان روز تأثیر معناداری روی HCT^2 ، HGB^3 و RBC^4 در پاسخ به فعالیت ندارد (۵). همچنین، تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی-تناوبی و مقاومتی-تداومی بر پسران غیرورزشکار بررسی شد، و افزایش معنادار تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و مقدار هماتوکریت گزارش شده است (۶). هوانلو و همکاران نیز طی پژوهش خود تأثیر دو آزمون فزاینده دوچرخه کارسنج و کارسنج دستی را بر برخی از شاخص‌های هماتولوژیک در ۱۰ دانشجوی غیرورزشکار بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تفاوت معناداری بین شاخص‌های گلبول قرمز (جز میانگین هموگلوبین گویچه‌ای) در دو نوع فعالیت دست و پا وجود نداشت (۷). در سازگاری به تمرین، بثوف و همکاران طی ۶ ماه تمرین مقاومتی در هیچ کدام از متغیرهای هماتولوژیک تغییری گزارش نکردند (۸). درحالی‌که مقرنسی و همکاران به این نتیجه رسیدند که تأثیر ۸ هفته تمرین استقامتی و مقاومتی بر ۳۶ دانشجوی چاق می‌تواند موجب کاهش معناداری HGB و HCT شود و تمرین مقاومتی نیز می‌تواند PLT^5 را به‌طور معناداری افزایش دهد (۹). در رابطه با تأثیر انواع تمرینات استقامتی (تداومی و تناوبی) (۵ و ۱۰) بر تغییرات هماتولوژیک تحقیقات بسیاری در داخل و خارج وجود دارد، اما تغییرات هماتولوژیک در پاسخ به تمرینات مقاومتی بسیار اندک و متناقض است (۱۱ و ۶).

در مورد شیوه اجرای حرکات مقاومتی تنها چند پژوهش صورت گرفته که آنها نیز در مورد تعداد تکرار و آزمون درک فشار بوده‌اند (۱۲). یافته‌های اسفروز و همکارانش نشان داد که به‌کارگیری تعداد بیشتری از تارهای عضلانی (زمانی که شروع فعالیت با عضلات بزرگ و چندمفصله بود، در مقایسه با عضلات کوچک و تک‌مفصله) منجر به افزایش نیروی اعمال‌شده شد (۱۳). درحالی‌که سیمائو و همکارانش اختلافی بین ترتیب

همچون سایر بافت‌های بدن، خون نیز به هر نوع فعالیت بدنی ویژه، پاسخ یکسانی نمی‌دهد. نوع، زمان، شدت و مدت فعالیت، شرایطی هستند که بدن به آنها واکنش مناسب نشان می‌دهد (۱). شمارش کامل سلول‌های خون (CBC) یک آزمایش مفید و تشخیصی است که برای ارزیابی پایه سلول‌ها انجام می‌شود (۲). برخی از متغیرهای هماتولوژیک شامل هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز، تعداد گلبول‌های سفید، میانگین حجم گویچه‌ای، میانگین هموگلوبین گویچه‌ای، میانگین غلظت هموگلوبین گویچه‌ای، پهنای توزیع گلبول قرمز، تعداد پلاکت و حجم متوسط پلاکتی است (۳).

افزایش گلبول‌های قرمز موجب افزایش غلظت خون، افزایش قابلیت حمل اکسیژن خون و کارایی بیشتر در عملکرد جسمانی می‌شود؛ از این رو، ظرفیت کار بدنی و بیشینه اکسیژن مصرفی در انسان به نحو بارزی به انتقال فعال اکسیژن به بافت‌های درگیر فعالیت بستگی دارد. از طرف دیگر، افزایش نامناسب گلبول‌های قرمز و هماتوکریت به چسبندگی بیشتر خون منجر شده، فشار زیادی به قلب اعمال می‌کند. در عین حال، کم‌خونی یا آنمی^۱ نیز عوارض قلبی-عروقی در پی دارد (۴)؛ بنابراین انحراف غیرطبیعی از محدوده طبیعی این متغیرها می‌تواند مسئله‌ای حیاتی به شمار آید. به همین دلیل، میزان تأثیرپذیری گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت از تمرینات ورزشی توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است. بررسی پژوهش‌های این حوزه نشان می‌دهد عواملی چون نوع تمرین، فعالیت ورزشی و همچنین آزمودنی‌های مختلف از جمله دلایل اصلی است که موجب شده نتایج این تحقیقات در این باره متناقض باشد.

احمدی‌زاد و همکاران تأثیر دو جلسه تمرینی روی نوار گردان در دو ساعت متفاوت روز را بر ۱۰ مرد سالم

روش پژوهش نمونه‌های پژوهش

از میان دانشجویان دختر دانشگاه کردستان، و از طریق فراخوان، ۳۱ دانشجوی غیرورزشکار داوطلب دارای اضافه‌وزن به‌صورت هدفمند در نظر گرفته شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل عدم انجام فعالیت ورزشی مستمر در ۶ ماه قبل از شروع پژوهش، نداشتن بیماری و عدم مصرف مکمل آهن بود که از طریق تکمیل پرسش‌نامه سلامتی-پزشکی انجام شد. سپس آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به سه گروه تقسیم شدند: گروه تجربی یک (شروع حرکات مقاومتی از عضلات بزرگ به سمت عضلات کوچک، ۱۰ نفر)، گروه تجربی دو (شروع حرکات مقاومتی از عضلات کوچک به سمت عضلات بزرگ، ۱۱ نفر) و گروه کنترل (بدون هیچ برنامه تمرینی، ۱۰ نفر). مشخصات عمومی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی در جدول ۱ ارائه شده است. قبل از شروع برنامه اصلی، و در یک جلسه توجیهی آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند. در همین جلسه از آزمودنی‌ها، آزمون 1RM در مورد حرکات مختلف گرفته شد. در ادامه از همگن بودن گروه‌ها به لحاظ حداکثر قدرت در حرکت پرس سینه اطمینان حاصل شد. سپس قد، وزن و شاخص توده بدنی آنها اندازه‌گیری و ثبت شد. قبل از پیش‌آزمون، از آزمودنی‌ها خواسته شد که دو روز قبل از ارزیابی، هیچ فعالیت ورزشی اجرا نکنند. پنج روز بعد برای بررسی متغیرهای زیست‌شیمیایی در پیش‌آزمون از تمامی افراد در حالت ناشتا خون‌گیری از سیاهرگ چپ هر آزمودنی در وضعیت نشسته و به دنبال پنج دقیقه استراحت به میزان ۸ میلی لیتر گرفته شد. ۲۴ ساعت بعد، برنامه تمرین مقاومتی شامل شش هفته و هر هفته سه جلسه، شروع شد.

اجرای فعالیت از عضلات بزرگ به کوچک و یا برعکس، به لحاظ قدرت عضلانی و آزمون درک فشار نیافتند (۱۴). این در حالی است که گزارش شده هر نوع دستکاری متغیرهای تمرین مقاومتی (حجم، شدت، استراحت بین دوره‌ها و ترتیب‌بندی تمرین) می‌تواند بر پاسخ‌های هورمونی تأثیرگذار باشد (۱۶، ۱۵). از طرف دیگر، برخی هورمون‌های جنسی مانند استروژن منجر به تغییرات سطوح هموگلوبین و حجم پلاسمای خون می‌شوند (۱۷). زنان به دلایل مختلف بیشتر از مردان در معرض کم‌خونی قرار دارند. مشاهده شده است که بین دو جنس به لحاظ برخی پارامترهای هماتولوژیک، اختلاف معناداری وجود دارد (۱۸). از سوی دیگر، بین درصد چربی بدن و پلاکت‌ها و تعداد گلبول‌های قرمز خون، ارتباط منفی معناداری دیده شده است (۱۸)، به همین دلیل در این پژوهش از زنان کم‌تحرک دارای اضافه‌وزن به‌عنوان آزمودنی استفاده شد تا احتمال اثرپذیری ناشی از تمرین در آنها بیشتر باشد. علاوه بر این، گزارش شده که انجام تمرینات مقاومتی با شدت‌های مختلف، اثرات متفاوتی بر تراکم و تغییرپذیری گلبول‌های قرمز خون دارد (۱۹). نظر به اینکه علاوه بر شدت فعالیت، ترتیب ارائه فعالیت مقاومتی نیز از ارکان تأثیرگذار بر سازگاری‌های ناشی از فعالیت مقاومتی به شمار می‌آید (۲۰)، بررسی تأثیر توالی‌های گوناگون فعالیت مقاومتی و احتمال تأثیر آن بر پاسخ‌های هماتولوژیک مد نظر قرار گرفت. از طرف دیگر، در بررسی‌های قبلی دیده شده که دوره تمرینی ۸ هفته‌ای ممکن است بر متغیرهای هماتولوژیک تأثیرگذار باشد (۹)، و حتی مشاهده شده که پس از ۴ هفته تمرین مقاومتی، برخی تغییرات همورئولوژیکی ایجاد می‌شود (۲۱). بنابراین هدف از این تحقیق بررسی تأثیر ۶ هفته تمرین مقاومتی با توالی‌های متفاوت حرکتی بر عوامل هماتولوژیک (6 MCV, 8 MCH, PLT, 9 MCHC, MPV, HCT, 11 RBC, 11 RDW) در زنان دارای اضافه‌وزن بود.

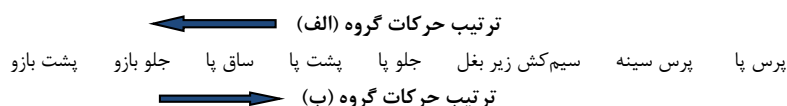
تمریناتی که از گروه عضلات کوچک شروع می‌شد و به سمت گروه عضلات بزرگ پایان می‌پذیرفت. این ترتیب به کارگیری عضلات، عکس قرارداد الف بود و توسط گروه تجربی دو (همانند گروه تجربی یک) انجام شد. گروه‌های تجربی به مدت ۶ هفته، با شدت ۶۰٪-۵۰ درصد یک تکرار بیشینه، ۸ حرکت مقاومتی را در ۳ ست و ۱۲ تکرار انجام دادند و تنها تفاوت بین آنها در توالی (ترتیب) اجرای حرکات بود. زمان استراحت بین ایستگاه‌ها سه دقیقه و بین هر ست دو دقیقه در نظر گرفته شد. این شدت تمرینی با توجه آمادگی پایین آزمودنی‌ها (افراد غیرورزشکار، و نیز دارای اضافه‌وزن) در نظر گرفته شد. میزان مقاومت (شدت تمرین) بر اساس آزمون‌های مجدد یک تکرار بیشینه در مورد تمامی حرکات، هر دو هفته یک بار تنظیم می‌شد. در ابتدای هر جلسه، ۱۰ دقیقه گرم کردن (شامل حرکات کششی و انجام حرکات مقاومتی با ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه)، و در انتهای هر جلسه، مرحله سرد کردن به مدت پنج دقیقه (تنها شامل حرکات کششی) اجرا می‌شد. در طول دوره پژوهش گروه کنترل هیچ فعالیت ورزشی مدونی نداشت و از هر نوع تغییر شدید در میزان فعالیت بدنی منع شدند.

جدول ۱. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه	میانگین \pm انحراف استاندارد
سن (سال)	تجربی ۱	۲۱/۴۵ \pm ۱/۶۱
	تجربی ۲	۲۰/۸۶ \pm ۰/۵۶
	کنترل	۲۴/۸ \pm ۲/۲۱
وزن (کیلوگرم)	تجربی ۱	۷۷/۲۸ \pm ۱۲/۰۴
	تجربی ۲	۶۹/۹۸ \pm ۶/۷۶
	کنترل	۶۸/۴۹ \pm ۶/۰۶
قد (متر)	تجربی ۱	۱/۶۱ \pm ۰/۰۷۷
	تجربی ۲	۱/۶۰ \pm ۰/۰۰۶
	کنترل	۱/۵۹ \pm ۰/۰۳
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	تجربی ۱	۲۹/۴۳ \pm ۳/۰۱
	تجربی ۲	۲۷/۰۶ \pm ۱/۷۰
	کنترل	۲۶/۹۶ \pm ۱/۹۰

پروتکل پژوهش

برنامه تمرینات مقاومتی که در شکل ۱ نمایش داده شده به دو صورت اجرا شد: قرارداد الف) تمریناتی که از گروه عضلات درشت شروع می‌شد و به سمت گروه عضلات کوچک پایان می‌یافت (پرس پا، پرس سینه، سیم‌کش زیر بغل، جلو پا، پشت پا، ساق پا، جلو بازو و پشت بازو). این قرارداد توسط گروه تجربی یک انجام شد. قرارداد ب)



شکل ۱. برنامه تمرین مقاومتی

سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سرم استخراج، و پس از انتقال به داخل میکروتیوب‌های علامت‌گذاری شده، به منظور سنجش متغیرهای هماتولوژیک (MCV, MCH, MCHC, PLT, MPV, RBC, HGB, HCT, RDW, WBC) به آزمایشگاه منتقل شد. کلیه متغیرهای فوق با دستگاه هماتولوژی آنالایزر Sysmex (KS-21) اندازه‌گیری شدند.

روش‌های آزمایشگاهی

نمونه‌گیری خونی بعد از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی شبانه، و در دو مرحله یعنی ۲۴ ساعت پیش از شروع تمرینات و مجدداً ۳۶ ساعت پس از اتمام دوره تمرین در ساعت ۸/۳۰-۷/۳۰ دقیقه صبح صورت گرفت. پس از خون‌گیری، نمونه‌های خونی برای استخراج سرم ابتدا به مدت یک ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس با

تحلیل آماری

بوفرونی) استفاده شد. تمام عملیات آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS 19 در سطح معناداری $\alpha \leq 0.05$ انجام شد.

نتایج

با استفاده از آزمون آنوای یک‌طرفه هیچ نوع تفاوت معناداری در پیش‌آزمون متغیرهای هماتولوژیک دیده نشد. همچنین، بر اساس یافته‌های موجود در جدول ۲، هیچ یک از متغیرهای مورد نظر بین سه گروه اختلاف معناداری نداشتند.

ابتدا از آزمون کولموگراف اسمیرنوف برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. همچنین به دلیل مشاهده تفاوت‌های فردی قابل‌ملاحظه در داده‌های به‌دست‌آمده، پس از محاسبه میزان d (اختلاف بین پیش‌آزمون-پس‌آزمون هر فرد در تمامی متغیرها)، از آزمون آنوای یک‌راهه برای بررسی میانگین تغییرات گروه‌ها در پیش‌آزمون-پس‌آزمون (و در صورت لزوم از آزمون تعقیبی

جدول ۲. آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه (با محاسبه Δ گروه‌ها) در مورد متغیرهای هماتولوژیک

P	F	پس‌آزمون M±SD	پیش‌آزمون M±SD	گروه	متغیر
۰/۲۹۲	۱/۲۸۷	۱۲/۸۰±۱/۰۵	۱۳/۳۶±۱/۱۳	تجربی ۱	غلظت هموگلوبین (HGB) g/L
		۱۳/۷۰±۰/۹۴	۱۲/۸۰±۱/۰۵	تجربی ۲	
		۱۲/۸۵±۰/۹۸	۱۲/۸۴±۰/۶۸	کنترل	
۰/۶۴۴	۰/۴۴۷	۳۹/۰۰±۲/۹۰	۴۰/۵۴±۳/۱۴	تجربی ۱	درصد هماتوکریت (HCT) %
		۳۹/۲۰±۱/۷۸	۴۱/۰۸±۲/۴۵	تجربی ۲	
		۳۸/۸۴±۱/۰۹	۴۰/۱۰±۰/۵۶	کنترل	
۰/۶۸۵	۰/۳۸۳	۷/۵۴±۰/۹۳	۷/۵۴±۱/۱۶	تجربی ۱	شمار گلبول سفید (WBC)* 103/μL
		۶/۹۲±۱/۱۶	۶/۸۴±۰/۷۰	تجربی ۲	
		۷/۰۱±۱/۱۲	۶/۶۵±۱/۲۲	کنترل	
۰/۵۱۷	۰/۶۷۶	۵/۰۰±۰/۴۰۸	۵/۱۶±۰/۳۴	تجربی ۱	شمار گلبول قرمز (RBC)* 10 ⁶ /μL
		۴/۸۹±۰/۲۵	۵/۰۸±۰/۳۴	تجربی ۲	
		۴/۹۴±۰/۳۱	۵/۰۴±۰/۳۱	کنترل	
۰/۰۵۳	۳/۲۶۷	۷۸/۴۰±۶/۵۴	۷۸/۷۴±۶/۴۵	تجربی ۱	میانگین حجم گویچه‌ای (MCV) fL
		۸۰/۵۲±۳/۰۵	۸۰/۸۶±۳/۵۴	تجربی ۲	
		۸۱/۰۳±۳/۸۳	۸۲/۰۹±۴/۰۳	کنترل	
۰/۰۹۲	۲/۶۰۶	۲۵/۶۸±۲/۵۰	۲۶/۱۷±۱/۶۶	تجربی ۱	میانگین هموگلوبین گویچه‌ای (MCH) pg
		۲۶/۳۰±۱/۱۷	۲۶/۹۱±۱/۱۳	تجربی ۲	
		۲۷/۴۲±۲/۰۴	۲۷/۰۲±۱/۴۳	کنترل	
۰/۲۱۵	۱/۶۲۷	۳۲/۷۷±۰/۸۹	۳۲/۷۹±۰/۸۳	تجربی ۱	میانگین غلظت هموگلوبین گویچه‌ای (MCHC) g/L
		۳۲/۶۰±۰/۷۵	۳۳/۳۳±۰/۵۱	تجربی ۲	
		۳۲/۸۴±۱/۲۱	۳۳/۰۶±۰/۹۸	کنترل	
۰/۱۰۴	۲/۴۵۳	۴۰/۵۲±۱/۶۷	۳۹/۸۵±۱/۱۶	تجربی ۱	پهنای توزیع گلبول قرمز (RDW) %
		۴۰/۶۳±۱/۳۱	۳۹/۴۹±۱/۶۳	تجربی ۲	
		۳۸/۷۴±۲/۷۸	۳۹/۱۸±۲/۰۲	کنترل	
۰/۱۶۹	۱/۹۰۲	۲۶۸/۹۲±۹/۶۶	۲۶۳/۹۰±۱۱/۱۸	تجربی ۱	شمار پلاکت (PLT)* 10 ³ /μL
		۲۶۲/۱۲±۸/۳۸	۲۷۰/۱۸±۳۹/۷۰	تجربی ۲	
		۲۵۲/۸۳±۹/۰۱	۲۶۷/۵۰±۱۲/۳۰	کنترل	
۰/۸۴۹	۰/۱۶۵	۹/۲۱±۰/۴۹	۹/۲۱±۰/۳۹	تجربی ۱	حجم متوسط پلاکتی (MPV) fL
		۹/۱۰۹±۰/۳۹	۹/۱۹±۰/۴۶	تجربی ۲	
		۸/۹۱±۰/۶۵	۹/۱۴±۰/۵۳	کنترل	

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش سطوح هماتوکریت، هموگلوبین و گلبول‌های قرمز خون تغییر معناداری از خود نشان ندادند. نتایج این بخش از پژوهش با یافته‌های برخی از تحقیقات (۵ و ۱۱) همخوانی، و با برخی (۱، ۶ و ۱۰) همخوانی ندارد.

از تعیین‌کننده‌های مهم رئولوژی می‌توان به ویسکوزیته خون، ویسکوزیته پلاسما، فیبرینوژن، هماتوکریت و تجمع‌پذیری و تغییرپذیری گلبول‌های قرمز اشاره کرد. تغییر در عوامل مذکور با تأثیر بر ویسکوزیته کل خون، بر میزان سیالیت و اکسیژن‌رسانی بافتی اثر می‌گذارد (۲۲). عدم همخوانی نتایج این بخش از تحقیق ما با نتایج برخی از تحقیقات (کاهش RBC، HGB و HCT) را می‌توان این‌طور تفسیر کرد: با بالا رفتن شدت فعالیت و افزایش فشار خون در رگ‌ها، برخورد سلول‌های قرمز خون با دیواره عروق بیشتر شده که این اتفاق می‌تواند در ادامه به همولیز درون عروق و از دست رفتن سلول‌های قرمز و هموگلوبین خون منجر شود (۱۰). کاهش در سطوح این متغیرها می‌تواند سبب کاهش انتقال اکسیژن به بافت‌های فعال و کاهش اکسیژن در دسترس عضلات فعال شود. کاهش اکسیژن در دسترس، وابستگی عضلات فعال به ذخایر بی‌هوازی خود به‌ویژه گلیکوژن را بیشتر کرده و منجر به تولید اسیدلاکتیک بیشتر و همچنین تخلیه ذخایر انرژی فوری و در نهایت افت اجرای ورزشکار می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهند تجمع اسیدلاکتیک و در نهایت اسیدی شدن خون ناشی از تمرینات شدید، آسیب‌پذیری سلول‌های قرمز را بیشتر می‌کند. تجزیه هموگلوبین نیز در نهایت کاهش سطوح هموگلوبین و هماتوکریت را به همراه دارد (۴). وقتی طی فعالیت ورزشی لاکتات خون تجمع یافت، انعطاف‌پذیری گلبول‌های قرمز (RBC) کاهش می‌یابد. احتمالاً بین تجمع لاکتات طی فعالیت ورزشی و استحکام RBC نیز ارتباط وجود دارد. این تغییرات جایی رخ می‌دهد که مقدار

لاکتات از ۴ mmol/L بیشتر، و در واقع شرایط اسیدوز حاکم شود. لاکتات تنها فاکتوری نیست که با استحکام گلبول‌های قرمز در ارتباط است. آسیب RBC به علت فشار در چرخش پلانتار یا طی ورزش‌هایی مثل دویدن نیز دارای اهمیت است. احتمالاً وضعیت مایع نیز تأثیر عمده‌ای روی RBC طی فعالیت ورزشی دارد، به طوری که دریافت مایعات تأثیر پیش‌گیری‌کننده‌ای بر استحکام RBC دارد. از سوی دیگر غلظت فیبرینوژن پیش از فعالیت همبستگی مثبتی با میزان تجمع RBC دارد. بنابراین مهم‌ترین تعیین‌کننده خارج سلولی این وقایع فیبرینوژن است. همچنین، تغییرات در تجمع RBC ممکن است بازتابی از فعالیت لکوسیت‌ها باشد. درحالی‌که استحکام RBC عموماً در طول فعالیت ورزشی افزایش یافته یا بدون تغییر است. اما این پارامترها پس از فعالیت ورزشی کاهش می‌یابند (۲۳).

برخی از تحقیقات (۱۰) حاکی از آن است که کاهش مشاهده شده در HGB و RBC اغلب در نتیجه شرکت در فعالیت‌های ورزشی برخوردی، تمرین‌های بدنی حاد شدید و تمرین‌های مداوم نظامی رخ می‌دهد (۲۴). در این بین برخی یافته‌ها به بررسی سازگاری نسبت به تمرین مداوم پرداخته‌اند. نتایج این تحقیقات نشان می‌دهند تمرینات منظم توسط همولیز ناشی از ضربات مکانیکی و یا صدمات اکسیداتیو سلول‌های قرمز که به (همولیز ناشی از تمرین) تعبیر می‌شود، سبب از بین رفتن گلبول‌های پیر در جریان‌های گردابی کوچک می‌شود (۲۵). کم‌خونی ناشی از فعالیت ورزشی طولانی‌مدت در آزمودنی‌های ویژه برنامه‌های مقاومتی نیز مشاهده شده است. اظهار شده که این تغییرات به‌طور عمده ناشی از فقر آهن است و تعادل منفی آهن می‌تواند ناشی از تمرین‌های بدنی سنگین، مخصوصاً در زنان باشد. به علاوه، افزایش از دست رفتن خون روده‌ای - معده‌ای، و هماچوری^{۱۲} (وجود خون در ادرار) توسط تمرین سنگین رخ می‌دهد. کم‌خونی ورزشی ناشی از تمرین‌های مداوم

(۲۳). افزایش معنادار هماتوکریت (بلافاصله پس از فعالیت) احتمالاً حاکی از تغلیظ خون و انتقال مایعات به خارج از عروق خونی است. همچنین، تغلیظ پس از فعالیت ورزشی سازوکار عمده برای افزایش هماتوکریت و ویسکوزیته پلاسما به حساب می‌آید. اما در نهایت افزایش هماتوکریت می‌تواند ناشی از کاهش حجم پلاسما طی پنج مکانیسم فوق باشد (۲۷).

در نهایت چنین اظهار شده که فعالیت ورزشی طی ۳ مرحله (اثرات حاد، تأخیری و مزمن) منجر به تغییرات همورئولوژیکال می‌شود. در مرحله اول، افزایش بیش از حد آب (رقیق‌سازی، معمولاً در ورزشکاران استقامتی) باعث کاهش هماتوکریت می‌شود. در مرحله دوم، با تغییرات متابولیکی و هورمونی (حساسیت به انسولین، هورمون رشد و IGF-1^۳) عملکرد RBC بهبود می‌یابد. مرحله سوم با سازگاری تمرینی مرتبط است که به کاهش چربی بدن، افزایش حجم عضلانی و روند تغییرات سوخت عضلانی منجر می‌شود (۲۳).

در کل، بعضی از تفاوت‌ها در این باره به نوع تمرینات استفاده شده، شدت تمرینات، جنسیت و سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها ارتباط دارد (۲۸). فعالیت به‌کار گرفته شده در این تحقیق از نوع تمرینات برخوردی نبوده و از شدت نسبتاً پایینی (۶۰-۵۰٪ یک تکرار بیشینه) برخوردار بودند و احتمالاً موجب همولیز درون‌عروقی نشدند. همچنین به علت شدت پایین برنامه تمرینی، امکان تجمع لاکتات خون کم بوده، و در نتیجه احتمال تأثیرگذاری لاکتات بر استحکام و تجمع RBC اندک است. از موارد دیگر تأثیرگذار بر RBC، فیبرینوژن است. فیبرینوژن مهم‌ترین تعیین‌کننده خارج سلولی در تجمع RBC است. اما به دلیل عدم کنترل فیبرینوژن در این تحقیق نمی‌توان به مکانیسم آن استناد کرد. همچنین، میزان ترشح تستوسترون (هورمون مؤثر بر افزایش تولید گلبول‌های قرمز و هموگلوبین) بعد از بلوغ در مردان بیشتر از زنان است (۴). با توجه به این‌که آزمودنی‌های

به دلیل افزایش حجم پلاسما و احتمالاً کاهش سلول‌های خونی است که گاهی یک سازگاری مفید در تمرین‌های استقامتی مداوم محسوب می‌شود (۲۶). اما تمرینات مقاومتی به‌کار رفته در این پژوهش از نوع برخوردی نبوده، داری فواصل استراحتی و از شدت نسبتاً پایینی برخوردار بودند. این دلایل می‌توانند عدم تغییر در HGB و RBC را توجیه کنند.

رضانی و همکارانش طی تحقیقی روی پسران کمتر از ۱۷ سال افزایش معنادار سطوح گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت را گزارش کردند (۶). در حالی که آزمودنی‌های این پژوهش دختران دارای اضافه‌وزن بزرگتر از ۲۰ سال بوده و تغییری در متغیرهای ذکر شده مشاهده نشد. این اختلاف نتیجه را می‌توان این‌طور توضیح داد: در روند استخوان‌سازی مغز استخوان، به نظر می‌رسد بعد از ۲۰ سالگی، در مغز استخوان‌های دراز چربی انباشته می‌شود و دیگر قادر به تولید گلبول‌های قرمز نیستند و بیشتر گلبول‌های قرمز پس از این سن در مغز استخوان‌ها گلبول قرمز کمتری می‌سازند. علاوه بر آن، میزان ترشح تستوسترون (هورمون مؤثر بر افزایش تولید گلبول‌های قرمز و هموگلوبین) بعد از بلوغ در مردان بیشتر از زنان است (۱۱).

همچنین در برخی از پژوهش‌ها هماتوکریت مشاهده شد (۶) که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. دلیل این عدم همخوانی را می‌توان بدین شکل توضیح داد که طی فعالیت معمولاً ویسکوزیته خون به‌صورت آنی افزایش می‌یابد و علت آن افزایش ویسکوزیته پلاسما و هماتوکریت است. حداقل پنج مکانیسم در رابطه با افزایش آنی ویسکوزیته خون به دنبال فعالیت ورزشی نقش دارند. این مکانیسم‌ها عبارت‌اند از: توزیع گلبول‌های قرمز در بستر عروقی؛ افزایش تعداد گلبول‌های قرمز خون طی انقباض طحال؛ افزایش پروتئین‌های پلاسما و ظهور احتمالی آنها در سیستم لنفاوی؛ کاهش آب بدن به دلیل تعریق برای تنظیم دما؛ و هدایت آب به داخل سلول عضله

سریع اکسیژن توسط عضلات فعال و ناکافی بودن اکسیژن در سطح ریوی افراد تمرین کرده، ممکن است منجر به تولید رادیکال آزاد شود. استرس اکسایشی طی فعالیت ورزشی حاد با اختلال همورئولوژیکی مرتبط است (۲۳). فعالیت ورزشی ایجادکننده استرس اکسایشی می‌تواند حجم متوسط RBC و سطح پلاسمایی فیبرینوژن را افزایش دهد، بنابراین تجمع را نیز افزایش می‌دهد (۸).

نشان داده شده که افراد خوب تمرین کرده (در مقایسه با افراد غیرفعال)، دارای سطوح پایین‌تری از لکوسیت‌ها هستند. یک سازوکار احتمالی برای تغییرات بارز لکوسیت پس از جلسه‌های مکرر، رهایی کاتکولامین‌ها بر اثر فشار ناشی از فعالیت ورزشی است (۳۲). اما ممکن است این تغییرات به علت اثرات تمرین بر حجم پلاسما باشد. در یک پژوهش، یک جلسه فعالیت مقاومتی موجب کاهش کمتر لکوسیت‌ها در افراد مسن نسبت به افراد جوان شد (۳۰). این تفاوت ممکن است مربوط به چسپندگی قوی‌تر این سلول‌ها به دیواره عروقی در افراد مسن نسبت به افراد جوان باشد. بیشتر ورزشکاران دچار بیش‌تمرینی، به‌طور غیرطبیعی تعداد لکوسیت‌های خون پایینی دارند (۳۳). از سوی دیگر، فعالیت ورزشی بلندمدت موجب رهایی نوتروفیل‌ها از مغز استخوان می‌شود. به نظر می‌رسد وهله‌های تکراری فعالیت ورزشی بلندمدت هفتگی یا ماهیانه، می‌تواند موجب تخلیه ذخایر نوتروفیل‌های بالغ مغز استخوان شود. این موضوع دلیلی بر تعداد پایین و غیرمعمول نوتروفیل‌ها در ورزشکاران دچار بیش‌تمرینی است. با توجه به ادامه افزایش نوتروفیل‌ها و کاهش لنفوسیت‌ها ساعت‌ها پس از ریکاوری از فعالیت ورزشی، پیشنهاد شده است که از نسبت نوتروفیل به لنفوسیت برای معیار اندازه‌گیری استرس فعالیت ورزشی و ریکاوری پس از آن استفاده شود (۳۴). این نسبت در ۶ تا ۹ ساعت پس از فعالیت ورزشی به سطح طبیعی بازمی‌گردد. اما زمانی که فعالیت ورزشی بلندمدت و استرس‌زا باشد، ممکن است تا ۲۴ ساعت پس

این تحقیق زنان دارای اضافه‌وزن بوده و میانگین سنی آنها از ۲۰ سال بیشتر است، بنابراین دلایل فوق می‌تواند در عدم تغییر سطوح متغیرهای مورد بحث تأثیرگذار باشند.

در این پژوهش گلبول‌های سفید خون تغییر معناداری را از خود نشان ندادند. یافته‌های این قسمت از پژوهش با یافته‌های بثوف و همکاران همسو (۱۱)، و با یافته‌های قنبری نیکی و همکاران ناهمسو است (۱). برای تفسیر نتایج این تغییر ناهمسو با این تحقیق می‌توان مکانیسم‌های زیر را مطرح کرد: گلبول‌های سفید (WBC) در پاسخ به فعالیت‌های ورزشی متوسط تا شدید، تا سرحد خستگی افزایش می‌یابند. اکثراً این افزایش ناشی از افزایش نوتروفیل‌ها است (۲۹ و ۳۰). با توجه به نقش بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها و افزایش آنها به هنگام التهاب، این نتیجه دور از ذهن نخواهد بود، زیرا فعالیت ورزشی حاد با شدت متوسط تا بالا به‌ویژه تا سرحد واماندگی، موجب تخریب بافت عضلانی خواهد شد. اگرچه در مواردی دیگر شاخص‌های WBC نیز افزایش داشته‌اند. از طرفی، دیده شده زمانی که دوره ریکاوری پس از فعالیت ورزشی نیز بررسی شود، لکوسیت‌ها کاهش معناداری می‌یابند (۳۰). عمده‌ترین دلیل آن می‌تواند لانه‌گزینی در بافت‌های آسیب دیده باشد. سازوکارهای احتمالی که در جریان فعالیت ورزشی حاد بر افزایش لکوسیت‌ها اثر می‌گذارند ناشی از تأثیرات متفاوت هورمونی بر ترشح، حاشیه‌گزینی و مهاجرت متغیرهای WBC است (۲۵). به عبارت دیگر، این تغییرات به‌طور احتمالی مربوط به کاتکولامین‌ها، کورتیزول و برخی عوامل شیموتاکتیک هستند (۳۱). از طرف دیگر، هم فعالیت سلول‌های سفید و هم استرس اکسایشی نقشی کلیدی و مشابه در تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی بازی می‌کنند. طی فعالیت ورزشی مصرف اکسیژن به‌طور مشخصی افزایش می‌یابد. این افزایش منجر به تولید رادیکال‌های آزاد به وسیله چندین منبع می‌شود. هاپوکسی زودگذر بافتی به علت مصرف

بود. بنابراین بهتر بود ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، خون‌گیری انجام می‌شد.

سطوح PLT و MPV در این پژوهش تغییر معناداری نداشتند. بنابراین عدم تغییر MPV که یک شاخص ساده و متغیر بیولوژیک قوی برای فعال کردن پلاکت به شمار می‌رود (۳۶)، در توجیه عدم تغییر PLT قابل توجیه است. از سوی دیگر PLT تحت تأثیر PV تغییر می‌یابد. اما به دلیل عدم کنترل PV در این پژوهش، نمی‌توان در این باره اظهار نظر کرد.

میانگین حجم گویچه‌ای نیز مانند سایر متغیرهای هماتولوژیک بررسی شده در این پژوهش تغییر معناداری نداشت. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج اراضی و همکاران (۱۰)، و بئوف و همکاران (۱۱) همسو و با یافته‌های قنبری نیکی (۱)، که افزایش MCV را گزارش کردند ناهمسو است. همچنین در این پژوهش هیچ نوع تغییر معناداری در سطوح MCHC (میانگین غلظت هموگلوبین گویچه‌ای) مشاهده نشد. اکثر تحقیقات انجام‌شده، تأثیر تمرینات حاد و کوتاه‌مدت را بر متغیرهای هماتولوژیک بررسی کرده‌اند (۵). اما در مورد اثرات مزمن فعالیت‌های ورزشی بر متغیرهای لکوسیت، یافته‌های اندکی موجود است (۶). از سوی دیگر، برخی پژوهش‌ها به مقایسه بین فعالیت‌های ورزشی مختلف با سازگاری‌های متفاوت پرداخته‌اند (۳۲). در کل برآیند پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که فعالیت ورزشی حاد و کوتاه‌مدت سبب افزایش تخریب سلول‌های قرمز خون و کم‌خونی زودگذر، از طریق همولیز ناشی از ضربات مکانیکی، فشار اکسیداتیو و حتی هماچوری می‌شود. همچنین افزایشی در شاخص‌های لکوسیتی و ترومبوسیتی متعاقب یک جلسه تمرین بدنی از طریق تغییرات هورمونی، افزایش جریان خون، رهایی از طحال و مغز استخوان و شش‌ها مشاهده می‌شود (۳۶). اما در سازگاری با فعالیت‌های بدنی مداوم ممکن است تغییری حاصل نشود یا تغییرات احتمالی مشاهده‌شده، ناشی از

از فعالیت ورزشی در سطح بالایی باقی بماند. با توجه به این‌که فعالیت ورزشی انجام‌شده در این پژوهش نسبتاً بلندمدت و هدف اندازه‌گیری سطوح استراحتی WBC بود، در نتیجه بیش از ۲۴ ساعت زمان لازم است که این متغیر به سطوح طبیعی خود بازگردد. بنابراین نمونه‌گیری خونی ۳۶ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی گرفته شد. با در نظر گرفتن این دلایل عدم تغییر سطوح این متغیر قابل قبول است. به عبارت دیگر، WBC بعد از فعالیت متوسط یا شدید افزایش می‌یابد و برای چند ساعت سطح آن افزایش یافته باقی می‌ماند، اما پس از آن به سطوح استراحتی بازمی‌گردد (۳۳). یافته‌های حاضر این نظریه را تأیید می‌کند.

در این تحقیق تغییرات معناداری در سطوح پلاکت‌ها مشاهده نشد. نتایج این قسمت از این تحقیق با نتایج بئوف و همکاران (۱۱)، همسو و با نتایج اراضی و همکاران که در تحقیق خود (فعالیت ورزشی حاد) افزایش این متغیر را گزارش کردند (۱۰)، ناهمسو بود. به نظر می‌رسد شدت فعالیت ورزشی، بر پاسخ پلاکت‌ها تأثیر داشته باشد. دیده شده است که تزریق اپی‌نفرین (که متناسب با شدت فعالیت، سطوح سرمی آن افزایش می‌یابد) موجب انقباض قوی طحال شده (جایی که حدود یک سوم پلاکت‌ها در آن ذخیره شده‌اند)، و این مکانیسم می‌تواند دلیل افزایش زیاد میزان گردش پلاکت در فعالیت ورزشی را توضیح دهد (۲۵). در این تحقیق تغییرات معناداری در سطوح پلاکت‌ها مشاهده نشد، احتمالاً به این دلیل که شدت برنامه تمرینی نسبتاً پایین بود (۶۰٪-۵۰ یک تکرار بیشینه).

همسو با یافته‌های این پژوهش، دیده شد که در اثر سازگاری‌های ناشی از تمرین‌های بدنی، تعداد پلاکت‌ها تغییر معناداری نخواهد یافت (۳۰). اما نتایج برخی تحقیقات نیز افزایش PLT را پس از ۴ هفته تمرین نشان داده‌اند (۳۵). به نظر می‌رسد علت این تناقض عدم کنترل PV و خون‌گیری ۳۶ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی

نخواهد شد. در هر حال، یکی از محدودیت‌های این پژوهش عدم کنترل تغییرات حجم پلاسما بود که توصیه می‌شود در تحقیقات بعدی مد نظر قرار گیرد.

پی‌نوشت‌ها

- ¹ Anemia
- ² Hematocrit (HCT)
- ³ Hemoglobin (HGB)
- ⁴ Red Blood Cell count (RBC)
- ⁵ Platelet count (PLT)
- ⁶ Mean Corpuscular Volume (MCV)
- ⁷ Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)
- ⁸ Mean Corpuscular Hemoglobin concentration (MCHC)
- ⁹ Mean Platelet Volume (MPV)
- ¹⁰ Red cell Distribution Width (RDW)
- ¹¹ White Blood Cell count (WBC)
- ¹² Hematuria
- ¹³ Insulin-like growth factor 1

تغییرات حجم پلاسمایی باشد (۳۰). در کل، یافته‌های این تحقیق بیانگر آن است که برنامه‌های تمرین مقاومتی با شدت متوسط و در میان مدت تأثیری بر شاخص‌های همورئولوژیک ندارد. بین گروه‌های تمرین مقاومتی با الگوهای متفاوت به‌کارگیری عضلات (ترتیب حرکتی از عضلات بزرگ به کوچک، یا برعکس) نیز تفاوتی وجود نداشت. با توجه به نبود تحقیقات مشابه، نتیجه‌گیری قطعی در مورد تأثیر بزرگی یا کوچکی عضلات مورد استفاده در ابتدای برنامه تمرین مقاومتی بر متغیرهای هماتولوژیک، به تحقیقات آتی وابسته است. اما، به نظر می‌رسد چنانچه ارزیابی در شرایط استراحتی (بیش از ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی) انجام شود، تغییری در شاخص‌های مذکور ایجاد

منابع

1. Ghanbari niaki A, Tayyebi SM, Ghorban alizade ghaziani F, hakimi j. The effect of a circuit resistance training session on hematological changes in physical education students. *Journal of Sports Sciences*. 2006; 2: 77-78 [In Persian].
2. Ghanbari niaki A, Tayyebi SM. Effects of a Low Intensity Circuit Resistance Exercise Session on Some Hematological Parameters of Male Collage Students. *Annals of Applied Sport Science*. 2013; 1(1): 6 – 11.
3. Heidari N, Dortaj E, Karimi M, Karami S, Kordi N. The effects of acute high intensity interval exercise of judo on blood rheology factors. *Turkish journal of kinesiology*. 2016; 2(1): 6-10.
4. Brun JF, Khaled S, Raynaud E, Bouix D, Micallef JP, Orsetti A. The triphasic effects of exercise on blood rheology: which relevance to physiology and pathophysiology? *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 1998; 19(2): 89-104.
5. Ahmadizad S, Bassami M. Interaction effects of time of day and sub-maximal treadmill exercise on the main determinants of blood fluidity. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2010; 45(2-4): 177-184.
6. Ramezani AR, Barati AH, jafari A. The effects of eight weeks of resistance training - periodic and resistance - continuity on some hematological parameters in non-athletic boys 14 to 17 years old. *Sport physiology*. 2012; 14: 59-74 [In Persian].
7. Hovanloo F, Ahmadizad S, Mardani A, Sahami M, Khoramipour K. Comparison the cardiovascular, metabolical and hematological responses to two type of upper and lower body exercises. *International Journal of Sport Studies*. 2013; 3(12): 1380-1386.
8. Ajmani RS, Fleg JL, Demehin AA, Wright JG, O'Connor F, Heim JM, et al. Oxidative stress and hemorheological changes induced by acute treadmill exercise. *Clinical*

- Hemorheology and Microcirculation. 2003; 28(1):29-40.
9. Mogharnasi M, Eslami R, Behnam B. Effects of endurance and circuit resistance trainings on lipid profile, heart rate, and hematological parameters in obese male students. *Annals of Applied Sport Science*. 2014; 2(4): 11-22.
 10. Arazi H, Damirchi A, Mostafaloo A. Variations of hematological parameters following repeated bouts of concurrent endurance-resistance exercise. *Journal of Jahrom University of Medical Sciences*. 2011; 2: 17-26 [In Persian].
 11. Bobeuf F, Labonté M, Khalil A, Dionne JJ. Effect of resistance training on hematological blood markers in older men and women: A Pilot Study. *Current Gerontology and Geriatrics Research*. 2009; 156820.
 12. Spreuwenberg LPB, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, et al. Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006; 20(1): 141-144.
 13. Sforzo GA, Touey PR. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1996; 10(1): 20-24.
 14. Simao R, Farinatti PDTV, Polito M, Viveiros L, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007; 21(1): 23-28.
 15. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen K. Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises. *International Journal of Sports Medicine*. 2003; 24(6): 408-410.
 16. Sheikholeslami Vatani D, Salavati R. The effect of obesity and resistance exercise order on fatigue. *Journal of Sport Biosciences*. 2015; 7(1): 109-121 [In Persian].
 17. Samavati Sharif MA, Rajabi A, Siavashi HA. Effect of six weeks aerobic exercise on Hematological factors in teenage girls. *Iranian Journal Of Obstetrics, Gyneocology And Infertility*. 2016; 37 (19): 8-15 [In Persian].
 18. Ferreira LC, da Silva HJ, Lins TA, do Prado WL. Relationship between lipid and hematological profiles with adiposity in obese adolescents. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*. 2013; 35(3):163-6.
 19. Cakir-Atabek H, Atsak P, Gunduz N, Bor-Kucukatay M. Effects of resistance training intensity on deformability and aggregation of red blood cells. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2009; 41(4):251-61.
 20. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and science in sports and exercise*. 2004; 36(4): 674-88.
 21. Kilic-Toprak E, Ardic F, Erken G, Unver-Kocak F, Kucukatay V, Bor-Kucukatay M. Hemorheological responses to progressive resistance exercise training in healthy young males. *Medical Science Monitor*. 2012; 18(6):CR351-60.
 22. El-Sayed MS, Ali N, Ali ZES. Haemorheology in exercise and training. *Sports Medicine*. 2005; 35(8): 649-670.

23. Brun JF, Varlet-Marie E, Connes P, Aloulou I. Hemorheological alterations related to training and overtraining. *Biorheology*. 2010; 47(2): 95-115.
24. Radomski MW, Sabiston BH, Isoard P. Development of "sports anemia" in physically fit men after daily sustained submaximal exercise. *Aviation Space and Environmental Medicine*. 1980; 51(1): 41-45.
25. El-Sayed MS, El-Sayed ZA, Ahmadizad S. Exercise and training effects on blood haemostasis in health and disease. *International Journal of Sports Medicine*. 2004; 34(3):181-200.
26. Gaini AA. Hormonal changes in plasma volume after endurance training. *Harakat*. 2000; 1: 39-56 [In Persian].
27. Stephenson LA, Kolka MA. Plasma volume during heat stress and exercise in women. *European Journal of Applied Physiology*. 1988; 57: 373-387.
28. Yalcin O, Erman A, Muratli S, Baskurt O. Time course of hemorheological alterations after heavy anaerobic exercise in untrained human subjects. *Journal of Applied Physiology*. 2003; 94: 997-1002.
29. Agha ali nejad H, Saraf nejad AF, Gharakhanlo R, Memari AM, Mirshafei A, Nikbin B. Effect of vitamin E and C in the prevention of immune system in the athletes. *Olympic*. 2003; 22: 73-83 [In Persian].
30. Hulmi JJ, Myllymäki T, Tenhumäki M, Mutanen N, Puurtinen R, Paulsen G, et al. Effects of resistance exercise and protein ingestion on blood leukocytes and platelets in young and older men. *European Journal of Applied Physiology*. 2010; 109(2): 343-353.
31. Agha ali nejad H. The effect of exercise on the immune system. *Olympic*. 1999; 11: 3-18 [In Persian].
32. Ronsen O, Pedersen BK, Øritsland TR, Bahr R, Kjeldsen-Kragh J. Leukocyte counts and lymphocyte responsiveness associated with repeated bouts of strenuous endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2001; 91(1): 425-434.
33. Nieman DC, Henson DA, Melanie D, Victor AB. Immune response to a 30-minute walk. *Medicine and science in sports and exercise*. 2005; 37(1): 57-62.
34. Nieman DC. Influence of carbohydrate on the immune response to intensive, prolonged exercise. *Exercise Immunology Review*. 1998; 4: 64-76.
35. Ghanbari niaki A, Mohammadi Sh. Effect of 4 weeks of an aerobic (RAST) training on hematological changes in male kick-Boxers. *Journal of Sports Sciences*. 2010; 10: 75-87 [In Persian].
36. Karpatkin S. Heterogeneity of human platelets. II. Metabolic and kinetic evidence suggestive of young and old platelets. *Journal of Clinical Investigation*. 1969; 48(6):1073-82.



Shahid Beheshti University

Sport and Exercise Physiology

Spring & Summer 2018/ No.1/ Vol. 11/ Pages: 45-58

Effect of six weeks resistance training with different exercise order on hematological variables in overweight women

Dariush Sheikholeslami Vatani, Fariba Fallahi*, Roonak Tabei

Department of Physical Education & Sport Sciences, School of Education and Psychology, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Received: 25/9/2016

Revised: 6/5/2017

Accepted: 25/2/2017

Purpose: Exercise can lead to various hematological changes and it may be effects on some blood variables. The purpose of present study was to investigate the effects of resistance training with different order on hematological changes (include HGB, HCT, RBC, WBC, MCV, MCH, MCHC, RDW, PLT and MPV) in overweight women (BMI= 25-30 Kg/m²).

Methods: Thirty-one overweight students (Weight: 71.91 ± 8.28 kg and Height: 160 ± 0.05 cm) were objectively selected and randomly divided into three groups: the experimental group 1 (perform exercises from large to small muscles, n= 10), the experimental group 2 (perform exercises from small to large muscles, n= 11) and the control group (without any training program, n= 10). Resistance training consists of 6 weeks (3 sessions per week). The hematological variables were measured in resting conditions before experiment and again after completion of the training period.

Results: Findings using by one-way ANOVA revealed there were no significant differences in any of the hematologic variables levels between three groups.

Conclusion: In general, results showed that medium-term resistance training program and so changing the sequence of performance of resistance exercise – none of them – do not have any effect on hematologic responses.

Key words: Exercise order, Overweight, Hemoglobin, Hematocrit, Red blood cell count

* Corresponding Author: Fariba Fallahi. Tel: 09187815598. E-Mail: falahfariba@yahoo.com

