خون
فصلنامه پژوهشی
دوره ۹ شماره ۱ بهار ۹۱ (۶۲-۵۴)

مقاله پژوهشی

پاسخ عوامل هماتولوژیک به شدت‌های مختلف یک برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای در دانشجویان پسر ورزشکار

حمید اراضی[۱]، اکبر صالحی[۲]، یعقوب حسینی[۳]، محمد جهان مهین[۳]

چکیده

سابقه و هدف

فعالیت‌های بدنی می‌توانند تغییرات هماتولوژیک مختلفی ایجاد نمایند. هدف از این تحقیق، بررسی پاسخ عوامل هماتولوژیک به شدت‌های مختلف یک برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای در دانشجویان پسر ورزشکار بود.

مواد و روش‌ها

در یک مطالعه تجربی، ۲۴دانشجوی پسر ورزشکار با میانگین سنی ۰/۴۸ ± ۲۴/۴۶ سال، وزن ۱/۲۹ ± ۷۵/۵۸ کیلوگرم و قد ۱/۳۲ ± ۱۷۷/۲۵ سانتی‌متر، به صورت داوطلبانه در پژوهش حاضر شرکت کردند. شرکت‌کنندگان در سه گروه ۸ نفری، برنامه تمرین دایره‌ای شامل ۱۰ ایستگاه را پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتا بودن انجام دادند. قبل و بلافاصله پس از تمرین، به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی گرفته شد. یافته‌ها توسط آمار توصیفی و استنباطی (t همبسته و ANOVA) و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۶ ، مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها

نتایج نشان داد مقادیر Hct و RBC در گروه شدت پایین، RBC ، Hb ، Hct و MCV در گروه شدت متوسط و WBC ، RBC ، Hct ، Hb و MCV در گروه شدت بالا افزایش معناداری نسبت به پیش از تمرین داشتند($p<0/05$). هم چنین مقادیر PV و MCH در گروه شدت متوسط و MCH ، MCHC و PV در گروه شدت بالا، کاهش معناداری داشتند($p<0/05$).

نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد، تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت‌های پایین، متوسط و بالا، به صورت فزاینده می‌تواند تاثیر ویژه‌ای بر عوامل هماتولوژیک داشته باشد. لذا به مربیان توصیه می‌شود، در طراحی برنامه‌های تمرین مقاومتی دایره‌ای برای ورزشکاران، به ملاحظات شدت توجه داشته باشند.

کلمات کلیدی: تمرین مقاومتی، هموگلوبین، هماتوکریت، گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید

تاریخ دریافت : ۹۰/۲/ ۶
تاریخ پذیرش : ۹۰/۸/۱۰

۱ـ مؤلف مسؤول: دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی ـ استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان ـ کیلومتر ۱۰ جاده تهران ـ رشت ـ ایران ـ کدپستی: ۱۴۳۸

۲ـ دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی ـ دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان ـ رشت ـ ایران

۳- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی ـ دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان ـ رشت ـ ایران

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-19]

مقدمه

خون مایع واسطه‌ای است و عمل اصلی آن حفظ شرایط هموستاز در بدن می‌باشد که در ایمنی بدن نقش به سزایی دارد. در سال‌های اخیر تغییرات هماتولوژیک ناشی از فعالیت بدنی، توسط بسیاری از پژوهشگران مورد توجه قرار گرفته است. فعالیت بدنی می‌تواند تغییرات ویژه‌ای در تعداد، توزیع زیر گروه‌ها و تکثیر گلبول‌های سفید خون ایجاد کند(۲، ۱). نوع، شدت و مدت فعالیت از جمله مهم‌ترین عواملی هستند که می‌توانند پاسخ‌های هماتولوژیک را تحت تاثیر قرار دهند(۴، ۳). مطالعه‌های متعددی افزایش شمار گلبول‌های سفید را به دنبال فعالیت گزارش کرده‌اند(۱۰-۵). در حالی که در برخی مطالعه‌ها، تغییر معناداری پیامد فعالیت بدنی مشاهده نشده است(۱۲، ۱۱). تعدادی از مطالعه‌ها نیز نشان داده‌اند عوامل هماتولوژیک، پس از تمرین تغییر می‌کنند. موسوی‌زاده و همکاران در بررسی اثر یک دوره تمرین هوازی زیر بیشینه بر شاخص‌های هماتولوژیک دانشجویان؛ کاهش معناداری در هموگلوبین(Hb)، گلبول‌های قرمز (RBC) و هماتوکریت(Hct) مشاهده کردند(۱۳). ناگاشیما و همکاران پس از یک جلسه تمرین در وضعیت ایستاده و خوابیده(طاق باز) و گاییني پس از یک دوره فعالیت ورزشی بیشینه، افزایش معناداری در میزان Hb و Hct مشاهده کردند(۱۵، ۱۴). در حالی که، اوزلم و همکاران تخریب و کاهش RBC و Hct را بلافاصله پس از یک جلسه تمرین شدید نشان دادند(۱۶). کردووا مارتینز نیز، همولیز گلبول‌های قرمز در اثر فعالیت‌های ورزشی شدید را که با تماس بدنی همراه هستند، گزارش کرد(۱۷). اراضی و همکاران افزایش معناداری در RBC بلافاصله پس از یک جلسه تمرین موازی استقامتی- مقاومتی در مردان ورزشکار و احمدی‌زاد و بسامی نیز در مطالعه‌ای، افزایش معناداری در میزان RBC، Hb و Hct گزارش کردند(۱۹، ۱۸). قنبری نیاکی و محمدی در بررسی اثر تمرین بی‌هوازی رست، افزایش معناداری در Hb و MCV (Mean Corpuscular Volume) مشاهده کردند(۲۰). بویادجیوف و همکاران، پس از ورزش‌های زیر بیشینه و اراضی و همکاران نیز پس از یک جلسه تمرینات ویژه آماده‌سازی و مهارتی کونگ‌فو، کاهش معناداری در متغیرهای گلبول قرمز مشاهده کردند(۲۲، ۲۱). با وجود این، در مقایسه‌ای که توسط ناتالی و همکاران در بررسی رابطه اثر مدت، شدت و نوع تمرین یک جلسه‌ای انجام شد، تغییرات معناداری گزارش نشد(۶). قنبری نیاکی و همکاران در بررسی خود، پس از یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای، تغییرات معناداری در سطوح MCV و WBC گزارش کردند (۲۳). در مطالعه دیگری، هایری و همکاران که به بررسی اثر تمرین مقاومتی در شدت‌های مختلف(متوسط و زیر بیشینه)، بر تغییر شکل و تراکم گلبول‌های قرمز پرداختند؛ افزایشی در دفورمیتی RBC در هر دو شدت بلافاصله پس از تمرین مشاهده کردند(۲۴). با مطالعه پیشینه پژوهش در زمینه اثرات فعالیت‌بدنی بر شاخص‌های هماتولوژیک، روشن است که در رابطه با تاثیر تمرینات، بخش عمده برنامه تمرینی از نوع استقامتی و تا حدودی مقاومتی بوده و در زمینه تمرینات دایره‌ای با شدت‌های مختلف به ویژه شدت‌های بالا که ممکن است موجب بروز خطر و آسیب در افراد ورزشکار با سطوح تمرینی مختلف و افراد غیر ورزشکار شود، اطلاعات اندکی پیرامون تغییرات هماتولوژیک وجود دارد. با توجه به اهمیت تمرینات مقاومتی دایره‌ای و استفاده روز افزون از این گونه تمرینات در سطوح مختلف ورزش حرفه‌ای، لزوم توجه کارشناسان و پژوهشگران در این زمینه احساس می‌شود. از سوی دیگر، با توجه به این که هنوز روشن نشده است چه شدت و حجمی از فعالیت ورزشی می‌تواند به پاسخ مطلوبی در ترکیبات خونی منجر شود و این که تمرینات مقاومتی دایره‌ای چه تاثیری بر عوامل هماتولوژیک دارد؛ لذا، پژوهش حاضر با هدف بررسی پاسخ عوامل هماتولوژیک به شدت‌های مختلف یک برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای در دانشجویان پسر ورزشکار انجام شد.

مواد و روش‌ها

در یک مطالعه تجربی، تعداد ۲۴ نفر دانشجوی پسر ورزشکار با میانگین سنی ۰/۴۸ ± ۲۴/۴۶ سال، وزن ۱/۲۹± ۷۵/۵۸ کیلوگرم، قد ۱/۳۲ ± ۱۷۷/۲۵سانتی‌متر و BMI ۰/۲۲ ± ۲۴/۰۸ کیلوگرم بر متر مربع، پس از اطلاع از

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-19]

شرایط تحقیق از میان واجدین شرایط که به صورت داوطلبانه شرکت کرده بودند، انتخاب شدند. تعیین حجم نمونه با توجه به شرایط ورودی آزمودنی‌ها(سلامت کامل جسمانی، آمادگی برای شرکت در فعالیت بدنی و حذف افراد فاقد شرایط مذکور)، امکانات سالن وزنه(محدودیت-های وابسته به میزان تجهیزات متناسب با تعداد آزمودنی‌ها؛ تضعیف کنترل فعالیت‌های تعریف شده افراد بیش از ۸ نفر)، زمان خون‌گیری و در نهایت الگوبرداری از حجم نمونه‌های استفاده شده در کارهای پژوهشی خارج کشور(مشابه با پژوهش حاضر؛ ۶ تا ۱۰ نفر) در چند سال اخیر صورت گرفت.

داوطلبانی که دارای شرایط لازم شامل، عدم مصرف مکمل و دارو، داشتن سابقه تمرین با وزنه، نداشتن سابقه بیماری‌های خونی و آلرژیک و یا بیماری‌های اثرگذار بر عوامل هماتولوژیک بودند، گزینش شدند. سپس آزمودنی‌ها شماره‌گذاری شدند و شماره‌ها داخل کیسه‌ای قرار گرفته و سپس از کیسه خارج شدند. ۸ شماره خارج شده اول به عنوان گروه شدت پایین، ۸ شماره خارج شده دوم به عنوان گروه شدت متوسط و ۸ شماره خارج شده سوم به عنوان گروه شدت بالا انتخاب شدند. وزن افراد به وسیله ترازوی دیجیتال(بیورر، آلمان) و قد با استفاده از دیوار مدرج اندازه‌گیری شد و به کمک فرمول BMI محاسبه شد. سپس آزمودنی‌ها به منظور اجرای برنامه تمرینی به طور کاملاً تصادفی در ۳ گروه شدت پایین، متوسط و بالا قرار گرفتند.

در این پژوهش، متغیر مستقل یک برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای با سه شدت پایین، متوسط و بالا بود که به صورت فزاینده انجام شد. متغیرهای وابسته پژوهش، شاخص‌های هماتولوژیک آزمودنی‌ها، شامل Hct ، Hb ، MCV ، PV ، MCH ، MCHC ، RBC و WBC بودند.

پس از این که محقق اطلاعاتی در ارتباط با پژوهش حاضر در اختیار آزمودنی‌ها قرار داده و آن‌ها را با اهداف و مراحل آن آشنا کرد؛ از بین آزمودنی‌هایی که مایل به شرکت در پژوهش بودند، پس از پر کردن فرم رضایت‌نامه، سوابق پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی (PARQ) شامل سؤالاتی در هفت بخش اطلاعات فردی، سابقه خانوادگی عارضه یا بیماری، مصرف دارو، آسیب و صدمات، بیماری و عفونت، سوابق ورزشی و وضعیت بدنی، افراد واجد شرایط انتخاب شدند. معیار حذف آزمودنی‌ها از مطالعه، داشتن سابقه بیماری‌هایی از قبیل بیماری‌های قلبی ـ عروقی و ریوی و بیماری‌های مرتبط با فشار خون و اختلالات عضلانی ـ اسکلتی(که می‌تواند عملکرد را تحت تاثیر قرار دهد) بود و افرادی که در حال حاضر از داروها، مکمل‌ها یا سایر داروها از قبیل داروهای انرژی‌زا استفاده می‌کردند، نیز از مطالعه حذف شدند. قبل از اعمال متغیر مستقل، اندازه‌های ترکیب بدن شامل قد، وزن، سن و شاخص توده بدن ثبت شد. پس از این که زمان مورد نظر جهت اجرای آزمون مشخص شد، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا جهت خونگیری قبل تمرین، ۱۲ ساعت ناشتا باشند. اولین نوبت خونگیری قبل از تمرین و دومین نوبت، پس از تمرین انجام و نمونه‌های خونی به آزمایشگاه بالینی انتقال یافتند.

اندازه‌گیری یک تکرار بیشینه یا قدرت، در تمرین حرکت‌های پرس پا، پرس سینه، جلو ران، زیر بغل با سیم‌کش، پشت ران، پشت‌بازو با سیم‌کش، جلو بازو با هالتر، کرانچ (شکم)، پرس شانه با هالتر و هایپراکستنشن تنه، پس از گرم کردن، با استفاده از فرمول برزیکی انجام شد(۲۵).

برنامه تمرینی این پژوهش شامل ۱۰ ایستگاه (پرس پا، پرس سینه، جلو ران، زیر بغل با سیم‌کش، پشت‌ران، پشت‌بازو با سیم‌کش، جلو بازو با هالتر، کرانچ شکم، پرس شانه با هالتر و هایپراکستنشن تنه) با سه شدت پایین (نوبت اول ۴۵، نوبت دوم ۵۰ و نوبت سوم ۵۵ درصد یک تکرار بیشینه «1RM»)، متوسط (نوبت اول۶۰، نوبت دوم ۶۵ و نوبت سوم۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) و بالا (نوبت اول ۷۵، نوبت دوم ۸۰ و نوبت سوم ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه) بود که به صورت دایره‌ای انجام شد(۲۴، ۲۲، ۱۶، ۱۴). به همین منظور، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در سه گروه ۸ نفری شدت پایین، متوسط و بالا تقسیم شدند که هر گروه سه دور با شدت‌های ذکر شده، برنامه تمرینی را پس از ۱۵ دقیقه گرم کردن اولیه اجرا کردند. در برنامه تمرینی به جای تعداد تکرارها برای هر ایستگاه، ۲۰ ثانیه

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-19]

زمان اختصاص یافت. استراحت بین دورها ۳ دقیقه بود و بین ایستگاه‌ها استراحتی وجود نداشت. به آزمودنی‌ها گفته شده بود با حداکثر سرعت ممکن، تکرارهای هر حرکت را انجام دهند. کنترل زمان با کرونومتر (زمان‌سنج) انجام شد. در پایان تمرینات، ۵ دقیقه زمان به سردکردن اختصاص یافت. مجموع زمان تمرین ۳۶ تا ۴۰ دقیقه بود. به آزمودنی‌ها گفته شده بود ۴۸ ساعت قبل از آزمون از فعالیت بدنی شدید پرهیز کنند و رژیم غذایی معمول خود را حفظ نمایند.

خون‌گیری و تحلیل آزمایشگاهی:

به منظور یکسان بودن شرایط تغذیه‌ای آزمودنی‌ها قبل از تمرین و احتمال تاثیرگذاری آن بر روی برخی از متغیرها، از آزمودنی‌ها خواسته شد برای مدت حداقل ۱۲ ساعت ناشتا باشند. مقدار ۱۰ میلی‌لیتر خون در حالت نشسته از ورید بازویی آزمودنی‌ها در دو نوبت قبل و بلافاصله بعد از تمرین گرفته و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه بالینی، نمونه‌های خونی پس از ۱۰ تا ۱۵ دقیقه سانتریفوژ و جداسازی پلاسمای‌خون، جهت اندازه‌گیری شاخص‌های هماتولوژیک(RBC ، WBC ، Hct ، Hb ، MCH ، MCHC و MCV) با استفاده از دستگاه Cell Counter (سیس‌مکس، ژاپن)، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. حجم پلاسمایی خون (PV) نیز با استفاده از معادله دیل و کاستیل محاسبه شد(۲۶).

برای تعیین شاخص‌های میانگین و انحراف معیار، از آمار توصیفی استفاده شد. از آمار استنباطی نیز به منظور تعیین اختلاف میانگین قبل و بعد از تمرین (t همبسته) و اختلاف میانگین‌ها در ۳ گروه (ANOVA) استفاده شد. اطلاعات توسط نرم‌افزار آماری SPSS ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. اختلاف میانگین در سطح معناداری $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در تجزیه و تحلیل انجام شده بر روی داده‌ها، تفاوت معناداری در پارامترهای خونی اندازه‌گیری شده قبل از تمرین بین گروه‌ها مشاهده نشد. نتایج پژوهش نشان داد از بین متغیرهای WBC ، RBC ، Hct ، Hb ، MCH ، MCHC، MCV و PV ، تغییرات RBC و Hct در گروه شدت پایین، Hb ، PV ، MCHC ، MCV ، RBC و Hct در گروه شدت متوسط و تمامی متغیرها در گروه شدت بالا در مقایسه با پیش از تمرین، معنادار بوده است($p<۰/۰۵$) (جدول۱).

جدول ۱: تغییرات هماتولوژیک خون دانشجویان پسر ورزشکار پس از یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای در سه شدت پایین، متوسط و بالا

متغیرهای هماتولوژیک	شدت پایین			شدت متوسط			شدت بالا		
	پیش از تمرین	پس از تمرین	مقدار p	پیش از تمرین	پس از تمرین	مقدار p	پیش از تمرین	پس از تمرین	مقدار p
گلبول سفید (WBC) $\times ۱۰^{۳}$ µL	۷/۴۲ ± ۰/۲۳	۸/۰۲ ± ۰/۲۶	۰/۰۹	۶/۷۶ ± ۰/۴۴	۷/۴ ± ۰/۸۳	۰/۲۲	۷/۲۳ ± ۰/۳۷	۰/۳۷±۷/۲۳	↑ * ۰/۰۳۲
گلبول قرمز (RBC) $\times ۱۰^{۶}$ µL	۵/۰۴ ± ۰/۶۴	۵/۲۶ ± ۰/۷۹	↑ * ۰/۰۰۳	۵/۰۹ ± ۰/۷۶	۵/۳۱ ± ۰/۱۱	↑ * ۰/۰۰۷	۵/۲۳ ± ۰/۹۷	۰/۹۷±۵/۲۳	↑ * ۰/۰۰۱
هموگلوبین (Hb) g/L	۱۴/۹۸ ± ۰/۲۰	۱۵/۲ ± ۰/۴۵	۰/۵۳	۱۵/۶ ± ۰/۳۷	۱۶/۱۳ ± ۰/۳۹	↑ * ۰/۰۰۱	۱۵/۹۲ ± ۰/۳۲	۰/۳۲±۱۵/۹۲	↑ * ۰/۰۰۱
هماتوکریت (Hct) %	۴۴/۱۸ ± ۰/۴۵	۴۶/۰۶ ± ۱/۱۰	↑ * ۰/۰۴	۴۵/۱۳ ± ۰/۶۷	۴۷/۸۳ ± ۱/۰۹	↑ * ۰/۰۰۷	۴۷/۴۶ ± ۰/۹۱	۰/۹۱±۴۷/۴۶	↑ * ۰/۰۰۱
مقدارمتوسط هموگلوبین (MCH) pg	۳۰/۱۶ ± ۰/۴۰	۲۹/۱۲ ± ۰/۹۶	۰/۲۷	۳۰/۶۱ ± ۰/۲۷	۳۰/۳۷ ± ۰/۳۲	۰/۱۴	۳۰/۴۷ ± ۰/۶۷	۰/۶۷±۳۰/۴۷	↓ * ۰/۰۰۳
غلظت‌متوسط هموگلوبین (MCHC) g/dL	۳۴/۰۸ ± ۰/۲۲	۳۳/۱۳ ± ۰/۴۰	۰/۰۷	۳۴/۵۲ ± ۰/۳۸	۳۳/۷۳ ± ۰/۲۷	↓ * ۰/۰۱۳	۳۳/۵۵ ± ۰/۲۵	۰/۲۵±۳۳/۵۵	↓ * ۰/۰۰۱
میانگین‌حجم گلبول‌قرمز (MCV) FL	۸۸/۶۸ ± ۰/۶۰	۸۷/۷۳ ± ۲/۰۸	۰/۵۷	۸۸/۷ ± ۱/۰۳	۹۰/۱ ± ۰/۸۲	↑ * ۰/۰۱	۹۰/۸۲ ± ۱/۷۹	۱/۷۹±۹۰/۸۲	↑ * ۰/۰۰۱
حجم پلاسمایی (PV) %	۵۵/۸۱ ± ۰/۴۵	۵۳/۵۸ ± ۲/۳۴	۰/۳۱۹	۵۴/۸۶ ± ۰/۶۷	۵۰/۵۸ ± ۱/۶۰	↓ * ۰/۰۱۵	۵۰/۵۲ ± ۱/۱۲	۱/۱۲±۵۰/۵۲	↓ * ۰/۰۰۱

↑* معناداری و افزایش، ↓* معناداری و کاهش($p<۰/۰۵$)

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-19]

جدول ۲: مقایسه تغییرات هماتولوژیک در شدت‌های پایین، متوسط و بالا بلافاصله پس از تمرین

متغیرهای هماتولوژیک	شدت پایین	شدت متوسط	شدت بالا	مقدار F	مقدار p
گلبول سفید (WBC) × ۱۰^{۳} µL	۸/۰۲ ± ۰/۲۶	۷/۴ ± ۰/۸۳	۷/۲۳ ± ۰/۳۷	۰/۵۷۴	۰/۵۷۲
گلبول قرمز (RBC) × ۱۰^{۶} µL	۵/۲۶ ± ۰/۷۹	۵/۳۱ ± ۰/۱۱	۵/۲۳ ± ۰/۹۷	۰/۱۵۷	۰/۸۵۶
هموگلوبین (Hb) g/L	۱۵/۲ ± ۰/۴۵	۱۶/۱۳ ± ۰/۳۹	۱۵/۹۲ ± ۰/۳۲	۱/۵۳	۰/۲۳۹
هماتوکریت (Hct) %	۴۶/۰۶ ± ۱/۱۰	۴۷/۸۳ ± ۱/۰۹	۴۷/۴۶ ± ۰/۹۱	۰/۸۰۶	۰/۴۶۰
مقدار متوسط هموگلوبین (MCH) pg	۲۹/۱۲ ± ۰/۹۶	۳۰/۳۷ ± ۰/۳۲	۳۰/۴۷ ± ۰/۶۷	۱/۱۴	۰/۳۳۸
غلظت‌متوسط هموگلوبین (MCHC) g/dL	۳۳/۱۳ ± ۰/۴۰	۳۳/۷۳ ± ۰/۲۷	۳۳/۵۵ ± ۰/۲۵	۰/۹۱۶	۰/۴۱۵
میانگین‌حجم‌گلبول‌قرمز (MCV) FL	۸۷/۷۳ ± ۲/۰۸	۹۰/۱ ± ۰/۸۲	۹۰/۸۲ ± ۱/۷۹	۰/۹۴۹	۰/۴۰۳
حجم پلاسمایی (PV) %	۵۳/۵۸ ± ۲/۳۴	۵۰/۵۸ ± ۱/۶۰	۵۰/۵۲ ± ۱/۱۲	۰/۹۸۱	۰/۳۹۱

با توجه به جدول ۱، در گروه شدت پایین، مقادیر RBC و Hct افزایش معنادار، Hb و WBC افزایش غیرمعنادار و مقادیر PV ، MCH ، MCHC و MCV کاهش غیر معناداری در مقایسه با پیش از تمرین داشتند($p<۰/۰۵$). در گروه شدت متوسط، مقادیر Hb ، RBC ، Hct و MCV بلافاصله پس از تمرین افزایش معنادار، MCHC و PV کاهش معنادار و هم چنین، مقدار WBC افزایش غیر معنادار و MCH کاهش غیرمعناداری نسبت به پیش از تمرین داشتند($p<۰/۰۵$). هم چنین، یافته‌ها نشان داد در گروه شدت بالا، مقادیر Hb، Hct ، MCV ، WBC و RBC افزایش معنادار و مقادیر MCH ، MCHC و PV کاهش معناداری پس از یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای در مقایسه با پیش از تمرین داشتند($p<۰/۰۵$)(جدول ۱). در مقایسه نتایج پس از تمرین در سه گروه، تفاوت معناداری در هیچ یک از متغیرهای هماتولوژیک مشاهده نشد(جدول ۲).

بحث

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر ۳ شدت تمرین مقاومتی دایره‌ای بر متغیرهای هماتولوژیک انجام شد. با توجه به این که شدت تمرین در هر گروه به صورت فزاینده افزایش داشت، انتظار می‌رفت نتایج متفاوتی نسبت به مطالعاتی که شدت تمرین را در تمام دورها یکسان در نظر گرفته بودند، مشاهده شود. اما در مجموع، بین اثر شدت‌های مختلف بر عوامل هماتولوژیک در این پژوهش، تفاوت معناداری ملاحظه نگردید. عوامل گوناگونی می‌توانند در این یافته مؤثر باشند؛ از جمله این که آزمودنی‌های پژوهش حاضر دارای پیشینه ورزشی بودند و سازگاری‌های تمرینی از پیش حاصل شده در عوامل مذکور، می‌تواند در کم‌رنگ شدن تفاوت‌های بین گروهی مؤثر باشد. از سوی دیگر ماهیت اجرای تمرین‌های مقاومتی دایره‌ای بدون لحاظ فاصله استراحتی بین ایستگاه‌های هر مدار، می‌تواند بر طبقه‌بندی شدت‌ها و تفکیک محسوس آن‌ها تاثیر قابل توجهی داشته باشد؛ به گونه‌ای که آستانه استرس تمرین از محدوده تمرین تعریف شده در گروه کم‌شدت یا شدت متوسط نیز اثراتی قابل ملاحظه به مثابه تمرین شدت بالا بر عوامل تغییرپذیر

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-19]

خونی داشته باشد. علاوه بر این، مکانیسم‌های فیزیولوژیک دیگری که در پرده ابهام قرار دارند و به حد کفایت شناخته نشده‌اند، می‌توانند در کنار محدود بودن تعداد آزمودنی‌های هر گروه، بر نتایج به دست آمده تاثیرگذار بوده باشند. به عبارت دیگر، با وجود دقت‌نظر پژوهشگران، ممکن است خطاها و محدودیت‌هایی فراتر از سطح کنترل فعالیت میدانی بر نتایج این پژوهش مؤثر باشند که این امر مسلماً لزوم انجام تحقیقات بیشتر را برای نتیجه‌گیری دقیق‌تر نشان می‌دهد.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد حجم پلاسمایی خون آزمودنی‌ها در گروه شدت پایین، تغییر معناداری نداشته و کاهش اندکی مشاهده شد. این امر حاکی از عدم پدیده رقیق یا غلیظ شدن پلاسما و ثبات حجم نسبی آن است. اما در گروه شدت متوسط و بالا، حجم پلاسمایی به طور معناداری نسبت به پیش از تمرین کاهش داشته است. این موضوع منجر به غلیظ شدن پلاسما می‌شود. در طول اجرای تمرین‌ها، این امکان فراهم بود که آزمودنی‌ها به طور اختیاری آب کافی بنوشند. شدت پایین انجام کار در گروه شدت پایین می‌تواند عدم تغییر حجم پلاسما در این گروه را توجیه کند. با این حال، افزایش غلظت خون در دو گروه شدت متوسط و بالا می‌تواند به دلیل افزایش سلول‌های قرمز خون از طحال باشد که این افزایش، به منظور تسهیل در انتقال اکسیژن صورت می‌گیرد(۴). از سوی دیگر حجم پلاسما می‌تواند از طریق تعریق مایعاتی که در اثر شروع فعالیت بدنی به فضای درون بافتی اسمز شده‌اند، کاهش یابد. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها، افزایش معناداری در شمار لکوسیت‌ها در گروه شدت بالا نشان داد که با نتایج برخی مطالعه‌ها همسو بوده و با نتایج آنسلی و همکاران و سیمونسون متغایر است(۱۲-۵). در دو گروه دیگر نیز شمار لکوسیت‌ها تغییر معناداری در مقایسه با پیش از تمرین نداشته است. ورزش موجب افزایش تعداد لکوسیت‌ها در گردش خون می‌شود که این لکوسیتوز به شدت کار بستگی دارد. لکوسیت‌های حاشیه‌ای(چسبیده به اندوتلیوم عروقی)، منبع اصلی لکوسیت‌ها هستند(۲۷). به نظر می‌رسد آن چه هنگام ورزش موجب جداسازی لکوسیت‌ها می‌شود، افزایش برونده قلبی باشد، به گونه‌ای که افزایش لکوسیت‌های در گردش با افزایش ضربان قلب همبستگی دارد(۲۷). افزایش برونده قلبی به واسطه نیروهای مکانیکی بزرگتر، لکوسیت‌های حاشیه‌ای را به درون گردش خون آزاد می‌کند. اگرچه به نظر می‌رسد عوامل همودینامیکی، مسؤول جداسازی بیشتر لکوسیت‌ها هنگام ورزش هستند، اما افزایش غلظت کاتکول‌آمین‌های پلاسما نیز ممکن است نقش داشته باشند. علاوه بر افزایش برونده قلب(از طریق گیرنده‌های β_1)، فراخوانی خون از احشاء به ریه‌ها(از طریق گیرنده‌های α_1) و افزایش گردش خون عضله اسکلتی(از طریق گیرنده‌های β_2) که موجب افزایش جداسازی لکوسیت‌ها در چنین جایگاه‌هایی می‌شود، آدرنالین نیز می‌تواند جداسازی لکوسیت‌ها را از طریق کاهش چسبندگی آن به اندوتلیوم عروقی افزایش دهد(۲۷). در تحقیق حاضر، متغیرهای RBC ، Hct و Hb در تمامی گروه‌ها در مقایسه با پیش از تمرین افزایش داشت، که تنها افزایش Hb در گروه شدت پایین غیر معنادار بود. سایر متغیرها در ۳ گروه، افزایش معناداری داشته است. یافته‌های این بخش از پژوهش با نتایج تحقیقات ناگاشیما و همکاران، گایینی و احمدی‌زاد و بسامی (۲۰۱۰) هم‌خوانی و مطابقت دارد و با یافته‌های موسوی‌زاده و همکاران، اوزلم و همکاران و اراضی و همکاران همسو نیست(۲۱، ۱۹، ۱۶-۱۳). کاهش حجم پلاسما، موجب افزایش غلظت خون می‌شود. بنابراین، بخش‌های پروتئینی و سلولی، کسر بیشتری از کل حجم خون را اشغال می‌کنند، این امر منجر به افزایش هماتوکریت می‌شود. این افزایش حتی بدون افزایش شمار گلبول‌های قرمز، موجب افزایش مقدار گلبول‌های قرمز در هر واحد حجم می‌گردد(۴). از سوی دیگر در طی ورزش، شمار گلبول‌های قرمز در گردش خون می‌تواند در نتیجه رها ساختن سلول‌های قرمز ذخیره شده در طحال افزایش یابد که منجر به افزایش هموگلوبین خون در هر واحد حجم می‌شود(۴). این امر با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در بیان برخی تفاوت‌ها در این ارتباط می‌توان به نوع تمرین‌های استفاده شده، شدت، فاصله زمانی استراحت و سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها اشاره کرد. در پژوهش فوق، میزان شدت در ۳ گروه متفاوت بوده و هم چنین

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-19]

شدت در هر گروه به طور فزاینده‌ای افزایش داشت. هم چنین فاصله استراحتی، بین دورها قرار داشت و به ایستگاه‌ها استراحتی اختصاص داده نشد. با توجه به این که این گونه تمرینات از وهله‌های استراحتی برخوردارند، لذا شدت فعالیت می‌تواند از عواملی باشد که منجر به تغییراتی در روند همولیز درون عروقی شود و کاهش گلبول‌های قرمز و در نتیجه کاهش هماتوکریت و هموگلوبین در مقایسه با تمرین‌هایی که از استراحت کافی برخوردار نبوده، کمتر صورت می‌گیرد و یا حتی ممکن است به دلیل رها شدن گلبول‌های قرمز از ذخیره طحالی، سطح آن‌ها افزایش یابد. این موضوع می‌تواند متغیرهای گلبول قرمز را تحت تاثیر قرار داده و از علل افزایش آن، در پژوهش حاضر باشد. با وجود این، کاهش حجم پلاسما در طی فعالیت می‌تواند آسیب‌زا بوده، عملکرد ورزشکار را تحت تاثیر قرار داده و هموستاز را دچار اختلال نماید. لذا توصیه می‌شود در حین انجام فعالیت بدنی با شدت بالا، ملاحظات تمرینی را مورد توجه قرار داده و از مصرف کافی مایعات در طی تمرین و در مرحله ریکاوری، اطمینان حاصل شود. نتایج این پژوهش در ارتباط با تغییرات MCV نشان داد، در دو گروه شدت متوسط و بالا، افزایش معناداری بلافاصله پس از تمرین در متغیر مذکور ایجاد شده که این موضوع با یافته‌های قنبری نیاکی و همکاران هم‌خوانی دارد(۲۳، ۲۰). اما با نتایج مطالعه‌های بویادجیوف و همکاران و اراضی و همکاران همسو نیست(۲۲، ۲۱). هم چنین در این پژوهش، سطوح MCH در گروه شدت بالا و MCHC در دو گروه شدت متوسط و بالا کاهش معناداری نشان داد. این نتایج با یافته‌های بویادجیوف و همکاران همسو بوده و با مشاهدات موسوی‌زاده و همکاران، اراضی و همکاران و هوی‌جون و همکاران هم‌خوانی ندارد(۲۲، ۱۸، ۱۳، ۸). البته برخی از پژوهشگران در ارتباط با تغییرات ورزشی در سیستم گلبول‌های قرمز و عوامل خونی، دگرگونی مورفولوژی اریتروسیت‌ها را در ارتباط با عوامل MCV ، MCH و MCHC متعاقب فعالیت‌های بدنی کوتاه مدت همراه با خستگی بدن، بدون تغییر ذکر کرده‌اند که این امر با یافته ما در گروه شدت پایین مطابقت دارد(۲۸). در این پژوهش تغییر معناداری در این دو متغیر در گروه شدت پایین مشاهده نشد که این موضوع با نتایج یافته‌های قنبری نیاکی و همکاران، موسوی‌زاده و همکاران، اراضی و همکاران و هوی‌جون و همکاران همسو بوده و با نتایج مطالعه‌های بویادجیوف و همکاران هم‌خوانی ندارد(۲۳، ۲۰، ۱۳، ۸). کاهش حجم پلاسما، افزایش غلظت خون و در نتیجه مقاومت در برابر جریان خون همراه با افزایش هماتوکریت اتفاق می‌افتد. این موضوع در پژوهش حاضر، متناسب با افزایش شدت، افزایش داشت. به دلیل این که اکسیژن به وسیله گلبول‌های قرمز انتقال پیدا می‌کند، بنابراین افزایش تعداد گلبول‌های خون می‌تواند انتقال اکسیژن را به حداکثر برساند. ولی چنانچه افزایش تعداد گلبول‌های خون همراه با افزایش حجم پلاسما نباشد(همانند آن چه در تحقیق حاضر مشاهده شد)، ویسکوزیته خون افزایش می‌یابد که می‌تواند باعث کاهش جریان خون شود. این امر می‌تواند از نقطه نظر آسیب شناسی در شدت‌های بالا مورد توجه قرار گیرد. در مقابل ترکیب کم هماتوکریت و حجم زیاد پلاسما، ویسکوزیته خون را کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد کاهش ویسکوزیته در برخی موارد مفید باشد، زیرا خون وظیفه انتقال خود را به خوبی انجام می‌دهد که دلیل آن سهولت جریان خون در عروق است(۴). هنگام فعالیت بدنی، پایین بودن هماتوکریت همراه با تعداد طبیعی و یا بیشتر گلبول‌های قرمز خون، شرایط مطلوبی است که می‌تواند سبب تسهیل انتقال اکسیژن شود(۴). هم چنین لکوسیت‌ها نیز به ورزش و فعالیت جسمانی پاسخ‌هایی را نشان می‌دهند که این پاسخ‌ها به متغیرهای متعددی شامل شدت تمرین، مدت تمرین و شاخص‌های آمادگی جسمانی افراد وابسته است(۲۳).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد، تمرین مقاومتی دایره‌ای در شدت‌های پایین، متوسط و بالا به صورت فزاینده، می‌تواند تاثیر ویژه‌ای بر عوامل هماتولوژیک داشته باشد. افزایش شدت تمرین، بایستی با توجه به سطح آمادگی و شرایط بدنی ورزشکاران انجام شود تا از بروز عوامل خطرزای ممکن، پیش‌گیری شود و سازگاری‌های

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-19]

مطلوب فیزیولوژیک و هماتولوژیک حاصل گردد. لذا، به مربیان توصیه می‌شود، با توجه به نیاز ورزشکاران و ملاحظات شدت تمرین، به طراحی برنامه‌های تمرین مقاومتی دایره‌ای اقدام نمایند.

References :

1- Nieman DC. Immune response to heavy exertion. J Appl Physiol 1997; 82(5): 1385-94.
2- Ronsen O, Pedersen BK, Oritsland TR, Bahr R, Kjeldsen-Kragh J. Leukocyte counts and lymphocyte responsiveness associated with repeated bouts of strenuous endurance exercise. J Appl Physiol 2001; 91(1): 425-34.
3- Vidman MP, Greisheimer EM. Physiology and Anatomy. 10th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2002. p. 137-49.
4- Wilmore JH, Costill DL. Physiology of Sport and Exercise. 2nd ed. Indiana: Human Kinetics; 2005. p. 436-51.
5- Nieman DC, Henson DA, Austin MD, Brown VA. Immune response to a 30-minute walk. Med Sci Sports Exerc 2005; 37(1): 57-62.
6- Natale VM, Brenner IK, Moldoveanu AI, Vasiliou P, Shek P, Shephard RJ. Effect of three different types of exercise on blood Leukocyte count during and following exercise. Sao Paulo Med J 2003; 121(1): 9-14.
7- Karacok Y, Duzova H, Polat A, Emre MH, Arabac I. Effects of training period on hemorheological variables regularly trained footballers. Br J Sports Med 2005; 39(2): e4.
8- Wu HJ, Chen KT, Shee BW, Chang HC, Huang YJ, Yang RS. Effects of 24-h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. World J Gastroenterol 2004; 10(18): 2711-4.
9- Gleeson M. Immune functions in sport an exercise. Journal of Applied Physiology 2007; 99(3): 115-124.
10- Gabriel H, Urhausen A, Kindermann W. Mobilization of circulating leucocyte and lymphocyte subpopulations during and after short, anaerobic exercise. Eur J Appl Physiol 1992; 65(2): 164-70.
11- Simonson SR. Immune response to resistance exercise. J Strength Cond Res 2001; 15(3): 378-84.
12- Robson-Ansley PJ, Blannin A, Gleeson M. Elevated plasma interleukin-6 levels in trained male triathletes following an acute period of intense interval training. Eur J Appl Physiol 2007; 99(4): 353-60.
13- Mosavizadeh M, Ebrahim Kh, Nikbakht H. Effect of one period of selective aerobic training on hematological indexes of girls. Sci J Iran Blood Transfus Organ 2009; 6(3): 227-231.[Article in Farsi]
14- Gaeini AA. Effect of maximal exercise on hematological factors responses in adolescent athletes and non-athletes. Olampic 2001; 9(20): 23-31.
15- Nagashima K, Wu J, Kavouras SA, Mack GW. Increased renal tubular sodium reabsorption during exercise-induced hypervolemia in humans. J Appl Physiol 2001; 91(3): 1229-36.
16- Yalcin O, Erman A, Muratli S, Bor-Kucukatay M, Baskurt OK. Time course of hemorheological alterations after heavy anaerobic exercise in untrained human subjects. J Appl Physiol 2002; 94(3): 997-1002.
17- Córdova Martínez A, Villa G, Aguiló A, Tur JA, Pons A. Hand strike-induced hemolysis and adaptations in iron metabolism in Basque ball players. Ann Nutr Metab 2006; 50(3): 206-13.
18- Arazi H, Damirchi A, Mostafalo A. The effects of one bout of concurrent exercises (Endurance-Resistance) on hematological variables in male athletes. Exercise Physiology 2009; 2: 1-10.
19- Ahmadizad S, Bassami M. Interaction effects of time of day and sub-maximal treadmill exercise on the main determinants of blood fluidity. Clin Hemorheol Microcirc 2010; 45(2-4): 177-184.
20- Ghanbari niaki A, Mohammadi SH. Effect of 4 weeks of anaerobic (RAST) training on hematological changes in male kick-boxers. Journal of Applied Exercise Physiology (Journal Of Sports Science) 2009; 5(10): 75-87.
21- Arazi H, Asghari E, Lotfi N. The effect of a single session of preparatory and specific exercises in Kung Fu on some hematological variables. J of Sport and Exercise Physiology 2009; 3: 235-240.[Article in Farsi]
22- Boyadjiev N, Taralov Z. Red blood cell variables highly trained pubescent athletes: a comparative analysis. Br J Sport Medicine 2000; 34(3): 200-4.
23- Ghanbari Niaki A, Tayebi SM, Ghorbanalizadeh Ghaziani F, Hakimi J. Effect of single session of circuit resistance exercise on hematological changes in physical education students. Journal of sports sciences 2005; 1(2): 77-88.[Article in Farsi]
24- Hayriye C-K, Piray A, Nihat G, Melek Bor K. Effects of resistance training intensity on deformability and aggregation of red blood cells. Clin Hemorheol Microcirc 2009; 41(4): 451-61.
25- Brzycki, M. Strength testing-predicting a one-rep max from reps to fatigue. Journal of Physical Education Recreation and Dance 1993; 64: 88-90.
26- Dill BD, Costill DL. Calculation of percentage changes in volume of blood, plasma, and red cells in dehydration. J Appl Physiol 1974; 37(2): 247-78.
27- Gleeson M. Immune function in sport and exercise. 1st ed. Churchill Livingstone Elsevier; 2006. p. 221-25.
28- Zbigiew S. Erythrocyte system under the influence of physical exercise and training. Sports Med 1990; 10(3): 181-97.

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-19]

Sci J Iran Blood Transfus Organ 2012; 9(1): 54-62

Original Article

The response of hematological factors to a circuit resistance training program with various intensities in athlete male students

Arazi H.[1], Salehi A.[1], Hosseini Y.[1], Jahanmahin M.[1]

[1] *Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran*

Abstract

Background and Objectives

Hematological parameters are influenced by physical activities. The purpose of this study was to survey the response of hematological factors to a circuit resistance training program with different intensities in athlete male students.

Materials and Methods

In this experimental study, 24 athlete male students (age, 24.46 ± 0.48 years; weight, 75.58 ± 1.29 kg; height, 177.25 ± 1.32 cm) took part in this study voluntarily. Subjects were randomly divided into three groups including three low, moderate and high intensities. Each group contained 8 people. Circuit resistance training program included ten stations, which took place in three sets with twenty seconds for each station. Subjects were asked to fast for 12 hours. Then, 10 ml blood samples pre and post exercise were taken from arm vena. All data were analyzed by using descriptive and inferential statistics (paired-samples t and ANOVA) through SPSS 16 software.

Results

Post exercise results showed a significant increase in the values of Hct and RBC in low intensity group, in Hct, RBC, Hb, and MCV in moderate intensity group, and in MCV, Hb, Hct, RBC, and WBC in high intensity group ($p< 0.05$). Also, significant decrease was seen in the values of MCHC and PV in moderate intensity group and PV, MCHC, and MCH in high intensity group ($p< 0.05$).

Conclusions

Results showed circuit resistance training with progressively low, moderate and high intensities could specifically influence hematologic factors. Hence, it is recommended to coaches to consider intensity in designing circuit resistance training programs for athletes.

Key words: Resistance Training, Hemoglobin, Hematocrit, Red Blood Cells, White Blood Cells

Received: 26 Apr 2011
Accepted: 1 Nov 2011

Correspondence: Arazi H., PhD of Exercise Physiology. Assistant Professor of Exercise Physiology. Faculty of physical education & sport sciences, University of Guilan. Rasht 10th km Tehran road.
Postal Code:1438 , Rasht, Iran. Tel: (+98131) 6690161; Fax : (+98131) 6690675
E-mail: *hamidarazi@yahoo.com*

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-19]