فیزیولوژی ورزشی شماره ۱۵، پاییز ۱۳۹۱، صص ۸۲-۷۱

اثر انقباض برونگرا بر تغییرات هماتولوژیک خون در مردان جوان غیرورزشکار

غلامرضا نعمتی[۱]، فرهاد رحمانی‌نیا[۲]، بهمن میرزایی[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۴/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۸/۲۲

چکیده

هدف تحقیق، بررسی اثر انقباض برونگرا بر تغییرات هماتولوژیک خون در مردان جوان غیر ورزشکار بود. بدین منظور ۱۴ مرد غیر ورزشکار (سن ۱/۱۴±۲۴/۲۸ سال، قد ۰/۴۸±۱۷۵/۳۶ سانتی‌متر، وزن ۵/۴۳±۷۳/۱۴ کیلوگرم، شاخص توده بدنی ۱/۰۶±۲۳/۴۲ کیلوگرم بر متر مربع و چربی بدن ۱/۳۵±۱۴/۷۱ درصد) داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. فعالیت برونگرا با اجرای پنج نوبت ۱۵ تایی با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه توسط دستگاه خم کننده زانو ایجاد شد. نمونه‌های خونی (گلبول‌های قرمز خون، هموگلوبین، هماتوگریت، حجم متوسط گلبول قرمز، متوسط هموگلوبین گلبولی، متوسط غلظت هموگلوبین گلبولی، پلاکت‌ها، نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها و لکوسیت‌ها) بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین بررسی شدند. نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد، تفاوت معنی‌داری در میزان لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها، منوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها به همراه پلاکت‌ها و حجم متوسط گلبول قرمز بلافاصله بعد از تمرین وجود دارد. ولی در ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تمرین تفاوت معنی‌داری در متغیرها مشاهده نشد ($p\geq ۰/۰۵$). نتایج نشان داد یک جلسه فعالیت مقاومتی به صورت انقباض برونگرا سبب تغییراتی در تعداد گلبول‌های سفید، پلاکت‌ها و حجم متوسط گلبول قرمز بلافاصله بعد از تمرین شد. احتمالا عدم تغییر معنی‌دار در سایر متغیرها می‌تواند در نتیجه حجم کم عضلات درگیر و نوع انقباض عضلانی ایجاد شده باشد.

واژگان کلیدی: هماتولوژیک، انقباض برونگرا، التهاب، گلبول‌های خونی.

۱ . کارشناس ارشد دانشگاه گیلان (نویسندهٔ مسئول) Email: nemati8@yahoo.com
۲ . استاد دانشگاه گیلان
۳ . دانشیار دانشگاه گیلان

مقدمه

هنگامی که نیروی تولید شده کمتر از نیروی خارجی باشد عضله در حالت انقباض، طویل می‌شود و انقباض عضلانی برونگرا به همراه کار منفی رخ می‌دهد (۱). به خاطر اینکه نیروی عضلانی در هنگام انقباض برونگرا افزایش می‌یابد، آسیب به ماتریکس[1] برون سلولی و عناصر انقباضی سلول‌های عضلانی (خطوط Z، پارگی سارکومر)، رخ می‌دهد؛ همچنین موجب بروز کوفتگی عضلانی تاخیری، کاهش قدرت و استقامت عضلانی و تورم موضعی و ... می‌شود (۲). شواهد بافت‌شناختی و بیوشیمیائی (در مورد موش و انسان) تأیید کرده‌اند که تخریب عضلانی به دلیل پروتکل‌های تمرینی معین و به ویژه تحت تأثیر فعالیت‌های برونگرا است (۳). یکی از دلایلی که انقباض‌های برونگرا منجر به تخریب بیشتر تار عضلانی می‌شوند این است که در مقایسه با انقباض‌های درونگرا و ایستا، واحدهای حرکتی کمتری حین این انقباض فراخوانی می‌شود؛ بنابراین سطح مقطع کوچکتری از عضله برای تحمل بار مشابهی به کار گرفته می‌شود (۳،۴). جالب توجه است که انقباضات طویل شونده نیاز به مصرف انرژی کمتری نسبت به انقباض‌های کوتاه شونده و ایستا دارند. احتمالا، به دلیل بکارگیری واحدهای حرکتی کمتری است (۵). آسیب به وجود آمده در بافت عضلانی بر اثر انقباض برونگرا، موجب تولید هورمون‌های استرسی می‌شود. این نیز به نوبه خود منجر به پاسخ التهابی و تغییراتی در دستگاه اریتروسیتی خون محیطی می‌شود. پاسخ التهابی باعث انتقال مایع، افزایش هجوم برخی سلول‌های خونی (نوتروفیل‌ها[2]، منوسیت[3] و لنفوسیت‌ها[4]) به بافت آسیب دیده می‌شود (۶). بافت خون به سبب عمل اکسیژن رسانی، دفع مواد زاید و پایداری حجم مایعات بدن و هورمون‌ها، نظر بیشتر پژوهشگران را برای بررسی چگونگی تاثیر پذیری این عوامل در مقابل فعالیت‌های بدنی و ورزشی به خود جلب کرده است (۹). تغییرات فیزیولوژیکی که به وسیله **ورزش** در خون رخ می‌دهد، بسته به نوع، شدت و مدت آن می‌تواند منجر به کاهش هماتوکریت[5]، میوگلوبین[6]، گلبول‌های قرمز خون به همراه پلاکت‌ها[7] و افزایش در میزان گلبول‌های سفید خون شود (۷). به عبارت دیگر زمانی که شخص شروع به فعالیت می‌کند

1. Matrics
2. Neutrophils
3. Monocytes
4. lymphocytes
5. Hematoctit
6. Myoclobin
7. Platelets

وضعیتی بنام کم خونی ناشی از ورزش رخ می‌دهد که آن موجب کاهش در شمار گلبول‌های قرمز خون به همراه هموگلوبین[1] می‌شود (۸). برخی تحقیقات نشان داده‌اند که در اثر تمرینات استقامتی میزان هماتوکریت کاهش و میزان هموگلوبین به همراه پلاکت‌ها افزایش می‌یابد (۱۰). برمون[2] و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند در **اثرفعالیت‌های مقاومتی** حاد میزان گلبول‌های سفید در طیف‌های مختلف بلافاصله بعد از آن افزایش می‌یابد (۱۱). همچنین هاویل[3] و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند تمرینات شدید هوازی موجب افزایش میزان لکوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها در جوانان و بزرگسالان می‌شود (۱۲). همچنین، به گفتهٔ فلورین[4] و همکاران (۲۰۰۹) ۸ هفته فعالیت مقاومتی نتوانست تغییر معنی‌داری در میزان لکوسیت‌های[5] خون ایجاد کند (۱۳). برای ارزیابی تغییرات گلبول‌های قرمز خون، احمدیزاد و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند بعد از **فعالیت‌های مقاومتی** تغییرات ناپایداری در متغیرهای خونی همچون تغییر در غلظت آهن به وجود می‌آید. کاهش حجم پلاسما موجب افزایش شمار گلبول‌های قرمز خون، هموگلوبین و هماتوکریت و در نهایت، موجب افزایش ویسکوزیته پلاسما بلافاصله بعد از **فعالیت‌های مقاومتی** می‌شود (۱۴). خلاقی و همکاران (۱۳۸۰) نشان دادند تمرین‌های تناوبی هوازی و بی‌هوازی موجب کاهش معنی‌داری در میزان هماتوکریت و گلبول قرمز خون می‌شود (۱۵). ناتالی[6] و همکاران (۲۰۰۲) پژوهشی در رابطه با اثر سه نوع فعالیت مختلف (مقاومتی، هوازی با شدت زیاد و شدت کم) بر متغیرهای هماتولوژیکال[7] انجام دادند. نتایج نشان داد فعالیت هوازی با شدت زیاد موجب تغییرات بیشتری نسبت به دو نوع فعالیت دیگر می‌شود (۱۶). موسویزاده و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند هشت هفته تمرین هوازی موجب کاهش اریتروسیت‌ها شد (۱۷). همچنین طیبی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند یک جلسه فعالیت مقاومتی موجب کاهش معنی‌داری در تعداد گلبول‌های قرمز خون بلافاصله بعد از تمرین می‌شود (۱۸). از طرفی گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد هیچ تفاوتی در غلظت هموگلوبین، هماتوکریت و نیز سایر عوامل هماتولوژیکال در افراد ورزیده و غیر ورزیده بعد از فعالیت بیشینه وجود ندارد (۱۳). قنبرنیاکی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که فعالیت بی هوازی RAST موجب افزایش هموگلوبین و گلبولهای قرمز خون می‌شود (۱۹). اما

1. Hemoglobin
2. Bermon
3. Havil
4. Florian
5. Leukocytes
6. Natali
7. Hematological

متاسفانه تحقیقات انجام شده در این زمینه در داخل و خارج کشور بسیار اندک است و نتایج متناقضی از آن وجود دارد (۱۸،۱۷،۱۶،۱۵،۱۳،۱۴). انقباض برونگرا تغییرات مهمی در بافت عضلانی و خونی ایجاد می‌کند. در بیشتر تحقیقات قبل و بلافاصله بعد از تمرین متغیرهای خونی اندازه‌گیری شده و تغییرات بعدی آن (۲۴ و ۴۸ ساعت بعد تمرین) در نظر گرفته نشده است؛ لذا انجام تحقیق در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف ما ارزیابی اثر فعالیت برونگرا بر تغییرات هماتولوزیک خون در مردان جوان غیر ورزشکار بود.

روش‌شناسی تحقیق

طرح حاضر ماهیتی مداخله گرایانه داشت و در قالب یک تحقیق نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و سه نوبت پس آزمون انجام شد. پس از فراخوان تحقیقی در دانشگاه گیلان ۱۴ دانشجوی پسر غیر ورزشکار سالم به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند.

موضوع تحقیق، هدف و روش اجرای آن به آگاهی دانشجویان رسید و رضایت نامه کتبی از آنها گرفته شد. تمام آزمودنی‌ها در شروع اجرای پژوهش هیچ‌گونه بیماری و عارضه‌ای نداشتند. سابقه مصرف سیگار، الکل، داروهای ضد التهاب (آسپرین، ایبوپروفن، استامینوفن و ...) و سابقه آسیب در اندام تحتانی نداشتند. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد در طی اجرای تحقیق رژیم غذایی عادی و فعالیت روزانه خود را حفظ کنند و از مصرف هرگونه دارو و ویتامینی اجتناب کنند و حداقل ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمون فعالیت‌های شدید انجام ندهند.

پروتکل تمرین: پس از تأیید طرح تحقیق توسط کمیتهٔ تحصیلات تکمیلی، تمامی مراحل انجام پژوهش در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش و سالن بدنسازی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان اجرا شد. سه روز قبل از شروع آزمون، جهت آشنایی آزمودنی‌ها با شرایط تحقیق و نحوه اجرای آن و همچنین انجام اندازه‌گیرهای مقدماتی (اندازه‌گیری قد و وزن، یک تکرار بیشینه با پای برتر به وسیله دستگاه خم کننده زانو) جلسه آشنایی برپا شد. در پایان جلسه آشنایی با آزمون، مقرر شد همه آزمودنی‌ها به صورت ناشتا راس ساعت ۸ صبح در دانشکده تربیت‌بدنی برای اندازه‌گیری میزان پایه تعداد گلبول‌های قرمز خون[1] (RBC)، هموگلوبین (HGB)، هماتوگریت (HCT)، حجم متوسط گلبول قرمز[2] (MCV)، متوسط هموگلوبین گلبولی[3] (MCH) ، متوسط غلظت هموگلوبین گلبولی[4] (MCHC) ، پلاکت‌ها

1. Red blood cells
2. Mean corpuscular volume
3. Mean corpuscular haemoglobin
4. Mean corpuscular hemoglobin concentration

(PLT)، نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها و لکوسیت‌ها[1] حاضر شوند. تمام آزمون‌ها در صبح و در زمان مشابه انجام شد تا از تأثیر ریتم شبانه‌روزی بر متغیرهای مورد مطالعه جلوگیری شود. شایان ذکر است همهٔ آزمودنی‌ها از دانشجویان خوابگاهی بودند و از برنامهٔ غذایی دانشگاه استفاده می‌کردند.

روش اجرا: انقباض برونگرا در عضلات پشت ران، با استفاده از وزنه‌ای معادل ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه و با برنامه‌ای مشابه طرح داین لاروچه[2] (۲۰۰۵) ایجاد شد (۲۰). پس از توضیح کامل نحوه‌ی کار، آزمودنی‌ها با انجام دو نوبت ۸ تایی با تکرارهای زیربیشینه خود را گرم کردند. سپس در سه نوبت ۱۵ تایی با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه، مطابق با پروتکل تمرینی، قسمت مثبت حرکت را با کمک پژوهشگر تا زاویه ۹۰ درجه مفصل زانو بالا آوردند (انقباض ایزوتونیک) و قسمت منفی حرکت (انقباض برونگرا)، در زمان ۲ ثانیه و توسط آزمودنی اجرا شد؛ ضمن اینکه فاصله استراحت بین نوبت‌های تمرینی یک دقیقه بود (۲۰). نمونه‌های خونی پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، به میزان ۵ سی‌سی از سیاهرگ بازوئی گرفته شد و بعد از ۱۰ الی ۱۵ دقیقه سانترفیوژ شدن با استفاده از دستگاه شمارنده سلول، سایمکس[3] (ساخت کشور ژاپن) میزان تغییرات متغیرهای مورد نظر بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین اندازه‌گیری شد.

حجم پلاسمایی خون[4] (PV) با استفاده از معادله دیل و کاستیل و بر پایه هموگلوبین و هماتوگریت محاسبه شد. در این فرمول BV[5]: حجم خون، RCV: حجم گویچه قرمز، hemo: هموگلوبین، hct: هماتوکریت، a[6] پس از تمرین و b: پیش از تمرین مدنظر است (۲۱).

BV b = 100%	BV a = BV b * (hemo b / hemo a)
RCV b = BV b * hct b	RCV a = BV a * hct a
PV b = BV b – RCV	PV a = BV a – RCV a

روش‌آماری

از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین‌ها و انحراف استاندارد استفاده شد. برای مقایسه تغییرات متغیرهای مورد نظر در پیش آزمون و پس آزمون از روش اندازه‌گیری مکرر با تصحیح بونفرونی استفاده شد.

---

1. leukocytes
2. Dain LaRoche
3. Sysmex
4. Plasma volume
5. Blood volume
6. After

یافته‌های پژوهش

پس از جمع آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها، نتایج زیر به دست آمد: در جدول شماره ۲ میزان تغییرات گلبول‌های قرمز خون، هماتوکریت، هماگلوبین، حجم متوسط گلبول قرمز، متوسط هموگلوبین گلبولی، متوسط غلظت هموگلوبین گلبولی، پلاکت‌ها، لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها به همراه منوسیت‌ها و حجم پلاسما در مراحل مختلف قبل و بعد از آزمون ارائه شده است.

جدول شماره ۲. میزان متغیرهای مورد نظر را در هر مورد اندازگیری نشان می‌دهد ($\overline{X}$ ±SD)

متغیرها	($\overline{X}$ ± SD)			
	پیش آزمون	پس آزمون (بلافاصله)	پس آزمون (۲۴ ساعت)	پس آزمون (۴۸ ساعت)
RBC (mm^3)	۵/۲۸ ±۰/۵۲۲	۶/۰۲ ± ۰/۷۸۲	۵/۲۵ ± ۰/۵۸۶	۵/۲۶ ±۰ /۶۱۷
HGB (g/dL)	۱۵/۴۲ ± ۱/۲۸	۱۵/۸۷ ± ۱/۱۴	۱۵/۲۷ ± ۱/۳۲	۱۵/۲۸ ± ۱/۲
HCT (%)	۴۵/۳۴ ± ۳/۱۳	۴۶/۱۱ ± ۳/۳۵	۴۵/۲۳ ±۳/۰۴	۴۵/۲۳ ± ۳/۲۹
MCV (F/L)	۸۶/۳۴ ± ۸/۰۱	❋۸۷/۵۶ ± ۶/۱۱	۸۶/۶۹ ± ۸/۲۹	۸۶/۵۱ ± ۸/۴۰
MCH (pg)	۲۹/۳۵ ± ۲/۹۸	۲۹/۲۷ ± ۲/۹۵	۲۹/۳۰ ± ۲/۹۷	۲۹/۱۸ ± ۲/۸۹
MCHC (g/L)	۳۴/۰۱ ±۰/۹۹	۳۴/۲۸ ± ۰/۸۹	۳۳/۸۶ ± ۱/۰۴	۳۴/۱۱ ± ۰/۷۳۲
PLT (10^3/L)	۲/۴۱ ± ۶۰/۸۶	❋۲/۸۰ ± ۶۰/۹۹	۲/۳۵ ± ۶۰/۵۲	۲/۳۷ ± ۵۹/۰۹
leukocytes (mm^3)	۶/۱۹ ± ۱۲۷/۹	❋۸/۶۸ ± ۱۳/۹	۶/۴۸ ± ۱۵/۲	۶/۳۰ ± ۱۹/۳
Lymphocytes (%)	۴۶/۵۱ ± ۹/۵۸	❋۵۰/۳۲ ± ۹/۶۴	۴۷/۰۲ ± ۵/۸۷	۴۶/۲۸ ± ۹/۱۲
Monocytes (%)	۴ ± ۲/۲۳	❋۶/۷۴ ± ۲/۸۶	۴/۲۵ ± ۱/۷۹	۴/۷۱ ± ۱/۱۱
Neutrophils (%)	۴۷/۷۱ ± ۱۰/۱	❋۵۲/۹۷ ± ۹/۹۵	۴۸/۱۲ ± ۶/۲	۴۶ ± ۹/۳
Plasma Volume	۵۳/۱۰ ± ۰/۷۲	۵۲/۶۲ ± ۱/۱۲	۵۳/۰۳ ± ۰/۸۴	۵۳/۰۹ ± ۰/۹۱

❋: نشانه معنی‌داری نسبت به پیش آزمون

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازگیری مکرر نشان داد انقباض برونگرا نتوانست تفاوت معنی‌داری در بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت بر میزان گلبول‌های قرمز خون، هموگلوبین، هماتوکریت، متوسط هموگلوبین گلبولی، متوسط غلظت هموگلوبین گلبولی و حجم پلاسما داشته باشد. از طرف دیگر میزان نوتروفیل‌ها، منوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها و لکوسیت‌ها به همراه پلاکت‌ها و حجم متوسط گلبول قرمز بلافاصله بعد از تمرین تفاوت معنی‌داری نسبت به پیش آزمون نشان دادند (جدول شماره ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر انقباض برونگرا بر تغییرات هماتولوژیک خون در مردان جوان غیر ورزشکار بود. تنش اعمال شده بر واحدهای حرکتی در هنگام انقباض‌های برونگرا باعث افزایش آسیب به خطوط Z و ساختار سارکولما می‌شود. این آسیب ناشی از افزایش میزان تنش وارده بر واحدهای حرکتی به دلیل کاهش فراخوانی آنها در هنگام انقباض‌های برون‌گرا است (۳،۴). پاسخ‌های التهابی به وسیله ورود مایعات و پروتئین‌های پلاسما و افزایش سلول‌های التهابی به ناحیه آسیب دیده، شروع می‌شوند. ازدیاد این سلول‌ها (نوتروفیل‌ها، منوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها) موجب افزایش آسیب عضلانی از طریق آزاد کردن گونه‌های اکسیژن فعال، بیگانه خواری و رهاسازی آنزیم‌های پروتئولیتیک[1] می‌شوند و از طرف دیگر فرآیند ترمیم بافت آسیب دیده را تسریع می‌کنند (۱۹،۲۲). نوتروفیل‌ها اولین سلول‌های هستند که به محل صدمه دیده نفوذ می‌کنند، افزایش تجمع و مهاجرت نوتروفیل‌ها باعث فراخوانی منوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها به محل صدمه دیده می‌شود که در نتیجه آن شدت التهاب، درد و ناراحتی افزایش می‌یابد (۲۳). نتایج تجزیه و تحلیل آماری، افزایش معنی‌داری در میزان لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها و منوسیت‌ها بلافاصله بعد از فعالیت برونگرا نشان داد. بسیاری از محققان همچون گائینی و همکاران (۱۳۸۰)، ناتالی و همکاران (۲۰۰۲)، قنبرنیاکی و همکاران (۱۳۸۴) و کاراکوک[2] و همکاران (۲۰۰۵) همگی افزایش معنی‌داری در میزان لکوسیت‌ها مشاهده کردند که با نتایج تحقیق حاضر همسو است (۱۶،۲۴،۲۵،۲۶). اما نتایج پژوهش سوزوکی[3] و همکاران (۲۰۰۳) و فوجی‌تسوکا[4] و همکاران (۲۰۰۵) با نتایج تحقیق ما همخوانی ندارد (۲۷،۲۸). برای تفسیر نتایج این تحقیق می‌توان احتمالا دو سازکار زیر را مطرح کرد: اول اینکه یکی از دلایل آسیب عضلانی انقباض برونگرا است، بعد از شروع آسیب عضلانی آزاد شدن یک عامل کیموتاکسیک[5] از سلول‌های آسیب دیده باعث جذب، تجمع و مهاجرت گلبول‌های سفید به محل صدمه دیده می‌شود (۲،۳). تعداد گلبول‌های سفید در گردش ممکن است تا چهار برابر زمان استراحت بعد از تمرین بیشینه افزایش پیدا کند و پس از توقف فعالیت بدنی در حد بالا باقی بماند و بعد از اتمام بعضی انواع فعالیت‌ها به مدت چندین ساعت این افزایش ادامه یابد. به طور کلی به نظر می‌رسد مقدار لکوسیتوز با شدت و مدت فعالیت نسبت مستقیم و با میزان آمادگی فرد نسبت

1. Protolitic
2. Karakoc
3. Suzuki
4. Fujitsuka
5. Chemo tactic

معکوس دارد (۱۲،۱۸،۲۵). دوم اینکه شواهد محکمی وجود دارد که هورمون‌ها نقش مهمی بعنوان تنظیم کننده تغییرات ناشی از ورزش در میزان لکوسیت‌ها و زیر گروه‌های آن برعهده دارند. به روشنی مشخص شده است هورمون‌هایی مانند کورتیزول[1] و اپی نفرین[2] توزیع لکوسیت‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. تحقیقات نشان می‌دهد هورمون اپی‌نفرین در جریان ورزش‌های شدید و کوتاه مدت مسئول افزایش میزان لکوسیتوز است. چون افزایش کورتیزول در پاسخ به فعالیت بسیار آهسته و افزایش میزان لکوسیت‌ها بعد از اتمام ورزش مربوط به ازدیاد کورتیزول است (۱۹،۲۹). همچنین در جریان فعالیت‌های بلند مدت تخلیه کاتوکلامین‌ها و کورتیزول موجب کاهش تعداد لکوسیت‌ها می‌شود (۲۶،۲۲،۲۳). تفاوت‌های مشاهده شده با تحقیقات قبلی می‌تواند ناشی از زمان‌بندی تمرین، نوع و مدت انجام فعالیت (۱۶،۲۵،۳۱)، وضعیت آزمودنی‌ها، اختلاف در پروتکل تمرینی، و میزان آسیب (۲۴،۳۲) وارد شده باشد.

تجزیه و تحلیل آماری نشان دهنده افزایش‌معنی داری در متغیر MCV در پایان تمرین نسبت به پیش آزمون بود. این افزایش سطوح MCV بعد از تمرین را می‌توان به افزایش بازسازی گلبول قرمز و میزان انتقال آهن از مغز استخوان به درون گویچه‌های سرخ در گردش نسبت داد (۱۷،۲۵). همچنین یافته‌های این پژوهش با دستاوردهای موجیکا و همکاران (۱۹۹۸) و قنبر نیاکی و همکاران (۱۳۸۴) همسو است و با یافته های امیرساسان و همکاران (۱۳۸۰) ناهمسو است (۲۵،۳۰،۳۱). همچنین تنایج پژوهش حاضر نشان داد میزان پلاکت‌ها بعد از یک فعالیت برونگرا افزایش معنی‌داری دارد. در پژوهشی احمدیزاد و همکاران (۲۰۰۳) تاثیر سه نوع تمرین مقاومتی با وزنه را با شدت‌های ۴۰،۶۰، و ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه بر روی غلظت و فعال سازی پلاکت‌ها مورد بررسی قرار دادند و افزایش معنی‌داری در میزان پلاکت‌ها در هر سه شدت مشاهده و دلیل آن را مستقل از شدت تمرین گزارش کرده اند (۲۵). چرخه پلاکت‌ها از لحاظ اندازه، تراکم و واکنش پذیری نامتجانس هستند. سن و اندازه پلاکت‌ها تعین کننده مستقل برای عملکرد آنها هست (۲۶). تعداد پلاکت‌ها در نتیجه ورزش افزایش می‌یابد. این افزایش به دلیل رهایی پلاکت‌های تازه از بستر عروقی طحال، مغز استخوان و دیگر ذخایر آن در بدن است. ترشح اپی‌نفرین در هنگام ورزش موجب انقباض طحال می‌شود. جایی که بیش از یک سوم پلاکت‌های بدن در آن ذخیره است. این مکانیسم می‌تواند افزایش زیاد پلاکت‌ها را در ورزش توجیه کند (۲۵،۲۶). در پژوهش‌های انجام شده اختلاف نظر در مورد تاثیر تمرین بر روی تراکم پلاکت‌ها وجود دارد. البته این موضوع هم مشخص است که تمرینات کوتاه مدت

1. Cortisol
2. Epinephrine

سبب فعال سازی انعقاد خون و افزایش فیبرولیز[1] می‌شود و تعادل ظریف میان شکل گیری لخته خون و تجزیه آن را در حد طبیعی حفظ می‌کند (۱۱،۱۸،۲۲).

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد فعالیت برونگرا نتوانست هیچ تغییری در میزان هموگلوبین، هماتوگریت و تعداد اریتوسیت‌های خون ایجاد کند. این امر با نتایج تحقیقات بوادجیو[2] و همکاران (۲۰۰۰)، فوجی‌تسوکا و همکاران (۲۰۰۵) و کاراکوک و همکاران (۲۰۰۵) همسو بوده است (۲۵،۲۸،۳۲) و با یافته‌های گایینی و همکاران (۱۳۸۰) و هوی‌جون[3] و همکاران (۲۰۰۴) همخوانی ندارد (۲۴،۳۳). همچنین در این پژوهش هیچ تغییری در MCH, MCHC مشاهده نشد. البته برخی از پژوهشگران دگرگونی ریخت شناسی اریتروسیت‌ها را با فاکتورهای MCH, MCHC,MCV متعاقب فعالیت‌های بدنی کوتاه مدت همراه با خستگی بدن، بدون تغییر ذکر کرده‌اند (۲۵). یافته‌های هوی‌جون و همکاران نیز مشاهدات ما را تایید می‌کند (۳۳). اختلاف در پروتکل تمرینی، شدت، مدت تمرین و میزان آمادگی افراد می‌تواند از مهمترین عوامل اختلاف با تحقیقات ذکر شده باشند. همچنین نتایج نشان داد تغییرات هماتولوژیک خون چند ساعت بعد از فعالیت به حالت اولیه برمی‌گردد.

در مجموع، نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد انقباض برونگرا نتوانست تغییر معنی‌داری در بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت بر سیستم اریتروسیتی خون و حجم پلاسما داشته باشد. از طرف دیگر میزان گلبول‌های سفید به همراه پلاکت‌ها و حجم متوسط گلبول قرمز بلافاصله بعد از تمرین تفاوت معنی‌داری نسبت به پیش آزمون نشان داد. با توجه به نقش گلبول‌های سفید در آسیب و فرایند التهاب عضلات، این تغییرات احتمالا می‌تواند در نتیجه نوع تمرین ایجاد شده باشد.

منابع:

1. Katz, B. (1993). The relation between force and speed in muscular contraction. *J Physiol*. 96: 45-64.
2. Lindstedt, S.L., LaStayo, P.C., Reich, T.E.(2001). When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *News Physiol Sci.*16: 256-261.
3. Brown, S.J., Child, R.B., Day, S.H. (1997). Indices of skeletal muscle damage and connective tissue breakdown following eccentric muscle contractions. *Eur J*

1. Fibrinolys
2. Boadjive
3. Huey-Juen

Appl Physiol. 75(4): 369-74.

4. Clarcson, P.M, Sayers, S.P. (1999). Etiology of exercise -induced muscle damage. *J Appl Physiol*. 24(3): 234-248.
5. Clarkson, P.M., Hubal, M.J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Physiol Med Rehabil*. 8: 52–S69.
6. Friden, J., Lieber, R.L. (1992). Structural and mechanical basis of exercise induced muscle injury. *Med Sci Sports Exerc*. 24 (5): 521-30.

۶. ساتن، هنریگ (۱۳۷۴). هورمون‌ها و فعالیت بدنی. ترجمه عباسعلی گائینی. تهران: انتشارات اداره کل تربیت بدنی وزارت آموزش و پرورش.

7. Bartsch, H., Mairbaural, D., Friedmann, B. (1998). Pseudo anemia caused by sports. *J sport Med*. 55: 251-255.
8. Eslami, S., Karandish, M., Marandi, S.M. (2010). Effects of whey Protein supplementation on hematological parameters in healthy young resistance male athletes. *J App Sci*. 10 (11):991-995.
9. Sayed, C., Sale, P.G., Jones, W., Chester, W. (2000). Blood homeostasis in exercise and training. *Med and Sci in Sport and Exe*. 32: 918–925.
10. Bermon, S., Philip, P., Ferrari, M., Candito, P., Dolisi, C. (1999). Effects of a short-term strength training programmers on lymphocyte subsets at rest in elderly humans. *European J of Appl Physiol*. 79: 336–340.

۱۱. هاویل، فتح الله، اصلانخانی، محمدعلی، ابراهیم، خسرو (۱۳۸۲). تاثیر یک جلسه تمرین فزاینده هوازی بر سیستم ایمنی خون ورزشکاران جوان و بزرگسالان. حرکت (۱۷)، ۲۳-۲۵.

12. Florian, B., Melissa, L., Abdelouahed, K., Isabelle, J. (2009). Effect of resistance training on hematological blood markers in older men and women: A Pilot Study. *Current Gerontology and Geriatrics Research*. Article ID 156820, 4 pages.
13. Ahmadizad, S., El-Sayed, M.S. (2005). The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood theology. *J of Sports Sci*, 23: 243–249.

۱۴. خلاقی بیرک علیا، کریم (۱۳۸۰). اثر یک دوره تمرینات تناوبی هوازی و غیر هوازی بر میزان هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز خون و درصد حجم پلاسمای خون مردان غیر ورزشکار. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

15. Natale, M. (2002). Effect of there different type of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *Sao Paulo Med J*. 121(1):9-14.
16. Mousavizadeh, M.S., Ebrahim, K.h., Nikbakht, H.A. (2009). Effect of one period of selective aerobic training on hematological indexes of girls. *Sci J Iran blood*

Transfus. 6 (3): 227-31.

17. Tayebi, S.M., Hanachi, P., Ghanbari Niaki, A., Nazar Ali. P. (2010). Ramadan fasting and weight-lifting training on vascular volumes and hematological profiles in young male weight-lifters. *Global J of health Science*. 2 (1): 160-6.

18. Ghanbari Niaki. A., Mohammadi, S. (2010). Effect of 4 weeks of an aerobic (RAST) training on hematological changes in male kick-boxers. *J of applied exercise physiology*. 5(10): 75-87.

19. Laroche, Dain. (2005). Response to eccentric exercise following four weeks of flexibility training. Johnson state college. Johnson Vermont. *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 34: 610.627.

20. Dill, B.D., Costil, D.L. (1974). Calculation of percentage changes in volume of blood, plasma and red cell in dehydration. *J of Appl Physical*. 37: 247 – 248.

21. MacIntyre, D.L., Reid, W.D., McKenzie, D.C. (1995). Delayed muscle soreness: The inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Med*. 20:24–40.

22. Hechmi, Toumi, Sleem, F.,guyer and Thomas, M. (2006). *The role of neutrophils in injury and repair following muscle stretch J*. 208: 459–470.

۲۳.گایینی، عباسعلی (۱۳۸۰). مقایسه تاثیر یک فعالیت ورزشی بیشینه و یک فعالیت ورزشی زیر بیشینه بر پاسخ عوامل هماتولوژیکال نوجوانان ورزشکار و غیر ورزشکار. حرکت، ۱۰: ۱۲۵-۱۳۵.

۲۴. قنبری نیاکی، عباس. طیبی سید مرتضی و قربان علیزاده فاطمه (۱۳۸۴). اثر یک جلسه تمرین مقاومتی دایرهای بر تغییرات هماتولوژیک در دانشجویان تربیت بدنی. پژوهش نامه علوم ورزشی ۱: ۷۷- ۸۸.

25. Karakoc, Y., Dayzova, H., Polat, A. (2005). Effect of training period on hematological variable in regular training. *Be J sport Med*. 39: 34-38.

26. Suzuki, M., Nakakji S.H., Umeda. T., (2003). Effect of weight reduction on neutrophils phagocytes activity and oxidative burst activity in female judoists. Jul-Aug;18(4):214-7.

27. Fujitsuka, Satoshe. (2005). Effect of 12 week of strenuous physical training on hematological change. *Material Med*. 170: 578-590.

۲۸.لارل‌تی، مکینون.(۱۳۸۲). ایمونولوژی و ورزش. ترجمه طاهره موسوی و مجتبی عبدالهی. انتشارات دانشگاه امام حسین.

29. Mujika, I., Pulilla, S., (1997). Hematological response to training and

completive swimmer: relation sheep performance. *Archives of physical and biochemists*. 105(4):379-385.

۳۰.امیرساسان، رامین. ساری صراف، وحید (۱۳۸۰). بررسی تاثیر فعالیت شدید هوازی بر روی شاخص‌های گلبول قرمز مردان ورزشکار. حرکت: ۹: ۸۹-۹۹.

31. Boadjive, N.Z., Taralov, M. (2000). Red blood cell variable in highly training pubescent athletic a comparative analysis. *Be J sport Med*. 34: 200-204.

32. Huey-Juen, W., Kung- Tung, C. (2005). Effect of 24 h ultras marathon on biochemical and hematological parameters. *Be J sport Med*. 15: 2711- 2714.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی