خون
فصلنامه پژوهشی
دوره ۷ شماره ۴ زمستان ۸۹ (۲۶۵-۲۴۹)

مقاله مروری

آزمایش شمارش سلول‌های خون در فعالیت‌های بدنی و ورزش

سید مرتضی طیبی[۱]، حمید آقا علی‌نژاد[۲]، کامبیز کیادلیری[۳]، فاطمه قربانعلی‌زاده قاضیانی[۴]

چکیده

سابقه و هدف

خون شناسی ورزشی، شاخه جدیدی از فیزیولوژی ورزشی است که قدمت آن به بیش از ۳۰ سال اخیر نیز نمی‌رسد. اما پیشینه مطالعه‌های سازمان نیافته این شاخه در ایران بسیار کوتاه می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر، مروری کوتاه اما دقیق و کاربردی بر مطالعه‌های گذشته شاخص‌های شمارش کامل سلول‌های خون یا CBC در ورزش است تا راه‌کارهایی برای استفاده مربیان، ورزشکاران و حتی پزشکان مرتبط با این قشر ارایه گردد.

مواد و روش‌ها

به روش کتابخانه‌ای و بازبینی منابع چاپی و آنلاین، مروری کوتاه بر ۸۱ مقاله انجام شد و از بین این مقاله‌ها به منابع روز معتبر داخلی(۲ کتاب و ۱۶ مقاله) و خارجی(۱۰ متن دایره‌المعارف پزشکی الکترونیکی و ۳۸ مقاله) رجوع شد و اطلاعات این مقاله‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

نتایج نشان می‌دهد که ورزش حاد سبب افزایش تخریب سلول‌های قرمز خون و آنمی زودگذر ورزشی از طریق همولیز ناشی از ضربات مکانیکی، فشار اکسیداتیو و حتی هماچوری می‌شود. هم چنین افزایشی در شاخص‌های لکوسیتی و ترومبوسیتی متعاقب یک جلسه تمرین بدنی از طریق تغییرات هورمونی و افزایش جریان خون، رهایی از طحال و مغز استخوان و شش‌ها مشاهده می‌شود. اما در سازگاری با فعالیت‌های بدنی مداوم ممکن است تغییری حاصل نگردد یا تغییرات حاصل، ناشی از تغییرات حجم پلاسمایی باشد که در تفسیر باید بدان توجه ویژه‌ای نمود.

نتیجه گیری

فعالیت‌های بدنی و ورزش به طور حاد می‌تواند سبب تغییراتی در شاخص‌های CBC خون گردد. اما این تغییرات با یک بازیافت مناسب و در نتیجه تمرین‌های مجدد و ایجاد یک سازگاری با آن، می‌تواند کم رنگ گردد. با این حال تحقیقات مجدد ضروری به نظر می‌رسد.

کلمات کلیدی: **اریتروسیت‌ها، لکوسیت‌ها، ترومبوسیت‌ها، شمارش کامل سلول‌های خون، فعالیت بدنی، ورزش**

تاریخ دریافت : ۸۹/۲/۲۲
تاریخ پذیرش : ۸۹/۸/ ۴

۱ـ مؤلف مسؤول: دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی ـ دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیتا... آملی ـ آمل ـ جاده قدیم آمل به بابل ـ دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیتا... آملی ـ کد پستی: ۴۶۱۵۸۱۳۹۱۶
۲ـ PhD فیزیولوژی ورزش ـ استادیار دانشگاه تربیت مدرس
۳- کارشناس ارشد هماتولوژی ـ مرکز تحقیقات سازمان انتقال خون و پایگاه منطقه‌ای انتقال خون چالوس
۴- کارشناس ارشد تربیت بدنی ـ دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیتا... آملی

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

مقدمه

شمارش کامل سلول‌های خون(CBC)، یک آزمایش مفید و تشخیصی است که برای ارزیابی پایه سلول‌ها انجام می‌شود(۱). این اندازه‌گیری، در برگیرنده شمارش و برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک اریتروسیت‌ها(سلول‌های قرمز خون)، لکوسیت‌ها (سلول‌های سفید خون) و ترومبوسیت‌ها(پلاکت‌ها) در یک میلی‌متر مکعب خون می‌باشد.

خون‌شناسی ورزشی، گام‌های بلندی در ۳۰ سال اخیر برداشته و به عنوان یک زیر شاخه تخصصی از علم پدیدار شده است. هم چون سایر ارگان‌های بدن، خون نیز به هر نوع فعالیت بدنی ویژه، پاسخ یکسانی نمی‌دهد. نوع، زمان، شدت و مدت فعالیت، شرایطی هستند که بدن به آن‌ها واکنشی مناسب از خود نشان می‌دهد(۲). مشاهده‌های موجود در خون‌شناسی ورزشی؛ نشان داده است که ترکیب خون در نتیجه تمرین‌های ورزشی تغییر می‌کند. زیبو و همکارانش به این نتیجه رسیدند که تمرین‌های بدنی که در کل افزایش توان کار بدنی و زیاد شدن بیشینه اکسیژن مصرفی را تسهیل می‌کند، موجب یک سری تغییرات در بدن از جمله سیستم اریتروسیتی خون محیطی می‌شود(۳). تعداد گلبول‌های سفید خون و پلاکت‌های گردشی، توسط فعالیت‌های بدنی پویا(دینامیک) در انسان‌ها می‌تواند به سرعت افزایش یابد(۵ ، ۴).

با این وجود بحث و بررسی درباره آثار فعالیت ورزشی بر متغیرهای هماتولوژیکی هم چنان ادامه دارد، به طوری که در زمینه تأثیرات فعالیت‌های بدنی بر این متغیرها، اکثر محققان به نتایج ضد و نقیضی دست پیدا کرده‌اند. اما همان طور که اشاره شده است، این متغیرهای خون‌شناسی در طب ورزشی برای اهداف تشخیصی، کنترلی و پیشگیری‌کننده، بسیار مهم و اساسی هستند. به خوبی مشخص شده است که تمرینات منظم ، همه تغییرات نامطلوب خون مانند حجم پلاسمایی پایین، هماتوکریت بالا، فیبرینوژن پلاسمایی بالا، ویسکوزیته بالا، تجمع پلاکت بالا و کاهش فیبرینولیز را که در اثر کم تحرکی ایجاد می‌شود، معکوس می‌کند(۶). به طوری که با کمک کنترل این متغیرها در ورزشکاران که همگی با آزمایش ساده و ارزان قیمت CBC قابل دسترسی هستند، می‌توان برخی ناهنجاری‌ها را تشخیص داد(۷). از این رو بر آن هستیم تا مطالعه‌های صورت گرفته در این زمینه را مرور کرده و تحلیل‌هایی که از این نتایج وجود دارد را به عنوان راه‌کاری برای مربیان ورزشی شرح دهیم.

بحث

اریتروسیت‌ها:

متغیرهای اریتروسیت یا سلول‌های قرمز خون در آزمایش CBC شامل تعداد گلبول قرمز(RBC)، غلظت هموگلوبین(Hb)، درصد هماتوکریت(Hct)، میانگین حجم گویچه‌ای(MCV)، میانگین هموگلوبین گویچه‌ای(MCH)، میانگین غلظت هموگلوبین گویچه‌ای(MCHC) و پهنای توزیع گلبول قرمز(RDW) می‌باشند. همان طور که از اسامی آن‌ها مشخص است، این متغیرها اطلاعاتی را از تعداد، غلظت و ویژگی‌های ظاهری سلول‌های قرمز خون فراهم می‌کنند.

شاخص MCV نماینده اندازه گلبول قرمز و یا به عبارتی مقیاسی از متوسط حجم سلول قرمز خون است و محدوده طبیعی آن ۸۰ تا ۹۶ fL می‌باشد.

MCV بین ۶۰ تا ۷۰ fL در ورزشکاران جوان با سطوح Hb مرزی پایین، می‌تواند حاکی از خصیصه تالاسمی و MCV در محدوده ۸۰ fL ممکن است نشان‌دهنده خونسازی ناشی از فقر آهن باشد(۸).

از سوی دیگر، عامل RDW نشان‌دهنده واحد نسبی تغییر در اندازه یا قطر گلبول قرمز است، به طوری که اندازه استاندارد این قطر، ۶ تا ۸ میکرومتر است و محدوده طبیعی آن برابر با ۱۱٪ تا ۱۴٪ می‌باشد(۹). دو عامل MCV و RDW با یکدیگر به کار می‌روند تا دلیل آنمی مشخص شود.

شاخص MCH به جرم متوسط Hb در RBC در یک نمونه یا حجم معینی از خون گفته می‌شود و محدوده طبیعی آن در انسان‌ها ۲۷ تا ۳۱ picograms/cell (۱/۶۸ تا ۱/۹۲ fmol/cell) می‌باشد. مطالعه‌های معتبری با دو نگرش اثرات حاد ورزش و سازگاری‌های بلند مدت با فعالیت بدنی در این زمینه انجام شده است(جداول ۱ و ۲).

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

جدول ۱: مطالعه‌های مرتبط با اثرات حاد ورزش بر شاخص‌های اریتروسیت با رویکرد پاسخ‌های آن به فعالیت‌های بدنی

ردیف	محقق/محققین	کنترل PV	روش کار	نتایج	تحلیل
۱	کاراکوک و همکاران ۲۰۰۵(۱۰)	خیر	۹۰ دقیقه تمرین استاندارد فوتبال	– عدم تغییر معنادار در RDW و RBC – کاهش معنادار در Hb و MCV	– اثر میان دوره‌ای تمرین یعنی هموداپلوشن یا رقیق‌شدگی خون ناشی از افزایش سرعت فشار برشی در پایان تمرین – افزایش محتویات یون NA پلاسما که ورود مایع را از درون سلول به فضای پلاسما تسهیل می‌کند.
۲	کائینی ۲۰۰۱ (۱۱)	خیر	یک جلسه ورزش درمانده ساز (۱۹ دقیقه) زیر بیشینه بر روی تردمیل(آزمون بروس شیب (۰ الی ۲۰ درجه) و سرعت (۱/۵ تا ۵/۸ مایل در ساعت)، پیشرونده در ۷ مرحله در نوجوانان ورزشکار و غیر ورزشکار	– افزایش معنادار HCT در هر دو گروه – کاهش معنادار MCHC و MCV در هر دو گروه – عدم تغییر معنادار Hb ، RBC و RDW در هر دو گروه – عدم تفاوت بین گروهی	– افزایش PV
۳	طیبی و همکاران ۲۰۰۵(۱۲)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای(۱۰ ایستگاه با شدت ۶۰٪ یک تکرار بیشینه، هر ایستگاه ۲۰ ثانیه، بدون استراحت بین ایستگاه‌ها و تنها استراحت فعال ۱۸۰ ثانیه‌ای بین دورها، ۳ دور)	– عدم تغییر معنادار در RBC، Hb ، Hct ، MCH و MCHC – کاهش معنادار RDW – افزایش معنادار MCV	– مستقل از تغییرات حجم پلاسمایی – افزایش بازسازی گلبول قرمز و میزان انتقال آهن از مغز استخوان به درون گویچه‌های سرخ در گردش
۴	قنبری نیاکی و همکاران ۲۰۰۵ (۱۳)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت متوسط	مشابه تحقیق طیبی و همکاران ۱۳۸۴ (۱۵)	تایید تحقیق طیبی و همکاران ۱۳۸۴ (۱۵)
۵	طیبی و همکاران ۲۰۰۷ (۱۴)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای سبک (۱۰ ایستگاه با شدت ۳۵٪ یک تکرار بیشینه، هر ایستگاه ۲۰ ثانیه، بدون استراحت بین ایستگاه‌ها و تنها استراحت فعال ۶۰ ثانیه‌ای بین دورها، ۳ دور)	– عدم تغییر معنادار RBC ، Hb ، Hct ، MCH ، MCHC و RDW – کاهش معنادار MCV	– مستقل از تغییرات حجم پلاسمایی – کاهش از محدوده کم خونی ماکروسیتیک به محدوده طبیعی

با توجه به جدول ۱، پاسخ‌های حاد اریتروسیت‌ها به ورزش متناقض می‌باشد. برخی از مطالعه‌ها، اثر تغییرات حجم پلاسمایی(PV) را کنترل نکرده‌اند و برخی نتایج را با حذف اثر آن گزارش نموده‌اند(۱۴-۱۰). در مورد نتایجی که اثر تغییرات حجم پلاسمایی حذف نشده است، نمی‌توان با صراحت عنوان نمود که کاهش یا افزایش در متغیرهای اریتروسیت دقیقاً به دلیل چیست؛ به طوری که برخی از مقاله‌ها نیز تنها به اثر PV برای ساز و کار نتایج خود اشاره نموده‌اند(۱۱، ۱۰). به عبارت دیگر، تغییرات هماتولوژیک مشاهده شده ناشی از افزایش حجم پلاسما بوده و در اثر تغییرات ساختاری نبوده است.

اما در تحقیقات حذف شده از اثر تغییرات حجم

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

جدول ۲: مطالعه‌های مرتبط با اثرات مزمن تمرین‌های ورزشی بر شاخص‌های اریتروسیت با رویکرد سازگاری آن با فعالیت‌های بدنی

ردیف	محقق	کنترل PV	روش کار	نتایج	تحلیل
۱	فوجیتساوکا و همکاران ۲۰۰۵ (۱۶)	خیر	۱۲ هفته تمرین سنگین بدنی	– کاهش معنادار ۱۲/۲٪ Hb – کاهش معنادار ۱۱/۶٪ RBC – افزایش معنادار MCV	علاوه بر ساز و کار فقر آهن، عامل همولیز درون عروقی
۲	موسوی‌زاده و همکاران ۲۰۰۹ (۱۷)	خیر	۸ هفته (۲ جلسه در هفته) تمرین هوازی با شدت ۶۰٪ تا ۶۵٪ ضربان قلب ذخیره	– کاهش معنادار در شاخص‌های Hct ، Hb ، RBC، آهن سرم، درصد تراکم ترانسفرین و فریتین سرم – عدم تغییر معنادار در MCV، MCH و MCHC	– احتمال رقیق شدن خون در نتیجه افزایش PV – کاهش تولید RBC به علت عدم وجود پیش‌سازهای آن – احتمال آسیب و صدمه به گلبول‌های قرمز(همولیز) بر اثر ضربات مکانیکی پا و صدمه به گلبول‌های پیر در جریان‌های گردابی کوچک – خونریزی معده‌ای روده‌ای
۳	قنبری نیاکی و همکاران ۲۰۰۶ (۱۸)	بلی	سه روز غیر متوالی دویدن یک مایل	– کاهش معنادار ۳/۹۳٪ Hb – کاهش معنادار ۳/۴۷٪ Hct – افزایش معنادار PV –کاهش معنادار VO_2Max	– ایجاد سازگاری با کاهش حجم پلاسما و دهیدراسیون در اثر افزایش فشار هیدرواستاتیک و کاهش فشار اسمزی در پاسخ حاد به تمرینات توسط افزایش PV (۲۱) کاهش کارآیی انتقال اکسیژن در نتیجه آنمی ناشی از تمرین‌های بدنی استقامتی مداوم(۲۰)
۴	طیبی و همکاران- ۲۰۱۰ (۱۹)	بلی	اثر روزه‌داری رمضان و تمرین‌های یک ماهه وزنه‌برداری بر حجم پلاسما و برخی متغیرهای بیوشیمی	– تغییر معنی دار PV وزنه‌برداران گروه تمرینی بدون روزه و وزنه‌برداران تمرینی روزه‌دار – افزایش معنادار PV وزنه‌برداران روزه‌دار بدون تمرین	– همودایلوشن ناشی از سازگاری قلبی ـ عروقی در روزه‌داری – دهیدراسیون در طی روزهای رمضان
۵	طیبی و همکاران- ۲۰۱۰ (۲۰)	بلی	اثر روزه داری رمضان و تمرینات یک ماهه وزنه برداری بر حجم های عروقی و متغیرهای هماتولوژیک	– تغییر معنادار RCV وزنه برداران گروه تمرینی بدون روزه و وزنه برداران تمرینی روزه دار – کاهش معنادار RCV وزنه برداران روزه دار بدون تمرین – تغییرات غیرمعنادار BV در همه گروه‌ها	– کاهش Hct و افزایش MCHC ناشی از عوامل محیطی – زمان خونگیری
۶	شوماخر و همکاران ۲۰۰۰ (۲۱)	بلی	بررسی پارامترهای گلبول قرمز خون دوچرخه‌سواران نخبه در سه گروه سنی جوان، زیر ۲۳ سال و نخبه بالای ۲۳ سال	– کاهش معنادار Hb و Hct پس از فصل مسابقه – مقادیر بالاتر Hb و Hct در مقایسه با فصل رقابتی – کاهش ناچیز RBC در طول	***تغییرات Hb و Hct:*** – وابسته به مدت و شدت تمرین – افزایش حجم پلاسما – همولیز ناشی از تمرین – کاهش اریتروپویزیس

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

				فصل – افزایش ناچیز MCV در فصل مسابقات – کاهش کمینه MCH و MCHC در فصل مسابقات	***تغییرات RBC ، MCV ، MCH و MCHC :*** – انتقال در نیمرخ RBC به سمت سلول‌های جوان‌تر در نتیجه همولیز ناشی از تمرین یا افزایش هماتوپویزیس (خون‌سازی)
۷	هاینیخ و همکاران ۲۰۰۱ (۲۲)	بلی	مقایسه حجم‌های خونی ورزشکاران دارای تمرین‌های متنوع از هم(افراد بی‌تمرین، ورزشکار اوقات فراغت، اسکی سرازیری، شنا، سه‌گانه، دوچرخه‌سواران جوان، دوچرخه‌سواران حرفه‌ای) در درون دوره رقابتی سالانه (نقطه اجرای بیشینه)	– سطوح پایین‌تر معنادار توده Hb و حجم‌های خونی گروه بی‌تمرین نسبت به دیگر گروه‌ها به جز گروه اسکی سرازیری(شیوه بی‌هوازی) – مقادیر بالاتر معنادار PV و BV ، چهار گروه شیوه هوازی(دوندگان کوتاه و بلند مسافت، سه‌گانه، دوچرخه‌سواران جوان و دوچرخه‌سواران حرفه‌ای) نسبت به گروه‌های دیگر	– سازگارهای ناشی از تمرین‌های مداوم در حجم‌های پلاسما و گلبول قرمز – استعداد ژنتیکی
۸	وو و همکاران ۲۰۰۴ (۲۳)	خیر	مسابقه ۲۴ ساعته اولترا ماراتن	– عدم تغییر معنادار در RBC، Hb، Hct ، MCH ، MCHC ، MCV و RDW بلافاصله پس از مسابقه – کاهش معناداری در RBC، Hb و Hct (سه پیشگوی آنمی) ۲ و ۹ روز بعد از مسابقه نسبت به پیش از آن – باقی ماندن در حد طبیعی MCV، MCH و MCHC در سراسر زمان‌ها	***کاهش معناداری در RBC ، Hb و Hct :*** – همولیز ناشی از ضربات مکانیکی – صدمات اکسیداتیو سلول‌های قرمز ***طبیعی ماندن MCV ، MCH و MCHC :*** – آنمی‌گذرای ورزشی ناشی از کاهش تعداد و نه به دلیل کاهش اندازه گلبول‌های قرمز و مقدار Hb
۹	طیبی و همکاران _ چاپ نشده (۲۴)	بلی	کنترل عامل سطح آمادگی بدنی در پاسخ متغیرهای گلبول قرمز CBC به یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای با ثابت نگه‌داشتن نوع و شدت تمرین	– عدم تفاوت درون گروهی و بین گروهی در پاسخ	ورزشکارانی که با تمرین با وزنه سازگاری داشته‌اند در مقایسه با ورزشکاران بدون سازگاری، تفاوتی در پاسخ به یک تمرین دایره‌ای مقاومتی با وزنه ندارند.

پلاسمایی، تغییرات مشاهده شده اریتروسیت‌ها مستقل از تغییرات PV می‌باشد(۱۴–۱۲)؛ بنابراین این احتمال وجود دارد که تغییرات ساختاری نیز در پاسخ به تمرین‌های حاد حادث شود. به طوری که در پاسخ به تمرین، نیاز به تولید RBC افزایش یافت و یا کم خونی ماکروسیتیک منعکس شده توسط MCV ، در پاسخ به یک جلسه تمرین مقاومتی سبک به حد طبیعی بازگشت(۱۴–۱۲). گزارش‌های دیگری نیز حاکی از کاهش در غلظت‌های Hb و RBC اغلب در نتیجه شرکت در ورزش‌های برخوردی، تمرین‌های بدنی حاد شدید و تمرین‌های مداوم نظامی است(۲۶، ۲۵، ۱۵).

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

از مجموع مطالعه‌ها با رویکرد سازگاری نسبت به تمرین مداوم، این گونه می‌توان تفسیر نمود که تمرین‌های 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 می‌گردد و انتقال در شاخص‌های RBC به سمت سلول‌های جوان‌تر صورت می‌گیرد(۲۴، ۲۱، ۱۷، ۱۶). حال اگر پیش‌سازهای آن به حد کافی موجود باشد، تغییرات شاخص‌های اریتروسیتی کمتر و غیرمعنادار است؛ ولی اگر کافی نباشد، آنمی ناشی از تمرین و تغییرات شاخص‌های مورفولوژیکی اریتروسیت، اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. آنمی ورزشی طولانی مدت در کارآموزان ویژه قدرتی نیز مشاهده شده است. اظهار شده که این تغییرات به طور 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، هماچوری یا از دست رفتن خون در ادرار و همولیز درون عروقی، توسط تمرین سنگین حادث می‌شود.

با توجه به جدول ۲، اکثر مطالعه‌ها، آنمی ورزشی را ناشی از سازگاری PV با تمرین‌های مداوم ذکر نموده‌اند؛ به طوری که افزایش حجم پلاسما و احتمال کاهش گرانبار خون، گاهی یک سازگاری مفید تمرین‌های استقامتی مداوم خواهد بود، اما در عوض گاهی آنمی ناشی از این نوع تمرین‌های بدنی سبب کاهش کارآیی انتقال اکسیژن خواهد شد(۲۷). از سوی دیگر سازگاری‌های ایجاد شده با تمرین‌های مداوم، تفاوتی در پاسخ افراد سازگار شده و گروه غیر ورزشکار ایجاد نمی‌کند؛ به عبارت دیگر، پاسخ‌های حاد متغیرهای اریتروسیتی ورزشکاران و غیرورزشکاران نسبت به یک راه‌کار تمرینی مشابه، یکسان است(۲۴، ۱۱).

لکوسیت‌ها:

یافته‌های داخلی و خارجی معتبر به ترتیب در دو رویکرد پاسخ‌های حاد و سازگاری‌های طولانی نسبت به ورزش و فعالیت‌های بدنی در جداول ۳ و ۴ خلاصه شده است(۳۵-۲۸، ۲۳، ۲۰، ۱۴-۱۲). با توجه به مجموع مطالعه‌ها، توسعه یابنده مداخلات حاد و یا کوتاه مدت بیشتر مورد بررسی بوده است؛ به عبارت دیگر، مطالعه‌ها به صورت اثرات حاد و سری زمانی کنترل دوره بهبود پس از ورزش حاد می‌باشد(۳۳، ۳۱). اما در مورد اثرات مزمن فعالیت‌های بدنی و ورزش یا تمرین بر متغیرهای لکوسیت، مطالعه‌های بسیار کمی صورت گرفته است(۳۴، ۲۰). از سوی دیگر، برخی از مقایسه‌ها نیز بین ورزش‌های مختلف که دارای سازگاری‌های متفاوت با ذات ورزش خود هستند، می‌باشد (۳۵، ۳۲).

همان طور که در نتایج جداول ۳ و ۴ آمده است، گلبول‌های سفید تام محیطی(WBC) در پاسخ به ورزش‌های متوسط تا شدید، تا سرحد خستگی افزایش می‌یابند که در اکثر آن‌ها این بالارفتن، ناشی از نوتروسیتوز است(۳۰-۲۸، ۲۳، ۱۴). با توجه به نقش بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها و افزایش آن‌ها به هنگام التهاب، این نتیجه دور از ذهن نخواهد بود، زیرا ورزش به طور حاد در شدت متوسط تا بالا مخصوصاً تا سرحد واماندگی، موجب تخریب بافت عضلانی خواهد شد. اگر چه در مواردی دیگر شاخص‌های WBC نیز افزایش داشتند. از طرفی، زمانی که دوره ریکاوری پس از ورزش نیز بررسی شد، مشاهده گردید که لکوسیت‌ها کاهش معناداری می‌یابند(۳۳، ۳۱، ۳۰). عمده‌ترین دلیل آن می‌تواند لانه‌گزینی در بافت‌های آسیب دیده باشد.

ساز و کارهای احتمالی که در جریان ورزش‌های حاد بر افزایش لکوسیت‌ها اثر می‌گذارند می‌توانند ناشی از تأثیرات متفاوت هورمونی روی ترشح، حاشیه‌گزینی (Margination) و برون‌کوچ (Emigration)، در متغیرهای WBC باشند(۳۶). به عبارت دیگر، این تغییرات به طور احتمالی مربوط به کاتکول آمین‌ها، کورتیزول و برخی عوامل شیموتاکتیک هستند، زیرا اختلالات زودگذر ایمونولوژیکی تحت یک چنین وضعیت‌هایی رخ می‌دهد(۲۳). اما نکته‌ای که در مجموع مقاله‌ها اشاره شده وجود دارد، عدم وابستگی این پاسخ‌ها به شدت تمرین‌ها است، زیرا در کلیه شدت‌ها این افزایش مشاهده می‌شود. البته مکانیسم دقیق آن در جریان ورزش ناشناخته است

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

ولی به احتمال زیاد، برخی عوامل مکانیکی مانند افزایش برونده قلبی و ایجاد تغییرات در سلول‌های اندوتلیال مویرگ‌ها، در این فرآیند دخالت دارند. زیرا همان طور که می‌دانیم، در حالت استراحت کمتر از نصف لکوسیت‌های بالغ بدن در حال گردش در سیستم عروقی هستند. به این سازوکار، فرآیند دیمارژینیشن می‌گویند(۲۷، ۲۵).

با این حال، تعداد خیلی کمی از مطالعه‌ها در رابطه با اثرات جلسات مکرر ورزش بر سلول‌های ایمنی انجام شده است. عدم وجود اطلاعات تجربی کافی، گیج‌کننده است مخصوصاً این که خیلی از مردم به خصوص ورزشکاران، در بیش از یک جلسه ورزش در یک روز یا یک هفته شرکت می‌کنند.

جدول ۳: مطالعه‌های مربوط به اثرات حاد تمرین‌های ورزشی بر شاخص‌های لکوسیت با رویکرد پاسخ‌های آن به فعالیت‌های بدنی

ردیف	محقق	کنترل PV	روش کار	نتایج	تحلیل
۱	طیبی و همکاران ۲۰۰۵ (۱۲)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای (۱۰ ایستگاه با شدت ۶۰٪ یک تکرار بیشینه، هر ایستگاه ۲۰ ثانیه، بدون استراحت بین ایستگاه‌ها و تنها استراحت فعال ۱۸۰ ثانیه‌ای بین دورها، ۳ دور)	- افزایش معنادار WBC	***دلیل بالارفتن WBC :*** - مستقل از تغییرات PV
۲	قنبری نیاکی و همکاران ـ ۲۰۰۵ (۱۳)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت متوسط	- افزایش معنادار WBC ،	***دلیل بالارفتن WBC :*** - مستقل از تغییرات PV
۳	طیبی و همکاران ـ ۲۰۰۷ (۱۴)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای سبک (۱۰ ایستگاه با شدت ۳۵٪ یک تکرار بیشینه، هر ایستگاه ۲۰ ثانیه، بدون استراحت بین ایستگاه‌ها و تنها استراحت فعال ۶۰ ثانیه‌ای بین دورها، ۳ دور)	- افزایش معنادار WBC و نوتروفیل - عدم تغییر معنادار لنفوسیت و ائوزینوفیل	***دلیل بالارفتن WBC :*** - مستقل از تغییرات PV - نوتروسیتوز
۴	وو و همکاران ـ ۲۰۰۴ (۲۳)	خیر	مسابقه ۲۴ ساعته اولترا ماراتن	- افزایش چشمگیر WBC بلافاصله پس از رقابت و کاهش آن پس از ۲ و ۹ روز - افزایش معنادار نوتروفیل بلافاصله پس از رقابت و عدم تغییر پس از ۲ و ۹ روز - کاهش معنادار لنفوسیت بلافاصله پس از رقابت و عدم تغییر پس از ۲ و ۹ روز - تغییرات بازوفیل و ائوزینوفیل مشابه با لنفوسیت‌ها - عدم تغییر معنادار منوسیت	***دلیل بالارفتن WBC :*** - کاملاً ناشی از نوتروسیتوز مربوط به اثر تغییرات کاتکولامین، کورتیزول و برخی عوامل شیموتاکتیک حاصل از ورزش حاد

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

			در هیچ کدام از زمان‌ها		
۵	آقاعلی‌نژاد و همکاران ـ ۱۳۸۱ (۲۸)	خیر	یک جلسه آزمون بروس(آزمونی برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی) در ورزشکاران دارای VO_2max بالا	– افزایش معنادار WBC – افزایش غیر معنادار نوتروفیل – کاهش غیر معنادار منوسیت	***دلیل بالا رفتن WBC :*** – نوتروسیتوز(افزایش غیر معنادار نوتروفیل اما ۵۱٪)
۶	هاویل و همکاران ـ ۲۰۰۳ (۲۹)	خیر	یک جلسه تمرین فرآیند هوازی در ورزشکاران جوان و بزرگسال	– افزایش معنادار WBC – افزایش معنادار نوتروفیل – افزایش معنادار لنفوسیت	***دلیل بالا رفتن WBC :*** – نوتروسیتوز – لنفوسیتوز
۷	هولی و همکاران ـ ۲۰۱۰ (۳۰)	خیر	۴ پروتکل تمرین مقاومتی مختلف شامل: ۳ پروتکل یک جلسه‌ای با بار کاری مختلف و یک پروتکل ۲۱ هفته‌ای با کنترل اثر دو متغیر مستقل مکمل غذایی(پروتئین و دارونما) و سن(جوان و پیر)	– افزایش معنادار نوتروفیل و لنفوسیت در هر سه پروتکل یک جلسه‌ای بدون تفاوت در مکمل غذایی – نمونه‌های پیر نسبت به جوانان افزایش کمتری را در سه پروتکل یک جلسه‌ای نشان دادند. – کاهش معنادار لنفوسیت در دوره ریکاوری ۲ ساعته تا زیر حد پایه قبل تمرین(لنفوپنیا) – تغییر غیر معنادار نوتروفیل و لنفوسیت در پروتکل ۲۱ هفته‌ای بدون تفاوت در مکمل غذایی	– افزایش هورمون‌هایی مانند کاتکولامین‌ها – افزایش جریان خون که از لحاظ مکانیکی رهایی لکوسیت‌های چسبیده به دیواره اندوتلیال(مارجینال پول) را القا می‌کند علی‌الخصوص نوتروفیل – افزایش لنفوسیت می‌تواند ناشی از افزایش اتلاف مایع لنف ناشی از کار ورزش مقاومتی پویا و افزایش فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک باشد. –افزایش نوتروفیل می‌تواند ناشی از افزایش احتمالی سطوح هورمون‌ها و سایتوکاین‌ها طی و کمی پس از اتمام ورزش باشد: مثلاً IL-6 که رهایی لکوسیت‌ها از مغز استخوان را تحریک می‌کند. هم چنین آسیب عضله می‌تواند نقش مهمی را در تولید سایتوکاین‌ها و افزایش لکوسیت‌ها بازی کند.

به علاوه تفاوت معناداری در سطوح استراحتی افراد ورزشکار و غیرتمرین کرده دیده نمی‌شود و در بیشتر ورزشکاران، سطوح بالینی طبیعی می‌باشد(۳۷، ۳۲). برخی مطالعه‌ها نیز نشان داده‌اند افرادی که خوب تمرین کرده‌اند و دارای سطوح پایین‌تر لکوسیت‌ها هستند در مقایسه با افراد غیرفعال، کنترل مختصری دارند(۳۸). یک سازوکار بیولوژیکی احتمالی برای تغییرات بارز لکوسیت پس از جلسه‌های ورزشی مکرر، رهایی کاتکولامین ناشی از فشار ورزش است(۳۹). اما بر این اعتقاد هستیم که این امر، ممکن است ناشی از اثرات تمرین بر PV باشد؛ زیرا در تحقیقاتی که اثر PV حذف شد، تفاوتی میان افراد سازگار با تمرین و نمونه‌های بدون سازگاری در پاسخ به تمرین موجود نبود و حتی تمرین‌های مداوم، اثری بر لکوسیت‌ها نداشت(۳۴، ۳۲، ۲۰). در یک گزارش عنوان شد که افراد مسن نسبت به جوان در پاسخ به یک جلسه تمرین مقاومتی، کاهش کمتری را در لکوسیت‌ها نشان دادند که آن را مربوط به چسبندگی قوی‌تر این سلول‌ها به دیواره عروقی در افراد مسن نسبت به افراد جوان می‌دانند(۳۰).

از آن جهت که دستگاه ایمنی به شدت از فشار فیزیولوژیک و روانی تأثیر می‌پذیرد، می‌توان از برخی شاخص‌های ایمنی به عنوان استرس تمرین ورزشی استفاده کرد. کنترل متغیرهای لکوسیت موجود در CBC از آن جهت که ارزان قیمت است، مخصوصاً در حالت سندروم بیش تمرینی حایز اهمیت می‌نماید زیرا بیشتر ورزشکاران

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

دچار بیش تمرینی، به طور غیر طبیعی تعداد لکوسیت‌های خون پایینی دارند(۴۰). ورزش بلند مدت موجب رهایی نوتروفیل‌ها از مغز استخوان می‌شود و به نظر می‌رسد وهله‌های تکراری ورزش بلند مدت هفتگی یا ماهیانه، می‌تواند موجب تخلیه ذخایر نوتروفیل‌های بالغ مغز استخوان شود. این موضوع دلیلی بر تعداد پایین و غیرمعمول نوتروفیل‌ها در ورزشکاران دچار بیش تمرینی است. با توجه به ادامه افزایش نوتروفیل‌ها و کاهش لنفوسیت‌ها در طول ساعت‌ها پس از ریکاوری از ورزش، پیشنهاد شده است نسبت نوتروفیل به لنفوسیت، می‌تواند معیار اندازه‌گیری مناسبی برای استرس ورزش و ریکاوری پس از آن باشد(۴۱).

این نسبت در ۶ تا ۹ ساعت پس از ورزش به سطح طبیعی باز می‌گردد، اما زمانی که ورزش بلند مدت و استرس‌زا باشد، ممکن است تا ۲۴ ساعت پس از ورزش در سطح بالایی باقی بماند(۴۰).

جدول ۴: مطالعه‌های مربوط به اثرات مزمن تمرین‌های ورزشی بر شاخص‌های لکوسیت با رویکرد سازگاری‌های آن با فعالیت‌های بدنی

ردیف	محقق	کنترل PV	روش کار	نتایج	تحلیل
۱	طیبی و همکاران ـ ۲۰۱۰ (۲۰)	بلی	اثر روزه‌داری رمضان و تمرینات یک ماهه وزنه‌برداری(سه جلسه در هفته تمرین افزایش حجم عضله) بر حجم‌های عروقی و متغیرهای هماتولوژیک	– عدم تغییر معنادار WBC ، نوتروفیل، لنفوسیت ، منوسیت و ائوزینوفیل در گروه‌های تمرینی و روزه‌دار	مستقل از تغییرات PV
۲	ابراهیم و همکاران ـ ۲۰۰۵ (۳۱)	خیر	یک جلسه آزمون بروس تا سرحد واماندگی و دوره ریکاوری ۲ ساعته	– افزایش معنادار WBC ، لنفوسیت، نوتروفیل بلافاصله پس از ورزش – کاهش معنادار متغیرها ۲ ساعت پس از ورزش نسبت به بلافاصله پس از ورزش	– شدت بالای تمرین – اثر هورمون کورتیزول
۳	قربانعلی‌زاده قاضیانی و همکاران ـ ۲۰۰۷ (۳۲)	بلی	کنترل عامل سطح آمادگی بدنی در پاسخ متغیرهای لکوسیت CBC به یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای با ثابت نگه‌داشتن نوع و شدت تمرین	– افزایش معنادار WBC ، نوتروفیل، مجموع منوسیت‌ها، ائوزینوفیل‌ها و بازوفیل‌ها در هر دو گروه وزنه‌برداران و دانشجویان همبستگی مثبت و معنادار میان WBC و کورتیزول – عدم تفاوت درون گروهی و بین گروهی در پاسخ	***دلیل بالا رفتن WBC :*** – ناشی از نوتروسیتوز مربوط به اثر تغییرات کورتیزول حاصل از ورزش مقاومتی حاد – ورزشکارانی که با تمرین با وزنه سازگاری داشته‌اند در مقایسه با ورزشکاران بدون سازگاری، تفاوتی در پاسخ به یک تمرین دایره‌ای مقاومتی با وزنه ندارند.
۴	پیرکی و همکاران ـ ۲۰۰۸ (۳۳)	خیر	مقایسه سرد کردن فعال و غیر فعال پس از انجام یک جلسه آزمون بروس تا سرحد واماندگی و دوره ریکاوری ۲ ساعته	– افزایش معنادار WBC ، منوسیت، لنفوسیت، نوتروفیل ، بازوفیل و تغییر غیر معنادار ائوزینوفیل بلافاصله پس از ورزش – کاهش معنادار همه متغیرها در هر دو گروه در ۲ ساعت	– افزایش به دلیل ترمیم التهاب و تخریب نسجی ناشی از ورزش سنگین – کاهش به دلیل نیاز به لانه‌گزینی در بافت‌های آسیب‌دیده

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

				پس از ورزش نسبت به بلافاصله پس از ورزش	
۵	قنبری نیاکی و محمدی ـ ۲۰۱۰– ۲۰۰۹ (۳۴)	بلی	۴ هفته تمرین مجزای کیک بوکسینگ و آزمون رست (۳ جلسه در هفته، هر جلسه ۴۵ دقیقه) بر متغیرهای خونی کیک بوکسورهای جوان	– عدم تغییر WBC در هر دو گروه – عدم تفاوت بین گروهی	مستقل از تغییرات PV
۶	رانسن و همکاران ـ ۲۰۰۱ (۳۵)	خیر	بررسی ورزشکاران نخبه (با VO_2max برابر ۶۹ $mL.kg^{-1}.min^{-1}$) و مقایسه تعداد لکوسیت‌ها و پاسخ‌دهی لنفوسیت‌ها در طول و پس از دومین جلسه از ورزش پویا با شدت بالا، با پاسخ به ورزش مشابه، اما یک جلسه‌ای. همه جلسه‌ها شامل ۷۵ دقیقه و در حدود ۷۵٪ بیشینه اکسیژن دریافتی بر روی دوچرخه ارگومتر بود.	– افزایش معنادار غلظت‌های WBC ، نوتروفیل و لنفوسیت در دومین جلسه ورزش و دومین آزمایش در همان روز – اختلاف میان اولین و دومین جلسه ورزش	– اگر دوره ریکاوری پایین می‌بود، این افزایش در تعداد لنفوسیت‌ها به طور ویژه‌ای بالا بود(۳ ساعت در برابر ۶ ساعت). – رهایی کاتکولامین ناشی از فشار ورزش – اختلاف میان اولین و دومین جلسه ورزش حاکی از یک اثر تاخیری در دستگاه ایمنی از اولین به دومین جلسه ورزش در همان روز است.

ترومبوسیت‌ها:

پلاکت‌ها به طور بارز نقش مهمی را در فرآیند تشکیل لخته خون ایفا کرده و حتی نقشی را در تعدیل فرآیندهای التهابی در تعامل با لکوسیت‌ها، توسط رهایی سایتوکاین‌ها و دیگر تنظیم‌کننده‌های التهابی دارا هستند(۴۵–۴۲).

مطالعه‌هایی با دو رویکرد پاسخ‌های حاد ترومبوسیت‌ها به ورزش و سازگاری‌های ناشی از تمرین بدنی در جدول آمده است(جداول ۵ و ۶). به خوبی گزارش شده است که تعداد پلاکت‌ها در پاسخ به اثرات حاد ورزش افزایش می‌یابد(۴۶، ۳۰، ۲۳، ۱۴، ۱۲، ۱۰). به طوری که وانگ نیز در مقاله مروری خود با توجه به مطالعه‌های صورت گرفته، افزایش وقایع ترومبوزی (لخته‌سازی) ناشی از تمرین‌های حاد را نتیجه‌گیری کرد(۴۷). با توجه به احتمال بیشتر بودن پتانسیل ترومبوز به خاطر وجود پلاکت‌های حجیم‌تر، اندازه‌گیری شاخص‌های پلاکتی می‌تواند مهم باشد(۴۸). هر چند در مورد شاخص‌های پلاکت شامل MPV ، PDW و PLC-R، مطالعه‌های اندک و نتایج متناقضی وجود دارد(۴۹، ۴۶، ۳۴، ۲۰، ۱۴–۱۲). در تمام مطالعه‌های گزارش شده در جداول ۵ و ۶ ، متغیر PDW تغییر معناداری نداشت؛ اما به جز در چند مورد، در اکثر مطالعه‌هایی که PLT افزایش معنادار یافت، دو متغیر MPV و PLC-R نیز افزایش یافتند. بر پایه گزارش‌ها، ارزیابی MPV می‌تواند بازتابی از سطح تغییرات میزان تحریک پلاکت باشد، بنابراین ممکن است که MPV ، شاخصی ساده و یک متغیر بیولوژیکی قوی برای فعال شدگی پلاکت محسوب شود و می‌تواند تغییراتی را نسبت به درجه تحریک پلاکت(فیزیولوژی) و میزان تولیدات پلاکت(بیولوژی) نشان دهد(۵۰، ۴۸). در گزارش‌های کارپاتکین و همکاران و کوراش و همکاران، این موضوع شرح داده شد که پلاکت‌های حجیم‌تر منعکس‌شده توسط افزایش MPV ، از لحاظ متابولیکی و آنزیمی نسبت به پلاکت‌های کم‌حجم‌تر (کوچک‌تر از لحاظ اندازه)، بیشتر فعال هستند(۵۲، ۵۱).

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

جدول ۵ : مطالعه‌های مربوط به اثرات حاد تمرین‌های ورزشی بر شاخص‌های ترومبوسیت با رویکرد پاسخ‌های آن به فعالیت‌های بدنی

ردیف	محقق	کنترل PV	روش کار	نتایج	تحلیل
۱	کاراکوک و همکاران ـ ۲۰۰۵ (۱۰)	خیر	۹۰ دقیقه تمرین استاندارد فوتبال	افزایش معنادار PLT	–
۲	طیبی و همکاران ـ ۲۰۰۵ (۱۲)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای (۱۰ ایستگاه با شدت ۶۰٪ یک تکرار بیشینه، هر ایستگاه ۲۰ ثانیه، بدون استراحت بین ایستگاه‌ها و تنها استراحت فعال ۱۸۰ ثانیه‌ای بین دورها، ۳ دور)	– افزایش معنادار در PLT و MPV – عدم تغییر معنادار PDW و PLC-R	– مستقل از تغییرات PV
۳	قنبری نیاکی و همکاران ـ ۲۰۰۵ (۱۳)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت متوسط	– افزایش معنادار در PLT ، MPV و PLC-R – عدم تغییر معنادار PDW	
۴	طیبی و همکاران ـ ۲۰۰۷ (۱۴)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای سبک (۱۰ ایستگاه با شدت ۳۵٪ یک تکرار بیشینه، هر ایستگاه ۲ ثانیه، بدون استراحت بین ایستگاه‌ها و تنها استراحت فعال ۶۰ ثانیه‌ای بین دورها، ۳ دور)	– افزایش معنادار در PLT و MPV – عدم تغییر معنادار PDW و PLC-R	– ناشی از کاهش PV چنانچه پس از تصحیح PV تغییرات غیر معنادار شد.
۵	وو و همکاران ـ ۲۰۰۴ (۲۳)	خیر	مسابقه ۲۴ ساعته اولترا ماراتن	افزایش معنادار PLT	–
۶	هولی و همکاران ـ ۲۰۱۰ (۳۰)	خیر	۴ پروتکل تمرین مقاومتی مختلف شامل: ۳ پروتکل یک جلسه‌ای با بارکاری مختلف و یک پروتکل ۲۱ هفته‌ای با کنترل اثر دو متغیر مستقل مکمل غذایی (پروتئین و دارونما) و سن (جوان و پیر)	– افزایش معنادار PLT در هر سه پروتکل یک جلسه‌ای بدون تفاوت در مکمل غذایی – نمونه‌های پیر نسبت به جوانان افزایش کمتری را در سه پروتکل یک جلسه‌ای نشان دادند. – تغییر غیر معنادار PLT در پروتکل ۲۱ هفته‌ای بدون تفاوت در مکمل غذایی	– بخش عمده ناشی از رهایی پلاکت‌ها از طحال، مغز استخوان و شش‌ها – بخش کمتر مربوط به هموکانسنتریشن
۷	احمدی زاد و همکاران ـ ۲۰۰۳ (۴۶)	بلی	یک جلسه تمرین مقاومتی (سه گروه مجزا) با سه شدت ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه	– افزایش معنادار در PLT و MPV در هر سه شدت تمرین	– مستقل از تغییرات PV – مستقل از شدت تمرین

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

جدول ۶ : مطالعه‌های مربوط به اثرات مزمن تمرین‌های ورزشی بر شاخص‌های ترومبوسیت با رویکرد سازگاری‌های آن با فعالیت‌های بدنی

ردیف	محقق	کنترل PV	روش کار	نتایج	تحلیل
۱	فوجیتسوکا و همکاران ـ ۲۰۰۵ (۱۶)	خیر	۱۲ هفته تمرین سنگین بدنی	عدم تغییر معنادار PLT	–
۲	طیبی و همکاران ـ ۲۰۱۰ (۲۰)	بلی	اثر روزه‌داری رمضان و تمرینات یک ماهه وزنه‌برداری (سه جلسه در هفته تمرین افزایش حجم عضله) بر حجم‌های عروقی و متغیرهای هماتولوژیک	– افزایش معنادار PLT در گروه تمرینی بدون روزه – تغییر غیر معنادار MPV ، PDW و PLCR در گروه تمرینی بدون روزه – تغییر غیر معنادار PLT ، MPV ، PDW و PLCR در گروه‌های دیگر – عدم تفاوت معنادار بین گروه‌ها	– مستقل از تغییرات PV
۳	هولی و همکاران ـ ۲۰۱۰ (۳۰)	خیر	۴ پروتکل تمرین مقاومتی مختلف شامل: ۳ پروتکل یک جلسه‌ای با بار کاری مختلف و یک پروتکل ۲۱ هفته‌ای با کنترل اثر دو متغیر مستقل مکمل غذایی(پروتئین و دارونما) و سن (جوان و پیر)	– نمونه‌های پیر نسبت به جوانان افزایش کمتی را در سه پروتکل یک جلسه‌ای نشان دادند. – تغییر غیر معنادار PLT در پروتکل ۲۱ هفته‌ای بدون تفاوت در مکمل غذایی	–
۴	قنبری و نیاکی و محمدی ـ ۲۰۰۹–۲۰۱۰ (۳۴)	بلی	۴ هفته تمرین مجزای کیک بوکسینگ و آزمون رست (۳ جلسه در هفته، هر جلسه ۴۵ دقیقه) بر متغیرهای خونی کیک بوکسورهای جوان	– افزایش معنادار PLT – تغییر غیر معنادار MPV	–
۵	طیبی و همکاران – ۲۰۰۶ (۴۹)	بلی	کنترل عامل سطح آمادگی بدنی در پاسخ متغیرهای ترومبوسیت CBC به یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای با ثابت نگه‌داشتن نوع و شدت تمرین	– افزایش معنادار PLT ، MPV و PLCR در هر دو گروه – تغییر غیرمعنادار PDW در هر دو گروه – عدم اختلاف بین گروهی	– عدم تفاوت در پاسخ افراد سازگار با تمرین نسبت به افراد بدون سازگاری

از این رو زمانی که PLT ازدیاد معناداری داشته باشد و هم چنین با افزایش معنادار MPV همراه باشد، شاید بتوان نتایج را به طور احتمالی به فعال شدن پلاکت‌ها و شروع روند انعقاد خون در ایشان نسبت داد.

اما سازوکار افزایش میزان پلاکت(مستقل از تغییرات حجم پلاسما) به طور فرضی می‌تواند به دلیل بازگشت خون از بستر عروقی طحال، مغز استخوان و هم چنین تجمع گردش خون درون عروق ریوی، به عضلات درگیر

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

باشد، زیرا در تحقیقات گزارش شده است که تزریق اپی‌نفرین موجب انقباض قوی طحال، یعنی جایی که حدود یک سوم پلاکت‌ها در آن ذخیره است شده و این مکانیسم می‌تواند دلیل افزایش زیاد میزان گردش پلاکت در ورزش را توضیح بدهد(۵۳، ۳۲). از سوی دیگر از اثرگذاری عامل PV نیز نباید چشم پوشی نمود به طوری که اثر حاد تمرین با کاهش PV سبب هموکانسنتریشن و سازگاری تمرین‌های بدنی با افزایش PV ، سبب همودایلوشن شده و به ترتیب سبب افزایش و کاهش PLT می‌گردد(۳۰، ۱۴).

هم چنین سازگاری‌های مزمن تمرین‌های بدنی، بر تعداد پلاکت‌ها اثر معناداری ندارد(۳۰، ۱۶). اما برخی گزارش‌ها نیز افزایش PLT را پس از ۴ هفته تا یک ماه تمرین نشان داده‌اند(۳۴، ۲۰). به نظر علت این تناقض می‌تواند عدم کنترل PV و خونگیری ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین بوده باشد. شاید پاسخ تأخیری به این جلسه، پاسخگوی افزایش PLT باشد نه سازگاری یک ماهه با تمرین و بهتر بود که ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، خونگیری انجام می‌شد.

در مطالعه‌ای با ثابت نگه‌داشتن نوع و شدت تمرین، به بررسی عامل سطح آمادگی بدنی(ورزشکارانی که با تمرین‌هایی با وزنه سازگاری داشته در مقابل ورزشکاران بدون سازگاری) در پاسخ متغیرهای ترومبوسیت پرداخته شد(۴۹). در هر دو گروه، ازدیاد معناداری در PLT همراه با افزایش معنادار MPV و PLC-R مشاهده گردید و عدم تفاوت بین گروهی، نشان‌دهنده عدم اثرگذاری متغیر آمادگی جسمانی ناشی از سازگاری با تمرین‌های مقاومتی در پاسخ حاد PLT و شاخص‌های آن به تمرین‌های مقاومتی دایره‌ای بود.

کاهش PV در طول جلسه‌های حاد تمرینی، در دوره بهبود پس از یک جلسه تمرین و پس از دوره‌های طولانی تمرین مداوم تأخیری، فراجبرانی می‌شود(به شکل افزایش PV زمان استراحتی). این فراجبرانی در نتیجه میزان بالاتر باز جذب سدیم ادراری از اثرات آلدوسترون، تولید پروتئین پلاسمای بالاتر یا تغییر مکان پروتئین پلاسما به فضای درون عروقی، کاهش کنترل بارورفلکس قلبی ـ ریوی و پایین آمدن حساسیت گیرنده‌های فشاری وریدی مرکزی است که منجر به کاهش رهایی پپتیدهای سدیمی ادراری ANP و یورودیلاتین می‌شود(۲۲). السید(۱۹۹۸) نیز اظهار داشت، به خوبی ثبت شده است که تمرین‌های ورزشی استقامتی مداوم BV را در نتیجه افزایش PV و افزایش RBC می‌افزاید(۵۴). سهم درصدی افزایش PV بیشتر از افزایش RBC است و این شرح می‌دهد که چرا مقادیر Hct در ورزشکاران کمتر از غیر ورزشکاران است(۲۲).

نتیجه‌گیری

در کل پیشنهاد می‌شود با توجه به دو نگرش پاسخ‌های حاد و سازگاری بلند مدت و هم چنین تغییرات PV به تفسیر مناسب و دقیق شرایط تمرین یک ورزشکار پرداخته شود. در ضمن زمانی که کاهش یا افزایش معناداری صورت می‌گیرد، باید به این نکته توجه نمود که این تغییرات در محدوده طبیعی صورت گرفته یا خارج از آن. به عبارت دیگر، از محدوده غیر طبیعی وارد محدوده طبیعی شده است یا بر عکس از محدوده طبیعی به محدوده غیر طبیعی تغییر یافته است. با توجه به این نکات، تفسیر اثرات مثبت یا منفی ورزش و فعالیت بدنی معلوم می‌گردد. به طوری که برخی مطالعه‌ها، تغییرات اریتروسیتی ناشی از خود تمرینی و اثر آن بر ظرفیت هوازی ورزشکاران را نامطلوب مشاهده نمودند و پیشنهاد کردند که دانشجویان رشته تربیت بدنی به استراحت و تغذیه کافی در جهت تامین آهن و پروتئین مورد نیاز برای جایگزینی هموگلوبین خون مبادرت ورزند(۱۸). تحقیق دیگری افزایش بازسازی گلبول قرمز و میزان انتقال آهن از مغز استخوان به درون گویچه‌های سرخ در گردش را به عنوان تفسیر پاسخ حاد شاخص‌های اریتروسیت به یک جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای ذکر نموده است(۱۲).

اگر چه افزایش متعاقب یک جلسه ورزش حاد در لکوسیت‌ها و شاخص‌های آن مشاهده می‌شود، اما در دوره بازیافت پس از آن، کاهشی در آن‌ها اتفاق می‌افتد، به طوری که اگر این کاهش در لنفوسیت(لنفوپنیا) و تا حد زیر سطوح پایه قبل از تمرین یا همان سطوح

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

استراحتی باشد، این مساله به «فرضیه پنجره باز» مربوط خواهد شد یعنی حالتی که در آن خطر بیشتری برای عفونت‌ها و بیماری متوجه فرد خواهد شد(۳۰).

از طرفی با توجه به نتایج مطالعه‌های مرور شده در راستای افزایش پلاکت و تحریک و فعال شدن احتمالی وقایع ترومبوزی (اندازه‌گیری شده توسط افزایش MPV) باید در نظر داشت که برای برخی افراد پر خطر، افزایش پلاکت‌های خون طی ورزش سنگین ممکن است اثرات سوء ترومبوژنیک داشته باشد(۵۵). از این رو در طراحی جلسه‌های ورزش باید بدان توجه ویژه نمود. به عبارت دیگر، ورزشکاران در این حالت باید مواظبت بیشتری از سلامتی خود داشته باشند که از طریق ریکاوری یا بازیافت مناسب از طریق سرد کردن بدن بلافاصله پس از ورزش، رعایت مسایل بهداشتی عمومی، استراحت کافی و تغذیه بهینه از لحاظ انرژی، ویتامین، مواد معدنی و آب، قابل دسترسی است. از این طریق ورزشکار برای شروع جلسه بعد آماده می‌شود و طی جلسات مکرر، یک سازگاری مناسب با تمرین‌های بدنی کسب خواهد نمود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از استاد گرانقدر دکتر عباس قنبری نیاکی به خاطر راهنمایی‌های ارزشمند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References :

1- Wikipedia. Complete blood count. Available from: URL: http: // en. wikipedia. Org / wiki / Complete_ blood _count. Retrieved 2010.
2- Gaeini AA. The Effect of Maximal Exercise on Hematological Parameters in Athlete & Non - Athlete Young Student. Olympic 2001; 9(3-4 (Serial 20)): 9-22. [Article in Farsi]
3- Szygula Z. Erythrocyte system under the influence of physical exercise and training. Sports Med 1990; 10(3): 181-97.
4- Hedfors E, Holm G, Ohnell B. Variations of blood lymphocytes during work studied by cell surface markers, DNA synthesis and cytotoxicity. Clin Exp Immunol 1976; 24: 328-35.
5- Warlow CP, Ogston D. Effect of exercise on platelet count, adhesion, and aggregation. Acta Haematol 1974; 52(1): 47-52.
6- Brown DW, Giles WH, Croft JB. White blood cell count: an independent predictor of coronary heart disease mortality among a national cohort. J Clin Epidemiol 2001; 54(3): 316-22.
7- Younesian A, Mohammadion M, Rahnama N, Cable T. Haemathology Of Professional Soccer Players Before And After 90min match. Cell Mol Biol Lett 2004; 9(2): 133-6.
8- Malcovati L, Pascutto C, Cazzola M. Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. Journal of hematology 2003; 88(5): 570-81.
9- Wikipedia. Red blood cell distribution width. Available from: URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Red_blood_cell_distribution_width. Retrieved 2010.
10- Karakoc Y, Duzova H, Polat A, Emre MH, Arabaci I. Effect of training period on hamorheological variables in regularly trained footballers. Br J Sports Med 2005; 39 (2): e4.
11- Gaeini AA. Comparison the effect of maximal and sub-maximal exercises on hematological parameters in athletic and non - athletic young male students. Harakat 2001; 10: 125-35.[Article in Farsi]
12- Tayebi SM, Ghorbanalizadeh Ghaziani F, Ghanbari-Niaki A, Esmaeilzadeh Tolo MR, Hakimi J. Effect of a single session of circuit resistance exercise on serum hematologic changes in male physical education students. Abstracts of the 3rd student's scientific congress on physical education and sport sciences. Ferdowsi university of Mashhad; 2005. p. 38. [Article in Farsi]
13- Ghanbari Niaki A, Tayebi SM, Ghorbanalizadeh Ghaziani F, 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]
14- Tayebi SM, Ghorbanalizadeh Ghaziani F, Ghanbari Niaki A. Effects of a low intensity single session of circuit resistance exercise on hematologic variables in male physical education students. Abstracts of the 5th student's scientific congress on physical education and sport sciences. Mazandaran university of Baboulsar 2007; 219. [Article in Farsi]
15- Brigham DE, Beard JL, Krimmel R, Kenny WL. Changes in iron status during competetive season in female collegiate swimmers. Nutrition 1993; (9): 418-22.
16- Fujitsuka S, Koike Y, Isozaki A, Nomura Y. Effect of 12 week of strenuouse physical training on haemorheological change. Military Medicine 2005; 170 (7): 590-4.
17- Mousavizadeh MS, Ebrahim Kh, Nikbakht HA. Effect of one period of selective aerobic training on hematological indexes of girls. Sci J Iran Blood Transfus Org 2009; 6 (3): 227-31. [Article in Farsi]
18- Ghanbari-Niaki A, Amirnejad S, Mannani MA. Effect of three inconsecutive one mile running on hematological variables and VO_2max. Journal of Sports Sciences 2006; 2(3): 53-64. [Article in Farsi]
19- Tayebi SM, Ghanbari Niaki A, Hanachi P, Ghorbanalizadeh Ghaziani F. The Effect of Ramadan Fasting and Weight-Lifting Training on Plasma Volume,

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

Glucose and Lipids Profile of Male Weight-Lifters. Iran J Basic Med Sci 2010; 2(13): 57-62.
20- Tayebi SM, Hanachi P, Ghanbari Niaki A, Nazar Ali P, Ghorban-alizadeh Ghaziani F. Ramadan Fasting and Weight-Lifting Training on Vascular Volumes and Hematological profiles in young male weight-lifters. Global Journal of Health Science 2010; 2 (1): 160-6.
21- Schumacher YO, Grathwohl D, Barturen JM, Wollenweber M, Heinrich L, Schmid A, *et al*. Haemoglobin, Haematocrit and Red Blood Cell Indices in Elite Cyclists. Are the Control Values for Blood Testing Valid? Int J Sports Med 2000; (21): 380-5.
22- Heinicke K, Wolfarth B, Winchenbach P, Biermann B, Schmid A, Huber G, *et al*. Blood Volume and Hemoglobin Mass in Elite Athletes of Different Disciplines. Int J Sports Med 2001; 22(7): 504-12.
23- 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.
24- Tayebi SM, Ghorbanalizadeh Ghaziani F, Ghanbari-Niaki A. Effect of a single session of circuit resistance exercise on red blood cell indices in physical education students and young male weight-lifters. (unpublished)
25- El-Sayed MS. Effects of exercise on blood Coagulation, Fibrinolysis and platelet aggregation. Sports Med 1996; 22(5): 282-98.
26- Radomski MW, Sabiston BH, Isoard P. Development of "sports anemia" in physically fit men after daily sustained submaximal exercise. Avial Space Environ Med 1980; 51(1): 41-5.
27- Gaeini AA. Hormonal and plasma volume changes after endurance trainings. Harakat 1999; 1(1): 39-56. [Article in Farsi]
28- Aghaalinezhad H, Sarrafnezhad A, Gharakhanlou R, Memari A, Mirshafiei A, Nikbin B. Effect of vitamin E and C in prevention of athletes' immune system weakness. Olympic 2002; 10(3&4 (Serial 22)): 73-83. [Article in Farsi]
29- Havil F, Ebrahim KH, Aslankhani MA. The effect of one session of progressive aerobic exercise on innate immune system of young and adult athletes. Harakat Fall 2003; 17: 25-44. [Article in Farsi]
30- Hulmi JJ, Myllymäki T, Tenhumäki M, Mutanen N, Puurtinen R, Paulsen G. Effects of resistance exercise and protein ingestion on blood leukocytes and platelets in young and older men. Eur J Appl Physiol 2010; 109(2): 343-53. [Article in Farsi]
31- Ebrahim Kh, Nurshahi M, Nassrabadi M. A Study of the Effect of Carbohydrate Supplementation Perior to a Maximal Exercise on the Number of White Blood Cells, Glucose and Cortisol in College Female Athletes. Harakat 2005; 25: 21-30. [Article in Farsi]
32- Ghorbanalizadeh-Ghaziani F, Hojat S, Tayebi SM, Khodaparast-Sarashkeh S. 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. Islamic Azad University - Researches Center 2007. p.49-51. [Article in Farsi]
33- Piraki P, Ebrahim KH, Karimi F, Anisian A. Effect of Active and Passive Recovery on Athletes White Blood Cell Count. Qom University of Medical Sciences Journal 2008; 2(2): 15-20. [Article in Farsi]
34- Ghanbari Niaki A, Mohammadi S. Effect of 4 Weeks of an Aerobic (RAST) Training on Hematological Changes In Male Kick-Boxers. Journal of Applied Exercise Physiology (Journal of Sports Science) 2009-2010; 5(10): 75-87. [Article in Farsi]
35- Ronsen O, Haug E, Pedersen BK, Bahr R. Increased neuroendocrine response to a repeated bout of endurance exercise. Med Sci Sports Exerc 2001; 33(4): 568-75.
36- Glesson M, Burton S, Cave R. Hematological Response to intermittent maximal exercise in man. Glasgoww Meeting 1990. p. 61.
37- Nieman DC. Is infection risk linked to exercise workloud? Med Sci Sports Exerc 2000; 32(7 Suppl): S406-11.
38- Mackinon L. Effect of overreaching and overtraining on immune function. In: Kreider R, Fry A, Toole MO. Overtraining in sport. Human Kinetics, Champaign IL. 1998.
39- Ronsen O, Pedersen BK, Oritsland T, Bahr R, Kjeldsen-Kragh J. Leukocyte counts and lymphocyte responsiveness associated with repeated bouts with strenuous endurance exercise. J Appl Physiol 2001; 91(1): 425-34.
40- Gleeson M. Immune Function in Sport and Exercise. Translators: Agha Alinejad H, Safarzadeh A, Isanejad A, Molanouri Shamsi M, Delfan M, Mirakhori Z. 1st published, Donyaye Harekat Publication 2009, Tehran. Immunologic indicator of overtraining. 192-4.
41- Nieman DC. Influence of carbohydrate on the immune response to intensive, prolonged exercise. Exerc Immunol Rev 1998; 4: 64-76.
42- Diacovo TG, Puri KD, Warnock RA, Springer TA, von Andrian UH. Platelet-mediated lymphocyte delivery to high endothelial venules. Science 1996; 273(5272): 252-5.
43- Iannacone M, Sitia G, Isogawa M, Marchese P, Castro MG, Lowenstein PR, et al. Platelets mediate cytotoxic T lymphocyte-induced liver damage. Nat Med 2005 11(11): 1167-9.
44- Wagner DD, Burger PC. Platelets in inflammation and thrombosis. Thromb Vasc Biol 2003; (23): 2131-7.
45- Weyrich AS, Zimmerman GA. Platelets: signaling cells inside the immune continuum. Trends in Immunology 2004; 25(9): 489-95.
46- Ahmadizad S, El-Sayed MS. The effects of graded resistance exercise on platelet aggregation and activation. Med Sci Sports Exerc 2003; 35(6): 1026-33.
47- Wang JS. Exercise prescription and thrombogenesis. Journal of Biomedical Science 2006; 13(6): 753-61.
48- Yilmaz MB, Saricam E, Biyikoglu SF, Guray Y, Guray U, Sasmaz H, *et al*. Mean platelet volume and exercise stress test. J Thromb Thrombolysis 2004; 17(2): 115-20.
49- Tayebi SM, Hojat S, Ghorbanalizadeh-Ghaziani F, Khodaparast-Sarashkeh S. Investigation of the effect of a single session circuit resistance exercise on blood platelet variables in young weight-lifters and male physical education students. Long abstract of 4th national student's scientific congress on physical education and sport sciences. Tehran: University of El-

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

Zahra, 2006. p. 61-3.
50- Threatte GA. Usefulness of the Mean Platelet Volume. Clin Lab Med 1993; 13(4): 937-50.
51- Corash L, Tau H, Gralnic HR. Heterogeneity of Human Whole Blood Platelet Subpopulation. I. Relationship between Buoyant Density, Cell Volume and Ultra structure. Blood 1977; 49: 71-87.
52- Karpatkin S. Heterogeneity of Human Platelets. I. Metabolic and Kinetic Evidence Suggestive of Young and Old Platelets. J Clin Invest 1969; (48): 1073-82.
53- El-Sayed MS, El-Sayed ZA, Ahmadizad S. Exercise and Training Effects on Blood Haemostasis in Healthand Disease. Sports Med 2004; 34(3): 181-200.
54- El-Sayed MS. Effects of Exercise and Training on Blood Rheology. Sports Med 1998; 26(5): 281-92.
55- Gielen S, Schuler G, Hambrecht R. Exercise training in coronary artery disease and coronary vasomotion. Circulation 2001; 103(1): E1-6.

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]

فصلنامه پژوهشی خون

Review Article

Assessment of CBC in physical activity and sport: a brief review

Tayebi S.M.[1], Agha Alinejad H.[2], Kiadaliri K.[3,4], Ghorbanalizadeh Ghaziani F.[1]

[1]Faculty of Physical Education and Sport Sciences,Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran
[2]Tarbiat Modarres University,Tehran, Iran
[3]Research Center of Iranian Blood Transfusion Organization, Tehran, Iran
[4]Chaloos Regional Blood Transfusion Center, Chaloos, Iran

Abstract

Background and Objectives

Sport hematology is a new branch in the field of exercise physiology with a history of not more than 30 years in the world; in Iran, it is even shorter with just a brief literature available. Thus, the aim of this study is to make a brief and accurate review of the previous studies about "Complete Blood cells Count (CBC)" in sport.

Materials and Methods

In this study, a brief review on 81 articles published either in Persian or English was done. The sources were either local (2 books and 16 articles) or foreign (10 Wikipedia texts and 38 articles) publications.

Results

The results show that an acute exercise causes an increase in red blood cells destruction and a transient sport anemia due to hemolysis generated by mechanical impact, oxidative stress, and hematuria. Moreover, an increase in leukocytic and thrombocytic indexes was observed after a single session of physical exercise; the increase is due to hormonal changes, elevated blood flow, and escape of cells from spleen, bone marrow, and lungs. Despite the above changes, adaptation to regular physical training may not be altered; however, any little alteration would be attributed to plasma volume changes which should be considered in interpretation.

Conclusions

Physical activity and exercise can seriously change CBC indexes; however, the impact of such changes can be highly reduced through appropriate recovery measures followed by getting back to regular training and the related adaptation schedule.

Key words: Erythrocyte, Leukocytes, Thrombocytes, Blood count, Physical activity, Sports
Sci J Iran Blood Transfus Org 2011; 7(4): 249-265

Received: 12 May 2010
Accepted: 26 Oct 2010

Correspondence: Tayebi S.M., Exercise Physiology Doctorate Student. Exercise Physiology Division, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University. No 127, Next to Medical Building, 17 Shahrivar St. Postal Code: 4615813916, Amol, Iran. Tel: (+98121)2150059; Fax: (+98121)2517043
E-mail: *tayebism@gmail.com*

[Downloaded from bloodjournal.ir on 2026-11-08]