

حرکت

شماره ۱۰ - ص ص: ۱۳۵-۱۲۵

تاریخ دریافت: ۸۰/۸/۱۵

تاریخ تصویب: ۸۰/۹/۶

## مقایسه تأثیر یک فعالیت ورزشی بیشینه و یک فعالیت ورزشی زیربیشینه بر پاسخ عوامل هماتوژیکال نوجوانان ورزشکار و غیرورزشکار<sup>۱</sup>

دکتر عباسعلی گائینی<sup>۲</sup>

استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران

### چکیده

هدف این تحقیق مقایسه تأثیر یک فعالیت ورزشی بیشینه و یک فعالیت ورزشی زیربیشینه بر پاسخ عوامل هماتوژیکال نوجوانان ورزشکار و غیرورزشکار بوده است. بدین منظور تعداد ۹۰ نفر از دانش‌آموزان ورزشکار و غیرورزشکار (۴۶ نفر ورزشکار و ۴۴ نفر غیرورزشکار) شهر تهران با دامنه سنی ۱۵ تا ۱۷ سال به روش کاملاً تصادفی انتخاب و تحت آزمون ورزشی «بروس» به فعالیت پرداختند. بدین ترتیب که در فعالیت بیشینه، تحت همان آزمون تا حد درماندگی و در فعالیت زیربیشینه، تحت آزمون بروس<sup>۳</sup> اصلاح شده به فعالیت واداشته شدند. نمونه‌های خونی درست پیش و بلافاصله پس از فعالیت‌های ورزشی گرفته شد. تجزیه و تحلیل نتایج حاکی است:

۱- پاسخ HCT, MCHC و MCV ورزشکاران و غیرورزشکاران به ورزش بیشینه، تفاوت معنی‌داری داشته، در حالی که در خصوص مستغیرهای WBC, RDW, RBC, PLT, MPV, HGB اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد.

۲- بر اثر فعالیت ورزشی زیربیشینه هیچ‌گونه اختلاف آماری معنی‌دار در خصوص عوامل هماتوژیکال بین دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار مشاهده نشد.

---

۱- این پژوهش مستخرج از طرح بررسی و مقایسه آثار دو نوع فعالیت ورزشی شدید و کم‌شدت بر عوامل هماتوژیکال به شماره ۳۴۳/۳/۶۲۸ می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است.

## واژه‌های کلیدی

هماتوکریت (HCT)، هموگلوبین (HGB)، متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH)، متوسط غلظت هموگلوبین گلبولی (MCHC)، حجم متوسط گلبول قرمز (MCV)، متوسط حجم پلاکت‌های خون (MPV)، پلاکت خون (PLT)، تعداد گلبول قرمز (RBC)، دامنه توزیع گلبول قرمز (RDW)، تعداد گلبول سفید (WBC)، فعالیت ورزشی بیشینه، فعالیت ورزشی زیربیشینه، ورزشکار، غیرورزشکار و دانش‌آموز.

## مقدمه

خون از دو جزء سلولی و مایع (پلاسما) تشکیل شده که در درون حفرات قلب و عروق در گردش است. عناصر سلولی خون که گلبول‌های قرمز و سفید و پلاکت‌ها می‌باشند، در پلاسما شناورند. محتوی سلولی و شیمیایی خون و وظایف گوناگون و مختلف، آن را در بدن به یک سیستم حمل و نقل بسیار پیچیده و کامل تبدیل کرده است (۲).

جریان خون تقریباً منجر به از بین رفتن اختلافات محیط داخلی سلول‌های تمامی بدن می‌شود. در درجه اول خون واسطه‌ای برای انتقال اکسیژن، مواد غذایی، هورمون‌ها و مواد ضداجسام خارجی و ضد عفونت به بافت‌هاست و از طرف دیگر، انتقال گازکربنیک و دیگر محصولات زائد را از بافت‌ها به اندام دفعی به عهده دارد. در ضمن گرما توسط خون به ترتیبی توزیع می‌شود که یکنواختی نسبی درجه حرارت و تداوم آن در همه بدن برقرار باشد (۲).

عوامل خونی و در رأس آن گلبول‌های قرمز و هموگلوبین، وظیفه اصلی نقل و انتقالات مواد مغذی و اکسیژن را برای بافت‌های فعال و حمل مواد زائد و دی‌اکسیدکربن از بافت‌ها به منظور دفع از ریه‌ها را بر عهده دارند. از طرفی ثابت شده است که فعالیت‌های ورزشی برای بالابردن توان هوازی و استقامت بدنی، به عوامل متعددی بستگی دارند. یکی از عواملی که به نظر می‌رسد از اهمیت خاصی برخوردار است، ظرفیت حمل اکسیژن توسط خون می‌باشد. علاوه بر این، تعداد گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین و هماتوکریت در افزایش یا کاهش ظرفیت انتقال اکسیژن به بافت‌ها و دفع دی‌اکسیدکربن، از عوامل ضروری به شمار می‌روند (۴).

لاری<sup>۱</sup> (۱۹۸۲) افزایش گلبول‌های قرمز را موجب افزایش غلظت خون و بالا رفتن حمل اکسیژن توسط خون دانسته و متذکر شده این وضعیت منجر به کارایی بیشتر در فعالیت‌های بدنی شود. از این رو، ظرفیت کار بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی در انسان به نحو بارزی به انتقال فعال اکسیژن به بافت‌های درگیر در فعالیت بستگی دارد (۱۶). در همین راستا، تحقیقات متعدد، ارتباط مثبت معنی‌داری بین میزان هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد گلبول‌های قرمز از یک سو و حداکثر اکسیژن مصرفی و مدت کار بدنی تا مرز درماندگی از طرف دیگر، نشان داده‌اند (۱۶).

مشاهدات بسیاری نشان داده است که در نتیجه تمرینات ورزشی، ترکیب خون تغییر می‌کند. یوشیمورا و همکارانش<sup>۲</sup> (۱۹۸۰) به این نتیجه رسیده‌اند که تمرینات بدنی که در کل افزایش توان کار بدنی و زیاد شدن حداکثر اکسیژن مصرفی را تسهیل می‌کند، منجر به بروز یک سری تغییرات در بدن از جمله سیستم اریتروسیستی خون محیطی می‌شود. تصور می‌شود ورزشکارانی که از تمرینات بدنی خوبی برخوردارند، غلظت‌های هموگلوبین بالاتر و نیز تعداد اریتروسیت بیشتری در خون محیطی نسبت به افراد تمرین‌نکرده دارند (۱۶).

از اطلاعات ارائه شده می‌توان دریافت که همزمان با افزایش آمادگی جسمانی که حاصل فعالیت‌های ورزشی است، انتظار می‌رود ظرفیت حمل اکسیژن از طریق تغییرات عوامل خون بهبود یابد. با وجود این، نتایج گوناگون و بعضاً غیر همسو، سبب شده تا موضوع تأثیر فعالیت‌های ورزشی با شدت‌ها و مدت‌های مختلف بر عوامل هماتوژیکال، سطح مهارتی ورزشکاران و ارتباط آن با عوامل تشکیل دهنده بافت خون، دامنه تغییرات پاسخ عوامل سازنده خون بر انواع فعالیت‌های ورزشی، همچنان در دستور کار پژوهشگران باشد.

## روش‌شناسی پژوهش

چنانچه پیش از این ذکر شده، هدف این پژوهش مقایسه تأثیر دو نوع فعالیت ورزشی بیشینه و زیربیشینه بر پاسخ عوامل هماتوژیکال نوجوانان ورزشکار و غیرورزشکار بوده‌است. برای همین منظور، نمونه آماری از بین دانش‌آموزان پسر شهر تهران انتخاب شد. حجم نمونه شامل ۹۰ نفر دانش‌آموزان ورزشکار و غیرورزشکار با دامنه سنی ۱۵ تا ۱۷ سال بود که به روش تصادفی خوشه‌ای

انتخاب شدند. از این میان، ۴۶ نفر در گروه ورزشی و ۴۴ نفر جزو گروه غیرورزشی بودند. گروه ورزشکار از میان دانش آموزان ورزشکاری انتخاب شدند که حداقل از ۲ سال سابقه ورزشی ممتد با سطح پیشرفته یا نسبتاً پیشرفته، برخوردار بودند. گروه غیرورزشکار نیز از میان دانش آموزان مدارس انتخاب گردید که مدارس آنها به روش خوشه‌ای در سطح شهر تهران مشخص شده بودند. برای آنکه نمونه انتخاب شده نمونه‌ای از تمام گروه‌های سنی باشد، ترتیبی اتخاذ شد تا تعداد نفرات انتخابی از همه گروه‌های سنی ۱۵، ۱۶ و ۱۷ سال، برابر باشند.

### روش جمع‌آوری اطلاعات

برای بررسی پاسخ عوامل هماتوژیکال به ورزش بیشینه، از آزمون ورزشی بروس درمانده ساز استفاده شد. بدین ترتیب که آزمودنی‌ها بر روی نوارگردان (تردمیل) مستقر شدند و پس از یک دقیقه فعالیت با شیب صفر و سرعت ۱/۵ کیلومتر در ساعت به عنوان گرم کردن و آماده شدن، پروتکل رسمی آزمون بروس به شرح زیر در مورد آنها به اجرا درآمد.

زمان	شیب (%)	سرعت (مایل در ساعت)
۳ دقیقه اول	۱۰	۱/۷
۳ دقیقه دوم	۱۲	۲/۵
۳ دقیقه سوم	۱۴	۳/۴
۳ دقیقه چهارم	۱۶	۴/۲
۳ دقیقه پنجم	۱۸	۵
۳ دقیقه ششم	۲۰	۵/۸

برای بررسی پاسخ عوامل هماتوژیکال به فعالیت ورزشی زیربیشینه، از آزمون ورزشی بروس اصلاح شده توسط شفارد<sup>۱</sup> (۱۹۷۲) استفاده شد. بدین ترتیب که پس از استقرار آزمودنی‌ها بر روی

تردمیل و یک دقیقه فعالیت با شیب صفر و سرعت ۱/۵ کیلومتر در ساعت به عنوان گرم کردن، آزمون ورزشی بروس را شروع کردند. در هر مرحله از آزمون، زمانی که ضربان قلب آزمودنی‌ها به ۱۵۰ ضربه در دقیقه می‌رسید، فعالیت قطع می‌شد. بنابراین شاخص بیشتر آزمودنی‌ها در مرحله دوم و تعدادی در مرحله سوم و همچنین تعداد اندکی در مرحله چهارم به ضربان قلب ۱۵۰ دست یافتند.

در خاتمه برای کسب اطلاع از تغییرات عوامل هماتوژیکال متعاقب فعالیت ورزشی بیشینه و زیربیشینه، ۱۰ سی‌سی از خون سیاهرگی هر آزمودنی بلافاصله پیش و پس از تمرین گرفته شد و در آزمایشگاه بالینی معتبر برای تعیین شاخص‌های **WBC, RDW, RBC, PLT, MPV, MCV, MCHC** آزمایشگاه بالینی معتبر برای تعیین شاخص‌های **MCH, HGB, HCT** مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### یافته‌های تحقیق

۱- با مراجعه به جدول ۱، مشاهده می‌شود که میانگین تفاضل میزان هماتوکریت (HCT)، گروه ورزشکار و غیرورزشکار پس از یک فعالیت ورزشی بیشینه به ترتیب تقریباً معادل ۳/۴۲ و ۲/۶۵ درصد است که اختلاف معنی‌داری بین دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار در این متغیر خونی دیده می‌شود ( $P = ۰/۰۳۶$ ). در خصوص متغیر **MCHC** (متوسط غلظت هموگلوبین گلوبولی) نیز تفاضل میانگین در گروه ورزشکار ۳/۱۲۵ و در گروه غیرورزشکار برابر با ۱/۰۰۰ گرم در دسی‌لیتر می‌باشد که حاکی از تفاوت معنی‌دار گروه ورزشکار و غیرورزشکار در این شاخص خونی است. همین وضعیت در متغیر **MCV** (دامنه توزیع گلبول قرمز) نیز برقرار است. بدین معنی که تفاضل میانگین **MCV** در گروه ورزشکار و غیرورزشکار به ترتیب تقریباً معادل ۱/۰۳ و ۰/۱۷ لیتر است که مبین وجود تفاوت معنی‌داری پس از یک فعالیت ورزشی بیشینه در دو گروه است. در سایر عوامل هماتوژیکال هر چند ورزش بیشینه موجب بروز تفاوت‌هایی در میانگین تفاضل هر یک از آنها در گروه ورزشکار و غیرورزشکار شده، اما این تغییر به اندازه‌ای نبوده که موجب اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های مذکور (**WBC, RDW, RBC, PLT, MPV, MCH, HGB**) گردد.

جدول ۱- شاخص های آماری عوامل هماتوژیکال ورزشکاران و غیرورزشکاران متعاقب فعالیت ورزشی بیشینه

نتیجه	ارزش p	ارزش t	میانگین		شاخص های آماری عوامل خونی
			غیرورزشکار	ورزشکار	
معنی دار	۰/۰۳۶	۲/۱۲۸	۲/۶۵۴۵	۳/۴۱۹۶	HCT (%)
غیر معنی دار	۰/۳۷۷	۰/۸۸۹	۰/۸۸۸۶	۱/۰۰۴۳	HGB (log/L)
غیر معنی دار	۰/۱۴۰	-۱/۴۸۸	۰/۲۱۵۹	۰/۰۰۲۲	MCH (Pg)
معنی دار	۰/۰۴۶	-۲/۰۲۹	۱/۰۰۰	-۳/۱۲۵	MCHC (g/dL)
معنی دار	۰/۰۲۲	۲/۳۳۱	۰/۱۷۰۵	۱/۰۳۷۰	MCV (FL)
غیر معنی دار	۰/۷۷۹	۰/۲۸۱	۰/۱۹۳۲	۰/۲۱۵۲	MPV (FL)
غیر معنی دار	۰/۵۹۸	-۰/۵۲۹	۴۷/۷۵۰	۴۴/۳۴۸	PLT ( $10^9/L$ )
غیر معنی دار	۰/۰۶۲	۱/۸۹۰	۰/۲۷۳۶	۰/۳۴۵۷	RBC ( $10^{12}/L$ )
غیر معنی دار	۰/۶۲۵	-۰/۴۹۰	۴/۰۰۰	۱/۰۰۰	RDW (%)
غیر معنی دار	۰/۰۸۹	۱/۷۲۲	۲/۵۱۱۴	۲/۹۲۶۱	WBC ( $10^9/L$ )

۲- اطلاعات جدول ۲ نشان می دهد که ورزش زیربیشینه مورد استفاده در این پژوهش، از چنان

شدتی برخوردار نبوده است که سبب بروز تفاوت های فاحشی در میانگین تفاضل گروه ورزشکار و

غیرورزشکار شده باشد. از این رو، هر چند تفاوتی در میانگین دو گروه در هر یک از عوامل هماتوژیکال

وجود دارد، اما این اختلاف آنقدر بارز نبوده که تفاوتی معنی دار را به دنبال داشته باشد.

جدول ۲- شاخص های آماری عوامل هماتوژیکال ورزشکاران و غیرورزشکاران متعاقب فعالیت ورزشی زیربیشینه

نتیجه	ارزش p	ارزش t	میانگین (mean)		شاخص های آماری عوامل خونی
			غیرورزشکار	ورزشکار	
غیرمعنی دار	۰/۹۵۲	۰/۰۶۱	۰/۳۵۶۸	۰/۳۹۱۳	HCT (%)
غیرمعنی دار	۰/۸۲۸	-۰/۲۱۸	۰/۱۴۰۹	۰/۱۰۲۲	HGB (log/L)
غیرمعنی دار	۰/۶۲۶	-۰/۴۸۹	۳/۰۰۰۰	-۰/۰۲۶۱	MCH (Pg)
غیرمعنی دار	۰/۴۳۸	-۰/۷۸۰	۵/۰۰۰۰	-۰/۰۵۲۲	MCHC (g/dL)
غیرمعنی دار	۰/۳۲۸	-۰/۹۸۳	۰/۲۴۵۵	-۰/۴۶۵۲	MCV (fL)
غیرمعنی دار	۰/۸۲۱	-۰/۲۲۷	۳/۰۰۰۰	۲/۰۰۰	MPV (fL)
غیرمعنی دار	۰/۹۵۵	۰/۰۵۷	۱۱/۲۷۳	۱۱/۵۲۲	PLT (10 <sup>9</sup> /L)
غیرمعنی دار	۰/۴۴۴	-۰/۷۶۹	۳/۰۰۰۰	-۰/۰۵۳۷	RBC (10 <sup>12</sup> /L)
غیرمعنی دار	۰/۵۹۸	-۰/۵۲۹	۵/۰۰۰۰	۹/۰۰۰۰	RDW (%)
غیرمعنی دار	۰/۰۵۱	۱/۹۸۳	۰/۳۰۹۱	۰/۵۹۷۸	WBC (10 <sup>9</sup> /L)

### بحث و نتیجه گیری

یکی از یافته های پژوهش حاضر این است که میانگین عوامل خونی در نزد نوجوانان ورزشکار و غیرورزشکار متعاقب یک فعالیت ورزشی بیشینه یافته است. این امر با یافته های اکثر پژوهشگران مبنی بر اینکه فعالیت های بدنی شدید در افزایش تجمع هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد اریتروسیت های خون مؤثر است (۷)، مطابقت دارد. هر چند افزایش و تغییرات در عوامل فوق به مدت و پیوستگی فعالیت و شرایط بیرونی همچون درجه آمادگی و مهارت افراد بستگی دارد، مع هذا هر اندازه

فعالیت بیشتر، طولانی‌تر و با شدت زیادتری انجام شود، موجب بروز تغییرات بیشتری خواهد شد (۱۶). در مطالعه‌ای، وان بیومنت<sup>۱</sup> (۱۹۷۳) متوجه کاهش ۱۵ الی ۱۶ درصدی در حجم پلازما بلافاصله بعد از یک فعالیت کوتاه مدت با شدت بیشینه بر روی دو چرخه ارگومتر شد که این نکته توأم با افزایش ۶ درصدی در اسمولاریته خون، افزایش هموگلوبین به میزان ۹/۶ درصد، هماتوکریت ۹/۷ درصد و تعداد گلبول‌های قرمز به میزان ۹/۲ درصد بوده است. از این رو کاهش حجم پلازما به شدت و میزان تمرین و همچنین سطح آمادگی افراد بستگی دارد (۸). شفارد (۱۹۸۲) در زمینه ارتباط تمرین و گلبول‌های قرمز اظهار کرده است که اثر حاد تمرین شدید بدنی، در مجموع افزایشی به میزان ۵ تا ۱۰ درصد در هر دو سطح هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز است (۱۵). وی همچنین اضافه می‌کند که تمرین عموماً موجب افزایش قابل توجهی در مقدار کلی گلبول‌های سفید خون می‌شود، به طوری که از میزان ۵۰۰۰ - ۷۰۰۰ عدد در هر میلی‌لیتر مکعب خون به ۲۵۰۰۰ - ۳۰۰۰۰ می‌رسد. این مطلب رانسی توان به سادگی و با توجه غلظت توضیح داد، بلکه احتمالاً یک عامل اضافی سبب آزاد شدن گلبول‌های سفید از محل‌های ذخیره از قبیل مغز استخوان، طحال، کبد و شش می‌شود (۱۵).

فاولکنر، دانلیس و بالک<sup>۲</sup> نشان داده‌اند که حجم خون، هموگلوبین، شمارش گلبول‌های قرمز، تراکم میتوکندری و تغییرات آنزیمی عضله همگی تحت تأثیر هر نوع فشار (تمرین و ارتفاع) قرار گرفته و افزایش می‌یابند (۳). از طرفی گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد هیچ تفاوتی در غلظت هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد اریتروسیت‌ها و نیز سایر عوامل هماتوژیکال در افراد ورزشی و غیرورزشی وجود ندارد (۵). برخی از پژوهشگران که با مسئله تحولات ورزشی در سیستم گلبول‌های قرمز و عوامل خونی سر و کار دارند، دگرگونی مورفولوژی اریتروسیت‌ها را در رابطه با عوامل MCV، MCHC و MCH متعاقب فعالیت‌های بدنی کوتاه مدت همراه با خستگی بدن، بدون تغییر ذکر کرده‌اند (۱۶). علاوه بر این در نتایج برخی از پژوهش‌ها این نکته مشهود است که به دنبال تمرینات شدید بدنی، غلظت هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد اریتروسیت‌ها در خون محیطی کاهش می‌یابد (۱۱). شایان ذکر است که کاهش غلظت هموگلوبین و تعداد اریتروسیت‌ها در این قبیل تمرین‌ها تصادفی نیست، زیرا این موضوع با تغییرات سودمند قابل تطابقی با این شرایط همراه است که به موجب آن ۱۲ تا ۲۰ درصد به حجم پلاسمای خون افزوده می‌شود که این حالت سبب رقیق شدن خون شده و



ویژگی‌های حرکتی خون را بهبود می‌بخشد (۱۶).

از یافته‌های دیگر این تحقیق تغییرات ناچیز میانگین عوامل خونی نوجوانان ورزشکار و غیرورزشکار متعاقب یک فعالیت ورزشی زیربیشینه بوده است. به عبارت دیگر، فعالیت ورزشی زیربیشینه بر عوامل هماتوژیکال ورزشکاران و غیرورزشکاران بی‌تأثیر بوده و تغییرات به وجود آمده ناچیز یا باندکی تغییر مشاهده شده است. در پژوهشی، نای‌لین<sup>۱</sup> (۱۹۷۰) گزارش کرده است که به هنگام فعالیت بدنی، شمار گلبول‌های قرمز در انسان تغییر نمی‌کند (۱۶). گذشته از این، در چندین تحقیق دیگر نیز تغییرات بوجود آمده در مجموعه عوامل خونی بعد از فعالیت‌های بدنی، بویژه در مطالعاتی که در ورزشکاران استقامتی صورت گرفته، ناچیز و غیرمعنی‌دار گزارش شده است (۱۱). در برخی تحقیقات نیز کاهش غلظت هموگلوبین و هماتوکریت در ورزشکاران هوازی و افراد تمرین نکرده مشاهده شده است (۳، ۹، ۶ و ۵). هر چند بعضی از محققان پی برده‌اند که این کاهش به وجود آمده در هموگلوبین مقطعی و گذراست و با ادامه تمرین به سطح اولیه قبل از تمرین برمی‌گردد (۱۳ و ۹). گذشته از این، اسکای و همکارانش<sup>۲</sup> (۱۹۷۱) افزایش در حجم خون را گزارش کرده‌اند، با وجود این، آنها هیچ گونه تغییر در مجموع هموگلوبین متعاقب تمرینات ورزشی مشاهده نکرده‌اند (۱۲). در مطالعه دیگری استوارت و همکارانش<sup>۳</sup> (۱۹۷۵) پی برده‌اند آن دسته از ورزشکاران استرالیایی که در مسابقات المپیک ۱۹۶۸ موفق به کسب عناوین قهرمانی نشدند، آنهایی بودند که سطح هموگلوبین خون‌شان پایین‌تر از حد مطلوب بوده است (۱۱). به علاوه، مشاهده شده است که یک جلسه تمرین ورزشی طولانی مدت موجب افزایش حجم پلازما می‌شود. بدیهی است که افزایش حجم پلازما در ورزشکاران استقامتی و به دنبال آن رقیق شدن خون، سبب پایین آمدن سطح هموگلوبین در ورزشکاران یاد شده می‌شود (۱۱). شوانت و همکارانش<sup>۴</sup> (۱۹۹۴) در یک مطالعه که بر روی ۱۵ مرد تمرین کرده انجام دادند، غلظت اریتروپویتین و تغییرات گلبول قرمز را قبل و چند نوبت بعد از دو ماراتن بررسی کردند و نتیجه گرفتند که تغییرات گلبول قرمز ناشی از تغییرات حجم پلازماست. ایشان اضافه کردند بلافاصله بعد از تمرین، گلبول‌های قرمز به واسطه کاهش حجم پلازما افزایش یافت، در حالی که پس از ۳۱ ساعت، میزان گلبول‌های قرمز به واسطه افزایش حجم پلازما دچار کاهش گردید و غلظت اریتروپویتین ۳ ساعت بعد

1- Nyleen

2- Oscai et al

3- Stewart et al

4- Schwandt. HJ et al

از تمرین افزایش پیدا می‌کند و این افزایش تا ۳۱ ساعت بعد ادامه می‌یابد. این افزایش طولانی مدت در اریتروپویتین خون بعد از دو ماراتن، به نظر می‌رسد علت افزایش گلبول‌های قرمز در بین دوندگان استقامتی باشد (۱۴).

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان نتیجه گرفت تمرینات بدنی (بیشینه و زیربیشینه) موجب بروز یک سری تغییرات در بدن از جمله سیستم اریتروسیستی خون محیطی می‌شود. با وجود این، نتایج به‌دست آمده در زمینه تغییرات عوامل خونی و انواع تمرینات بدنی، ضد و نقیض است، به طوری که برخی افزایش عوامل خونی را متعاقب تمرینات بیشینه و عده‌ای افزایش پلاسمای خون را متعاقب تمرینات زیربیشینه در افراد استقامتی گزارش کرده‌اند. اما آنچه واضح است، این که تمرینات بدنی بیشینه و زیربیشینه که توان بدنی را بالا برده و اکسیژن مصرفی را بهبود می‌بخشد، موجب افزایش حجم خون می‌شود که به افزایش ظرفیت و کارایی بدن منجر می‌گردد.

## منابع و مأخذ

- ۱- انصاری، فرخ. عابدینی، احمد. «خون چیست؟». چاپ اول، انتشارات آذر، تهران، ۱۳۶۶.
- ۲- سمنانیان، سعید. «فیزیولوژی خون». چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۶۸.
- ۳- فاکس، ادوارد ال - ماتیوس، دونالد. «فیزیولوژی ورزش». ترجمه اصغر خالدان، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۸.
- ۴- ویدمن، گریسهایمر. «فیزیولوژی انسان». مترجمان: فرخ شادان - ابوالحسن حکیمانی، چاپ پنجم، تهران، انتشارات پیام، ۱۳۶۵.

5- Brotherhood J, Brozcuic B, Pugh LGC. "Haematological Status of Middle and Long Distance Runners" , *Clinical Science and Molecular Medicine* , 1975; 48:139-145.

6- Clement DB, Asmundson RC. "Nutritional Intake and Hematological Parameters in Endurance Runners", *Physician and Sportsmedicine*. 1982; 10(2): 37-43.

7- Davidson RJL, "March or Exertional Hemoglobinaria: . *Seminars in*

Hematology . 1969; 17:536-450.

8- Delanna R, Bares JR, Brouhal. "Changes in Osmotic Pressure and Ionic Concentration of Plasma During Musclar Work and Recovery". Journal of Applied Physiology. 1995; 1425: 804-808.

9- Frederickson LA, Puhl JL, Rungan WS. "Effects of Training on Indices of Iron Status of Young Female Cross Country Runners". Medicine and Science in Sports and Exercise . 1983 ; 15(4): 271-276.

10- Heyward, Virian . "Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription". Human Kinetics Publishing. 1991.

11- Miller BJ, Pate RR, Burgess LU. "Foot Impact Force and Intravascular Hemolysis During Distance Running". Internationa Journal of Sports Medicine . 1988; 9(1): 56-60.

12- Ocai FA, Marshall BE, Lchen PJ, Surgerman HJ, Miller LD . "Exercise with Anemia the Role of the Left Shifted or right Shifted Oxygen Homoglobin Equilibrium Curve". Annals of Internal Medicine . 1971; 74:44-46.

13- Puhl JL. Runyan WS . "Hematological Variations During Aerobic Training of College Women ". Research Quarterly . 1980; 5(3): 533-547.

14- Schwandt. HJ, Heyduck. B, Guna. HG, Rocker. L. "Influence of Prolonged Physical Exercise on the Erythropieten Concentration in Blood". Eur. Appl , Phsiology . 1991; 6(3):4636-4639.

15- Shephard Roy J. "Physiology and Biochemistry of Exercise by Praege Publishers U.S.A. 1982, P: 305-307.

16- Zbigiew Szygula . "Erythrocytic Sysrem Under the Influnce of Physical Exercise and Training". Sports Medicine. 1990; 1(3):187-197.