

اثر سه روز غیرمتوالی دو یک‌مایل بر متغیرهای خون‌شناسی و حداکثر اکسیژن مصرفی

دکتر عباس قنبری نیاکی^۱

(استادیار گروه تربیت بدنی دانشگاه تربیت مدرس)

سعید امیرنژاد^۲، معصومه السادات منانی^۳

(دانشجویان کارشناسی تربیت بدنی دانشگاه شمال)

دکتر جواد حکیمی

(متخصص علوم آزمایشگاهی)

۱- نویسنده مسئول

آدرس: مازندران، آمل، کیلومتر ۵ جاده هراز، ابتدای جاده امامزاده عبدا...، دانشگاه شمال، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی. کد پستی ۷۳۱ تلفن همراه: ۰۹۱۱۲۵۶۲۹۲

ghanbara@yahoo.com
ghanbari@modares.ac.ir

۲- آدرس: مازندران، آمل، خیابان امام رضا(ع)، ابتدا بلوار مطهری، تربیت ۴، روبروی استخر شنا.

کد پستی ۸۶۴۳۹-۴۶۱۴۸ تلفن: ۰۳۳۹۳۳۸-۰۱۲۱ همراه: ۰۹۱۱۳۲۰۱۶۹۷

saeed_amirnejad@yahoo.com

۳- آدرس: مازندران، بابل، میدان کشوری، سرداران ۲، کوچه اردیبهشت، پلاک ۱۰.

mahtab_glad_1362@yahoo.com

تلفن همراه: ۰۹۱۱۳۱۱۵۵۹۳

چکیده :

هدف: هدف از این تحقیق ارزیابی اثر دو یک‌ماییل در سه روز غیر متوالی بر حداکثر اکسیژن مصرفی، هموگلوبین، هماتوکریت و حجم پلاسمایی خون در دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی می‌باشد.

روش: آزمودنی‌های این تحقیق تعداد ۱۹ دانشجوی پسر رشته تربیت بدنی دانشگاه شمال که بصورت داوطلب و در دسترس با میانگین سنی (سال $22/3 \pm 1/1$)، وزن ($73/2 \pm 8/4$ کیلوگرم)، قد ($177 \pm 6/6$ سانتی متر) و شاخص توده بدنی ($23/28 \pm 1/75$ کیلوگرم بر مترمربع) انتخاب شدند و درآزمون دو یک‌ماییل در سه روز غیرمتوالی شرکت نمودند. تحقیق حاضر که بصورت نیمه تجربی است از آزمودنی‌ها برای اندازه‌گیری هموگلوبین، هماتوکریت و حجم پلاسمایی خون در دو نوبت قبل از شروع اولین مرحله دویدن و ۲۴ ساعت بعد از آخرین دو یک‌ماییل به میزان 1000 سی‌سی خون بصورت ناشتا از ورید بازویی آن‌ها گرفته شد. همچنین برای هر مرحله از دویدن ضربان قلب استراحت و تمرین و زمان آزمون برای محاسبه حداکثر اکسیژن مصرفی اندازه‌گیری گردید. جهت پردازش اطلاعات از برنامه آماری spss چاپ نهم و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری t-student همبسته در سطح $\alpha=0/05$ استفاده شده است.

نتایج: کاهش معنی داری در سطح هماتوکریت ($p=0/022$)، هموگلوبین ($p=0/019$)، حداکثر اکسیژن مصرفی ($p=0/01$) و افزایش معنی داری در حجم پلاسمای خون ($p=0/020$) مشاهده گردید.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که شرایط تحقیقی در این بررسی توانسته بطور مؤثر بر سطوح هموگلوبین، هماتوکریت، حداکثر اکسیژن مصرفی اثرگذارد و به افزایش حجم پلاسمای منجر گردد. کاهش حداکثر اکسیژن مصرفی از الگوی مشابه‌ای با کاهش هموگلوبین تبعیت می‌کند. با توجه به اهمیت هموگلوبین در انتقال اکسیژن و مواد پروتئینی در بازسازی هم آهن، به نظر می‌رسد کاهش هموگلوبین بدلیل مصرف ناکافی پروتئین و آهن باشد.

واژه های کلیدی: دویدن یک مایل، متغیرهای خون‌شناسی، حداکثر اکسیژن مصرفی، دانشجویان تربیت بدنی.

In the name of Allah

Effect of Three Nonconsecutive Days of one-Mile running on Selected Hematological Variables and VO_{2max} in Male Physical education Students

Abbass Ghanbari-Niaki¹, Saeed Amirnejad², Masoumeh-ALsadat Mannani², Javad Hakimi³

¹ Department of Physical Education and sports Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. ghanbara@yahoo.ca.

² Department of Physical Education and sports Sciences, Shomal University, Amol, Mazandaran Iran. Saeed_amirnejad@yahoo.com

³ Specialist in Lab Sciences Amol, Mazandaran, Iran

Abstract

It has been suggested that regular aerobic training is resulted to hematological and aerobic capacity changes. The purpose of this study was to investigate the effect of three nonconsecutive days (every other day) of one-mile running on selected hematological variables and VO_{2max} . Nineteen male physical education students (age 22.3 ± 1.1 years, 73.2 ± 8.4 in weight, 177 ± 6.6 cm in height, and 23.28 ± 1.75 kg/m²) volunteered to participate in the present study. Subjects were asked to perform three nonconsecutive days (every other day) of one-mile running. Blood samples were taken at pre and 24h after of last running. The subjects were overnight fast (at least 12h). Hemoglobin, Hematocrit, plasma volume, heart rate, and VO_{2max} were measured. Data were analyzed by using paired sample student T-test. Data were given as a Mean \pm SE. The differences were accepted at $\alpha \leq 0.05$. A significant decrease was observed in hemoglobin concentration, Hematocrit levels and VO_{2max} . However, plasma volume showed a significant increase the end of one-mile running program. The results showed an aerobic-exercise induced increase in plasma volume and also a Hemodilution phenomenon which could explain a declined hemoglobin concentration and Hematocrit levels in the present study conditions.

Key word: One-mile running, selected hematological variables, VO_{2max} , Physical education students.

مقدمه :

خون سومین بخش از دستگاه گردش است که از دو بخش پلاسما^۱ (به طور عمده آب) و عناصر سلولی تشکیل شده است. هماتوکریت^۲ به درصدی از کل حجم خون گفته می‌شود که گویچه‌های قرمز را در برمی‌گیرد. اکسیژن به طور عمده از طریق پیوند با هموگلوبین^۳ که از یک پروتئین (گلوبین) و یک رنگ دانه (هم) که آهنی با قابلیت اتصال به اکسیژن دارد، انتقال می‌یابد^{۱۱}. پاسخ خون به هر نوع فعالیت بدنی یکسان نیست. پاسخ‌های خونی یا هماتولوژی^۴ می‌تواند با عواملی چون نوع فعالیت، زمان، شدت، مدت و شرایط محیطی تأثیر پذیرد^{۱۰ و ۱۱}. مشاهدات بسیاری نشان داده است که تمرینات ورزشی موجب تغییر در ترکیبات خون می‌شوند. کلمنت^۵ و همکاران (۱۹۸۲) و فردریچسون^۶ و همکاران (۱۹۸۳) کاهش در سطوح هموگلوبین و هماتوکریت را بعد از تمرینات هوازی گزارش کردند^{۱۴ و ۲۰}. میلر^۷ و همکاران (۱۹۸۸) کاهش در غلظت هموگلوبین و هماتوکریت در خون را به دنبال تمرین‌های شدید ورزشی مشاهده نمودند^{۲۶}. در بررسی انجام شده توسط درسدروفر^۸ (۱۹۹۱) در دوندگان نشان می‌دهد که هموگلوبین بعد از ۱۰ روز شرکت در مسابقات دو به طور معنی‌داری کاهش داشته است^{۱۸}. فوجیتسوکا^۹ و همکاران (۲۰۰۵) کاهش معنی‌داری را در هموگلوبین بعد از ۱۲ هفته فعالیت سنگین بدنی مشاهده کردند^{۲۱}. کارکوک^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۵) نیز پس از یک تمرین ۹۰ دقیقه‌ای فوتبال، کاهش معنی‌داری در سطح هموگلوبین مشاهده نمودند^{۲۵}. همچنین نیک سرشت (۱۳۷۳) کاهش معنی‌داری در هموگلوبین و هماتوکریت بعد از پایان ۹۰ دقیقه بازی فوتبال گزارش کرد^۹. همت‌فر و همکاران (۱۳۷۸) کاهش معنی‌داری را بعد از یک دوره تمرین ۸ هفته‌ای هوازی با شدت ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در میزان هموگلوبین و هماتوکریت مشاهده نمودند^{۱۲}. همچنین رمضان‌پور (۱۳۸۰) در تحقیقی که بر روی دو گروه از مردان دانشجویی انجام داد به این نتیجه رسید که تمرینات منتخب هوازی به مدت ۸ هفته با ۷۰ تا ۹۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بصورت معنی‌داری موجب کاهش هماتوکریت شده است و هموگلوبین با توجه به کاهش، معنی‌دار نبود^۳. امیرساسان (۱۳۸۰) بعد از یک جلسه فعالیت شدید هوازی کاهش در هموگلوبین و هماتوکریت را بصورت معنی‌داری گزارش داد^{۱۱}. اما بروس‌هود^{۱۱} و همکاران (۱۹۷۵)، مور^{۱۲} و همکاران (۱۹۹۳) در گزارشات خود اظهار کرده‌اند که هیچ تفاوتی در غلظت هموگلوبین و هماتوکریت و تعداد گویچه‌های قرمز خون در افراد تمرین کرده و تمرین نکرده وجود ندارد^{۱۳ و ۲۷}. همچنین بررسی‌هایی که هوی‌جون^{۱۳} و همکاران (۲۰۰۴) انجام داده‌اند، مشاهده‌نموده‌اند که تغییرات در سطوح هموگلوبین و هماتوکریت بلافاصله بعد از یک مسابقه ۲۴ ساعته اولترا ماراتن^{۱۴} معنی‌دار نبوده است^{۲۴}. اما نتایج برخی از مطالعات نیز از افزایش عوامل هماتولوژیکال به دنبال فعالیت‌های بدنی حکایت

1-Plasma 2-Hematocrit 3-Hemoglobin 4-Hematology 5-Clement

6-Fredrichson 7-Miller 8-Dressendorfer 9-Fujitsuka 10-Karakoc

11-Brotherhood 12-Moore RJ 13-Huey-June Wu 14-Ultra-Marathon

دارد. بنا بر گزارش گری^۱ و همکاران (۱۹۹۳) یک جلسه تمرین متناوب شدید غلظت هموگلوبین را بلافاصله و یک ساعت بعد از آن بطور معناداری افزایش داد^{۲۲}. کوردوان مارتینز^۲ (۱۹۹۲) بعد از یک جلسه فعالیت بر روی دوچرخه ارگومتر در دانشجویان پسر افزایش معنی داری در هموگلوبین و هماتوکریت مشاهده نمود^{۱۵}. شوماخر^۳ و همکاران (۲۰۰۲) به این نتیجه رسیدند که هموگلوبین و هماتوکریت بعد از انجام فعالیت‌ها، بدون توجه به نوع فعالیت، افزایش می‌یابد^{۳۰}. گائینی (۱۳۸۰) نیز بعد از یک فعالیت ورزشی بیشینه افزایش معنی داری در هموگلوبین و هماتوکریت گزارش کرد^{۷}. همچنین در تحقیق که رواسی و همکاران (۱۳۸۲) طی هشت هفته دویدن ایتروال انجام دادند، هماتوکریت بصورت معنی داری افزایش داشت ولی در میزان هموگلوبین تفاوت معنی داری گزارش نگردید^{۴}.

در رابطه با اثر تمرینات ورزشی بلندمدت و هوازی به ویژه دویدن و دوندگان استقامتی بر متغیرهای پلاسمایی و هماتولوژی بالاخص حجم پلازما، هموگلوبین و هماتوکریت مطالعات گسترده‌ای به انجام رسید. در اکثر تحقیقات توافق کلی در خصوص افزایش حجم پلاسمایی در دوندگان و ورزشکاران استقامتی وجود دارد. با توجه به وجود حجم زیادی از گزارشات، تا کنون اثر دوکوتاه مسافت ۱۵۰۰متر و آزمون ۱۶۰۰متر، بر تغییرات اکسیژن مصرفی و متغیرهای خون‌شناسی مورد ارزیابی قرار نگرفته است. با توجه به نقش اکسیژن مصرفی بیشینه در کارایی بدن به هنگام فعالیت‌های هوازی که مستلزم هماهنگی دستگاه‌های تهویه‌ای، عصبی-عضلانی و به ویژه دستگاه گردش خون و عوامل آن مخصوصاً هموگلوبین و هماتوکریت می‌باشد، تحقیق حاضر طراحی گردید تا اثر آزمون دو کوتاه مسافت یک مایل به عنوان یک الگوی تمرینی در سه روز غیرمتوالی (یک روز در میان) بر متغیرهای خون‌شناسی و اکسیژن مصرفی بیشینه را در دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی مورد ارزیابی قرار دهد.

روش شناسی:

آزمودنی ها: ۱۹ دانشجوی پسر رشته تربیت‌بدنی دانشگاه شمال (با میانگین سنی «سال ۲۳/۲۸±۱/۷۵»، وزن «۷۳/۲±۸/۴ کیلوگرم»، قد «۱۷۷±۶/۶ سانتی‌متر» و شاخص توده بدنی^۴ «۲۳/۲۸±۱/۷۵» کیلوگرم بر مترمربع) پس از فراخوان شرکت و اطلاع از جزئیات برنامه تمرینی به صورت داوطلب در این تحقیق شرکت نمودند.

دستورالعمل تمرینی: از آزمودنی خواسته شد که برنامه تمرینی دو یک مایل غیرمتوالی (یک روز در میان) را به صورت یکنواخت و بطوری که آهنگ گام‌های خود را حفظ کرده و تلاش نمایند تا در کمترین زمان ممکن، مسافت آزمون را بپیمایند. همچنین به افراد توصیه شد تا ۴۸ ساعت قبل از شروع اولین مرحله آزمون و تا مرحله آزمون‌های دیگر از هر گونه فعالیت سنگین اجتناب ورزند (مدت زمان بین هر مرحله از آزمون ۴۸ ساعت بود). برای هر مرحله از دویدن ضربان قلب استراحت، در حالت نشسته به مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه قبل از شروع آزمون و همچنین ضربان قلب تمرین بلافاصله بعد از پایان آزمون، توسط دستگاه ضربان سنج سینه‌ای (نوع Phase طراحی آلمان)، اندازه‌گیری و ثبت گردید. زمان هر آزمون

1- Gary AB 2- Cordovan Martinez 3- Schumacher 4-Body Mass Index

توسط کرنومتر Q&Q مدل Hs44 ساخت ژاپن برای محاسبه حداکثر اکسیژن مصرفی یادداشت و نیز وزن در هر مرحله به وسیله ترازوی دیجیتالی Beurer مدل Pso۶n۴۲ و قد آزمودنی‌ها بوسیله دیوار مندرج اندازه‌گیری گردید. ضمناً تحقیق در اواسط ماه اردیبهشت با حرارت ۲۲ درجه سانتیگراد و با رطوبت نسبی در پیست دوومیدانی دانشگاه شمال اجرا گردید (آزمودنی‌ها پوشش بسیار نازکی بر تن داشتند). برای محاسبه VO2max از معادله آزمون دویدن یک مایل (راکپورت) استفاده شد {۶}:

$$\text{VO2max(ml/kg/min)} = ۱۰۰/۵ - ۰/۱۶۳۶ (\text{وزن بدن بر حسب کیلوگرم}) - ۱/۴۳۸ (\text{زمان آزمون بر حسب دقیقه}) + ۸/۳۴۴ (\text{جنس}) - ۰/۱۹۲۸ (\text{ضربان قلب پایانی آزمون بر حسب ضربه در دقیقه})$$

برای آزمودنی‌های مرد عدد یک و برای آزمودنی‌های زن عدد صفر در نظر گرفته می‌شود {۶}.

نمونه خونی: از افراد مقدار ۱۰ سی‌سی خون از ورید بازویی در دو نوبت، یک روز قبل از شروع اولین مرحله آزمون و ۲۴ ساعت پس از آخرین دو یک مایل جهت تعیین سطوح هموگلوبین و هماتوکریت گرفته شد. نمونه خونی آزمودنی‌ها که ۱۲ ساعت ناشتا در هر مرحله خونگیری بودند در آزمایشگاه بوسیله دستگاه خودکار هماتولوژی آنالایزر (Sysmex(Kx-21) اندازه‌گیری گردید. علاوه بر آن حجم پلاسمای خون^۱ (Pv) با استفاده از معادله دیل-کاستیل^۲، محاسبه گردید {۱۷}:

$$Pv_b = (1 - HCT_b / 100) \times 100$$

$$BV_b = 100 \text{ ml}$$

$$BV_a = BV_b \times (HGB_b / HGB_a)$$

$$RCV_a = BV_a \times HCT_a$$

$$PV_a = BV_a - RCV_a$$

در این فرمول، BV^۳: حجم خون، RCV^۴: حجم گویچه قرمز، a: پس از تمرین، b: پیش از تمرین، مدنظرمی باشد {۱۷}.

روش آماری: تحقیق حاضر که بصورت نیمه تجربی و بدون گروه کنترل اجرا گردید، برای پردازش اطلاعات از نرم افزاری آماری^۵ SPSS(9) استفاده شده است. از روش‌های آماری توصیفی (میانگین ± انحراف و خطای استاندارد) و جهت مقایسه اختلاف میانگین‌ها آزمون T-Student همبسته بکار گرفته شد و اختلاف در سطح $\alpha = ۰/۰۵$ پذیرفته است.

نتایج تحقیق:

مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول شماره (۱) درج شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها آماری نشان می‌دهد که حجم پلاسمایی بطور معنی‌داری افزایش یافته ($p = ۰/۰۲۰$) و سطوح هموگلوبین ($p = ۰/۰۱۹$) هماتوکریت ($p = ۰/۰۲۲$) برخلاف حجم پلاسمایی بطور معنی‌داری کاهش نشان داد (جدول ۲). حداکثر اکسیژن مصرفی الگوی کاهشی مشابهی را با هموگلوبین و هماتوکریت به صورت

1- Plasma Volume 2- Dill & Costill 3- Blood Volume 4- Red Cell Volume
5- Statistical Package for Social Science

معنی داری نشان داد ($p=0/01$). افزایش معنی داری در ضربان قلب بیشینه در پایان آخرین مرحله دو یک مایل مشاهده و ثبت گردید. در ضربان قلب استراحت اندکی کاهش مشاهده شد که از حیث آماری معنی دار نبود (نمودار ۱).

بحث:

نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن است که غلظت هموگلوبین به میزان $3/93$ درصد، مقدار هماتوکریت $3/47$ درصد و حداکثر اکسیژن مصرفی نیز $2/09$ درصد کاهش معنی داری را نشان می دهد. یافته های تحقیق حاضر در کاهش میزان هموگلوبین و هماتوکریت با نتایج پال و راینال^(۱) (۱۹۸۰)، کلمنت و همکاران (۱۹۸۲) فردریچسون (۱۹۸۳) دیویدسون و روبرتسون^(۲) (۱۹۸۷)، لیندمن^(۳) و همکاران (۱۹۸۷)، میلر و همکاران (۱۹۸۸)، لهمان^(۴) (۱۹۹۱)، راجارم و همکاران^(۵) (۱۹۹۵)، درسنروفر (۱۹۹۱) فوجیتسوکا و همکاران (۲۰۰۵) کاراکوک و همکاران (۲۰۰۵)، نیک سرشت^(۶) (۱۳۷۲)، همت فر و همکاران (۱۳۷۸) رمضان پور (۱۳۸۰) امیر ساسان (۱۳۸۰) همخوانی دارد {۲۹ و ۲۸ و ۲۶ و ۲۵ و ۲۱ و ۲۰ و ۱۸ و ۱۶ و ۱۴ و ۱۲ و ۹ و ۳}.

کاهش غلظت هموگلوبین و هماتوکریت در این گونه تمرینات اتفاقی و تصادفی به نظر نمی رسد، بلکه این موضوع با تغییرات مفید و قابل تطابقی با این شرایط همراه است که به موجب آن ۱۲ تا ۲۰ درصد به حجم پلاسما خون افزوده می شود. این حالت موجب رقیق شدن خون (همودایلشن^(۷)) می گردد و ویژگی های حرکتی خون را بهبود خواهد بخشید^(۸). شاید بتوان کاهش هماتوکریت را به افزایش حجم خون نسبت داد^(۹). در تحقیقی میزان هموگلوبین در یک دوندۀ استقامت کاملاً ورزیده $14/3$ گرم در دسی لیتر گزارش شد. اگرچه این کاهش موقتی است ولی در حقیقت حجم کل هموگلوبین در اثر فعالیت در دوندگان افزایش میابد ولی چون حجم پلاسما هم افزایش می یابد لذا در هر واحد خون شاهد کاهش هموگلوبین خواهیم بود^(۱۰). در بررسی تأثیر فعالیت های بدنی بر شاخص های خونی، سه عامل مهم پاتولوژیک مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد:

۱- اختلال در روند تولید گلبول قرمز ۲- کاهش خون ۳- تخریب (همولیز^(۱۱)) گلبول های قرمز خون و عدم موازنه با روند سنتز آنها توسط مغز قرمز استخوان^(۱۲). افزایش پلاسما خون، تخریب در خلال فعالیت های ورزشی بخصوص دویدن، خونریزی سیستم گوارشی کلیوی و اختلال در روند ترشح هورمون اریتروپویتین^(۱۳) و کاهش تعداد تعداد گلبول قرمز، از عوامل کم خونی^(۱۴) (آنمی) ورزشکاران محسوب می شود^(۱۵). تخریب گلبول قرمز و هموگلوبین به ترومای هموگلوبین معروف است که احتمالاً عوامل زیر به روند تخریب آن سرعت می بخشند: ۱- عمر گلبول قرمز ۲- فشار فیزیکی و بدنی ۳- تغییر شکل گلبول قرمز ۴- غلظت گلبول قرمز ۵- افزایش درجه حرارت ۶- هیپوگلیسمی یا کاهش قند خون^(۱۶). در برخی از مطالعات که بر روی ورزشکارانی که تمرینات منظم و مداوم ورزشی داشته اند، انجام گردید تغییراتی در میزان عامل های خون شناسی (هماتولوژیک) گزارش نشده است.

1- Puhl JL, Runyan WS 2- Davidson RJL, Robertson JD 3- Lindman 4- Lehman

6- Rajaram S 5- Hemodilution 7- Hemolysis 8- Erythropieten 9- Anemia

نای لین^۱ در تحقیق خود به این نتیجه رسید که فعالیت شدید بدنی موجب تغییر در گلبول قرمز نمی‌شود^{۳۳}. همچنین بروس هود و همکاران (۱۹۷۵)، موروهکاران (۱۹۹۳)، هوی جون و همکاران (۲۰۰۴) هیچ‌گونه تغییرات معنی‌داری را در غلظت عوامل خونی بعد از تمرین گزارش نکرده‌اند که ممکن است ناشی از پدیده سازگاری و تطابق خونی در این گروه‌ها باشد^{۲۷و۲۴و۱۳}. وان بیومن^۲ (۱۹۷۳)، یوشیمیرا^۳ و همکاران (۱۹۸۰)، شفارد^۴ (۱۹۸۲)، کوردوان مارتینز (۱۹۹۲)، گری و همکاران (۱۹۹۳)، شوانت^۵ و همکاران (۱۹۹۴)، شوماخر و همکاران (۲۰۰۲) گائینی (۱۳۸۰) ورواسی (۱۳۸۳) افزایش هموگلوبین و هماتوکریت را بعد از تمرین‌های مختلف بدنی گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارند^{۳۳و۳۲و۳۱و۳۰و۲۶و۱۷و۱۶}. آنها کاهش حجم پلازما و دهیدراسیون را عامل افزایش هموگلوبین و هماتوکریت که به افزایش غلظت و چگالی خون^۶ می‌شود، معرفی کردند. علل این تغییر را می‌توان به افزایش فشار هیدرواستاتیک و کاهش فشار اسمزی^۷ نسبت داد و به دلیل تغییرات فشاری که ذکر شد، بخشی از مایع خارجی سلولی به درون فضای میان بافتی هدایت شده و از حجم پلازما کاسته است که در نتیجه این عاملی برای افزایش غلظت هموگلوبین و هماتوکریت خواهد بود^{۲}.

بر اساس یافته‌های تحقیق حجم پلاسمایی ۶/۸۹ درصد افزایش نشان داد. استراند و سالتین^۸ در پژوهشی به میزان ۱۱ درصد افزایش در حجم پلازما را پس از یک مسابقه اسکی ۸۵ کیلومتری گزارش کرده‌اند^{۸}. همچنین در تحقیقی معلوم شده است که حجم پلازما پس از گذشت ۳ روز از یک دو ماراتن که در آن تغییرات حجم پلازما از طریق اندازه‌گیری هماتوکریت و تغییرات غلظت هموگلوبین مورد محاسبه قرار گرفته است، افزایش نشان داده است^{۸}. شوماخر و همکاران (۲۰۰۲) افزایش حجم پلازما را بعد از تمرینات طولانی مدت دوچرخه‌سواری را گزارش نمودند^{۳۰} که با نتایج تحقیق حاضر از نظر افزایش در حجم پلازما همخوانی دارد. عواملی که در افزایش حجم پلازما مؤثرند می‌توان به شدت تمرینات، زمان تمرین، تکرار تمرینات و سطح آمادگی افراد، را نام برد. شدت تمرینات ورزشی احتمالاً محرک اصلی افزایش حجم پلاسمای خون ناشی از تمرینات می‌باشد. افزایش در حجم پلازما عمدتاً بوسیله دو مکانیزم رخ می‌دهد. اولاً تمرین و ورزش سبب افزایش ترشح هورمون ضد اداری^۹ (ADH) و آلدوسترون^{۱۰} می‌شود که این مکانیزم موجب احتباس آب توسط کلیه‌ها می‌گردد که در نتیجه پلاسمای خون افزایش می‌یابد. ثانیاً تمرینات ورزشی مقدار پروتئین پلازما بویژه آلبومین را افزایش می‌دهد و هرگاه غلظت پروتئین پلازما زیاد گردد فشار اسمزی هم افزایش می‌یابد و باعث بالا رفتن اتصال مولکول‌های آب به آن‌ها در اواخر دوره بازیافت شده و در نتیجه مایع بیشتری در خون می‌ماند که این دو مکانیزم با همکاری یکدیگر پلاسمای خون را افزایش می‌دهند^{۱۱}. درباره اینکه آیا افزایش حجم پلازما تأثیری بر حداکثر اکسیژن مصرفی (VO₂max) دارد یا خیر، نقطه نظرات متفاوتی مطرح شده است. کانورتینو^{۱۱} و همکاران (۱۹۸۳) مشاهده نمودند که بعد از ۸ روز تمرینات استقامتی حجم پلازما تا ۱۲/۲ درصد افزایش

1-Nyleen 2-Van Beaument 3-Yoshimura 4- Shefard Roy J 5- Schwandt HJ 6- Viscosity
7-Osmotic 8-Astrand, Saltin 9-Antidiuretic Hormone 10-Aldosterone 11-Convertino

یافته، حداکثر اکسیژن مصرفی تا ۸ درصد زیاد شده است^{۸}. همچنین گرین و همکاران (۱۹۸۷) در یک برنامه تمرینی که ۴ روز به درازا انجامید حجم پلاسما ۲۰/۳ درصد افزایش یافت ولی افزایش در حداکثر اکسیژن مصرفی گزارش نشده است^{۸}. نتایج پولاک (۱۹۸۷)، استراند (۱۹۸۹)، همت فر (۱۳۷۸) رمضان پور (۱۳۸۰) که افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی را گزارش نمودند، با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد^{۳۱۲}. بنابراین افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی که توسط دیگر محققان بدست آمده، به خودی خود نمی‌تواند دلیل افزایش حجم پلاسما باشد بلکه مانند برخی دیگر از سازگاری‌های ناشی از تمرین عمل مستقلی می‌باشد. به عبارت دیگر چنین به نظر می‌رسد که بین افزایش حجم پلاسما و رقیق شدن خون از طرف دیگر تفاوت‌هایی وجود دارد^{۸۱۱}. افزایش حجم پلاسما با کاهش غلظت هموگلوبین و درصد هماتوکریت منجر به کم‌خونی یا آنمی می‌شود که موجب کاهش ظرفیت حمل اکسیژن خون سرخرگی می‌گردد. این کاهش می‌تواند اکسیژن در دسترس عضلات و همچنین استفاده عضلات از اکسیژن را جداً به خطر بیندازد^{۸۱۱}. به دلیل افزایش حجم پلاسما و کاهش هموگلوبین و هماتوکریت گرانروی خون کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد کاهش گرانروی در برخی از موارد مفید است، زیرا خون به علت سهولت جریان در عروق وظیفه انتقال خود را بخوبی انجام می‌دهد. ولی کاهش گرانروی در اغلب اوقات در نتیجه کاهش مقدار گویچه‌های خون است که در بیماری کم‌خونی مشاهده می‌گردد. تحت این شرایط خون براحتی جریان می‌یابد ولی چون حاوی حامل‌های کمتری است، انتقال اکسیژن کاهش می‌یابد^{۱۱} که می‌تواند یکی از دلایل کاهش حداکثر اکسیژن مصرفی در تحقیق حاضر باشد. در این مطالعه برای جبران کمبود اکسیژن به بافتها درگیر، تعداد ضربان قلب تمرین ۶/۹۲ درصد (۱۲ ضربه در دقیقه) افزایش معنی‌داری داشت، که این میزان افزایش در تواتر قلبی طبق فرمول حداکثر اکسیژن مصرفی در معادله راکپورت که رابطه عکس با میزان اکسیژن مصرفی بیشینه دارد باعث کاهش حداکثر اکسیژن مصرفی گردیده است و این گونه می‌توان بیان نمود که با کاهش هموگلوبین و هماتوکریت و افزایش حجم پلاسما که موجب کاهش در غلظت و سبب رقیق شدن خون گردیده است حامل‌های کمتری برای انتقال اکسیژن در خون وجود خواهد داشت، به همین دلیل برای جبران کمبود اکسیژن بافت‌ها، ناگزیر باید تعداد ضربان قلب افزایش یابد تا باعث بهبود در روند خون‌رسانی گردد و دلیل دیگر برای افزایش تعداد ضربان قلب را می‌توان این طور بیان نمود که ممکن است بهبودی در عملکرد و افزایش تحمل آزمودنی‌ها نسبت به قبل ایجاد شده باشد.

با توجه به این که بعضی از پژوهش‌های انجام شده در مورد نتایج بدست آمده با تحقیق حاضر همسویی دارند اما اختلافاتی را با یکدیگر و همچنین با این مطالعه دارند که می‌توان دلایل اختلاف نتایج بدست آمده در گزارشات تحقیقی را با عوامل نظیر حجم نمونه، سطح آمادگی افراد (ورزشکار حرفه‌ای، ورزشکار آماتور، غیر ورزشکار)، نوع فعالیت، شدت تمرین، مدت انجام فعالیت و... توجیه نمود.

شواهد بدست آمده نشان می‌دهد که شرایط تحقیقی حاضر موجب کاهش در هموگلوبین و هماتوکریت گردید و علیرغم افزایش در حجم پلاسما که با کاهش هموگلوبین و هماتوکریت همراه بود، میزان اکسیژن مصرفی بیشینه کاهش نشان داد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاهش اکسیژن مصرفی

بیشینه با الگوی مشابهی از کاهش هموگلوبین تبعیت می‌کند. با توجه به اهمیت هموگلوبین در انتقال اکسیژن و مواد پروتئینی در بازسازی هم آهن، به نظر می‌رسد کاهش هموگلوبین بدلیل مصرف ناکافی پروتئین و آهن باشد. بنابراین توصیه می‌شود که دانشجویان رشته تربیت بدنی جهت بهره‌مندی از حداکثر اکسیژن مصرفی بالا به استراحت و تغذیه کافی مبادرت ورزند.

قدردانی و سپاس:

بدینوسیله از زحمات استاد ارجمند جناب آقای دکتر سید عماد حسینی و همچنین دکتر حمید امیرنژاد و جناب آقای سید مرتضی طیبی بدلیل راهنمایی‌های بی‌دریغشان در تمام مراحل تحقیق سپاسگذاری می‌نمایم.

منابع:

- ۱- امیر ساسان، رامین. ساری صراف، وحید. (۱۳۸۰)، بررسی تاثیر شدید هوازی بر روی شاخص‌های گلوبول قرمز مردان ورزشکار. حرکت (۹) ص ۸۹-۹۹
- ۲- رحمانی نیا، فرهاد. دمیرچی، ارسلان. (۱۳۸۴)، مقایسه اثر دو نوع فعالیت بدنی بر سطوح آهن سرم فریتین گیرنده ترانسفرین در زنان ورزشکار. المپیک (۱۳) ۲ پ ۳۰ ص ۲۳-۳۱
- ۳- رمضان پور، محمدرضا. (۱۳۸۰)، تاثیر یک برنامه تمرینی منتخب بر آمادگی هوازی مقایسه آن در دو گروه از مردان دانشگاهی. المپیک (۹) ۳ و ۴ پ ۲۰ ص ۵۳-۶۴
- ۴- رواسی، علی اصغر. گائینی، عباس. (۱۳۸۳)، تاثیر تمرینات هیپوکسی اینتروال بر هموگلوبین هماتوکریت و سلول‌های قرمز خون در هنر جوانان پسر تربیت بدنی، حرکت (۲۲)، ص ۱۳۵-۱۲۱
- ۵- قنبری، احمد علی. رحمانی نیا، فرهاد. (۱۳۷۸)، مقایسه تمرینات منتخب هوازی بر میزان هموگلوبین، هماتوکریت و فریتین زنان ورزشکار و غیر ورزشکار. المپیک (۷) ۳ و ۴ پ ۱۴ ص ۹۳-۱۰۴
- ۶- کردی، محمد رضا. سیاهکویان، معرفت و همکاران. (۱۳۸۳)، آزمون‌های کاربردی آمادگی قلبی-تنفسی. یزدانی، تهران.
- ۷- گائینی، عباس. (۱۳۸۰)، بررسی تاثیر یک فعالیت بیشینه بر پاسخ عوامل هماتولوژیکال نوجوانان ورزشکار و غیر ورزشکار. المپیک (۹) ۳ و ۴ ص ۳۱-۲۳
- ۸- گائینی عباس. (۱۳۷۸)، تغییرات هورمونی و حجم پلاسما پس از تمرینات استقامتی. حرکت (۱) ۵۶-۳۹
- ۹- نیک سرشت، اصغر. نیکبخت، حجت‌الله. (۱۳۷۲)، بررسی تغییر ترکیبات خون در جریان ۹۰ دقیقه بازی فوتبال، مجموعه خلاصه پایان نامه‌های علوم ورزشی و تربیت بدنی.
- ۱۰- ویدمن، گریسهایمر، فیزیولوژی انسان. (۱۳۸۱)، مترجمان: فرخ شادان، ابولحسن حکیمیان. چاپ دهم، تهران.

- ۱۱- ویلمور، جک اچ. کاستیل، دیوید ال. (۱۳۸۴)، فیزیولوژی ورزشی و فعالیت بدنی، ترجمه معینی، ضیاء. رحمانی نیا، فرهاد. رجبی، حمید و همکاران، چاپ چهارم، انتشارات مبتکران، تهران جلد اول.
- ۱۲- همت فر، احمد، نیکبخت، حجت الله. (۱۳۷۸)، تاثیر یک برنامه تمرین استقامتی بر عوامل خونی منتخب و اکسیژن مصرفی بیشینه. المپیک (۱۴) ۴ و ص ۲۳-۱۱

- 13-Brotherhood J, Bronsouic B, pugl LGC. (1975), Hematological status of middle and long distance runner. *Clinical Science and Molecular Medicine* 48:139-145
- 14-Clement DB, Asmundson RC (1982), Nutritional intake and hematological parameters in endurance runners. *Physician and sports medicine* 10(2):37-43.
- 15- Cordovan Martinez A, Escanero JF. (1992), Iron transferrin and haptoglobin levels after a single bout of exercise in men. *Physiol Behav.* Apr, 51(4):716-22
- 16-Davidson RJL, Robertson JD, Galea G, Maughan RJ.(1987), Hematological changes associated with marathon running. *International Journal of Sports Medicine* 8:17-25.
- 17-Dill BD, Costill DL. (1974), Calculation of percentage changes in Volume of blood, plasma, and red cell in dehydration. *J of Appl Pysiol*, 37, 247-248.
- 18-Dressendorfer RH. (1991), Development of runner anemia during a 20day road race effects of iron supplements. *International Journal of Sports Medicine* .12(3):332-336
- 19-Fry RW. (1992), Biochemical response to over load training in endurance sports. *Eur.J.Appl Physiology*. 64(4); 335-344.
- 20-Fredrichson LA, Puhl JL, Ungan WS (1983), effects of training on indices of iron status of young female. *Med & Science in Sport and Exe*. 15(4):271-276
- 21-Fujitsuka Satoshi, et al. effect of 12 week of strenuous physical training on haemorheological change. *Malitari Medicine*, 170. 7:590. 2005
- 22-Gary AB, et al. The effect of intense interval exercise on iron status parameters in trained men ;*Med.Sci.Ssport .Exerc*.25 (7):778-782.1993
- 23-Green HJ, Sutton JR, Coates G, et al. Response of red cell and plasma volume to prolonged training in humans. *J Appl Physiol* 1991; 70: 1810-5
- 24-Huey-June Wu, et al. Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. *World J Gastroenterology* 2004 15; 10(18):2711-2714.
- 25-Karakoc Y, et al. Effect of training period on haemorheological variables in regularly trained footballers. *Br J Sports Med* 2005; 39:e4.
- 26-Miller J, Paterr, burgess LU. Foot impact force and inter vascular hemolysis during distance running. *International journal of sports med* .1988;9(1):56-60
- 27- Moore RJ, et al. Maintenance of iron status in healthy men during an extended period of stress and physical activity.*Am.J.clin. Nutr*.1993, 58(6).923-927
- 28-Puhl JL, Runyan WS. Hematological variation during aerobic of college woman . *Research quarter*. 1980; 5(3):533-546
- 29-Rajaram S, Weaver CM, Lyle RM, Sedlock DA, Martin B, Templin TJ, Beard JL, Percival SS. Effects of long-term moderate exercise on iron status in young women *Med Sci Sports Exerc*. 1995 Aug; 27(8):1105-10
- 30-Schumacher YO, et al Effect of exercise on soluble transferrin receptor and other variables of the iron status. *BRJ sport med* 2002, 36:165-200
- 31-Schwandt MJ, et al Influence of prolonged physical exercise on the erythropieter concentration in blood .*Eur.Appl physiology* .1991; 6(3):4636-39
- 32-Shefard Roy J."Physiology and biochemistry of exercise Praege publishers U.S.A.1982, 305-7
- 33-Zbigiew Szygula (1990), Erythrocyte system under the influence of physical exercise and training. *Sports Medicine* 1(3):181-197.

نمودار و جداول:

جدول (۱): میانگین \pm انحراف استاندارد مشخصه های فردی

شخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	سن (سال)	تعداد
۲۳/۲۸+۱/۷۵	۷۳/۲۱+۹/۴۴	۱۷۷+۶/۶۸	۲۲/۳۲+۱/۱۱	۱۹

جدول (۲): میانگین \pm خطای استاندارد متغیرهای خونی

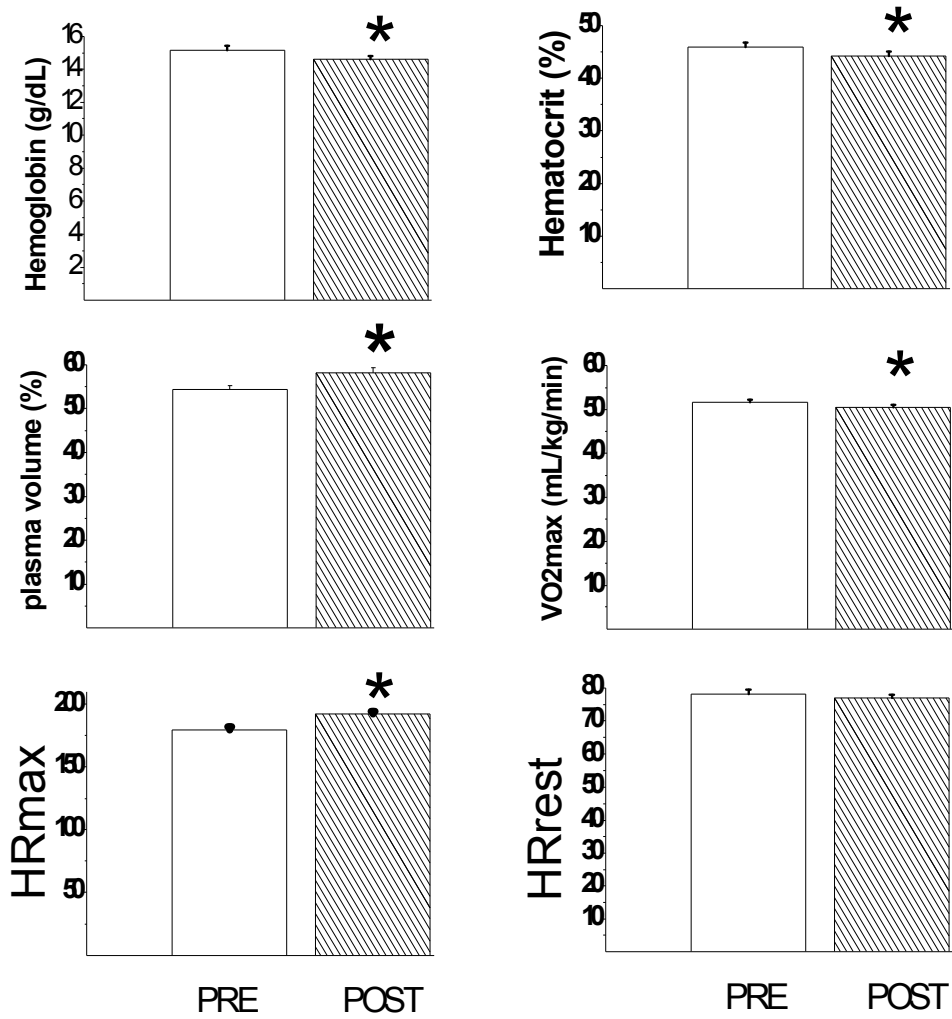
متغیرهای بیوشیمیایی	پیش آزمون	پس آزمون	ارزش P	وضعیت معنی داری
هموگلوبین (گرم بر لیتر)	۱۵/۱۴+۰/۲۹	۱۴/۵۹+۰/۲۳	۰/۰۱۹	↓*
هماتوکریت (درصد)	۴۵/۷۵+۰/۸۸	۴۴/۱۶+۰/۷۲	۰/۰۲۲	↓*
حجم پلاسما (درصد)	۵۴/۲۷+۰/۸۸	۵۸/۰۱+۱/۲	۰/۰۲۰	↑*

*- معنی داری در سطح $\alpha = 0.05$

جدول (۳): میانگین و خطای استاندارد متغیرهای قلبی - تنفسی

شاخص قلبی عروقی	پیش آزمون	پس آزمون	ارزش P	وضعیت معنی داری
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر با ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)	۵۱/۵۳+۰/۶۷	۵۰/۴۵+۰/۶	۰/۰۱	↓*
حداکثر ضربان قلب	۱۷۹/۴۷+۲/۶۲	۱۹۱/۹+۲/۰۹	۰/۰۱	↑*
ضربان قلب استراحتی	۷۸/۱۱+۱/۲۴	۷۶/۹۵+۰/۹۲	۰/۴۵	↓

*- معنی داری در سطح $\alpha = 0.05$



نمودار (۱): تغییرات (میانگین ± خطای استاندارد) متغیرهای خونی و قلبی - تنفسی
 * p<0.05