

تأثیر شش هفته برنامه ورزشی هوازی بر عوامل هماتولوژیک دختران نوجوان

دکتر محمد علی سمواتی شریف^{۱*}، اکرم رجبی^۲، حجت‌الله سیاوشی^۳

۱. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۳. دانشجوی دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، پژوهشگاه طب ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۷

خلاصه

مقدمه: قاعدگی باعث خونریزی و ایجاد کم‌خونی می‌شود، در صورتی که تمرینات استقامتی موجب اریتروپویزیس و تحریک خونسازی می‌گردند، بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر شش هفته تمرینات ورزشی هوازی بر عوامل هماتولوژیکی دختران نوجوان انجام شد.

روش کار: این مطالعه نیمه تجربی در سال ۱۳۹۳ بر روی ۲۰ دختر ۱۲-۱۱ ساله شهرستان همدان انجام شد. افراد به طور تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل وارد مطالعه شدند. گروه تجربی به مدت شش هفته و سه جلسه در هفته تمرینات ورزشی هوازی را انجام دادند. گروه کنترل فعالیت‌های روزمره‌شان را انجام می‌دادند. شمارش کامل سلول‌های خونی (CBC)، با استفاده از نمونه‌های خونی) و اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_{2max})؛ با استفاده از آزمون ۱۶۰۰ متر دویدن و پیاده‌روی) قبل و پس از برنامه ورزشی، در هر دو گروه اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) و آزمون‌های تی همبسته، تی مستقل، کولموگروف اسمیرنوف و آزمون شاپیرو-ویلک انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: اکسیژن مصرفی بیشینه پس از دوره تمرینی در گروه تجربی افزایش یافت ($p=0/018$). مقادیر RBC، HGB و HCT در هر دو گروه به‌طور معناداری افزایش یافت ($p<0/05$). گذشته از این، مقادیر MCH و MCHC پس از ورزش در گروه کنترل کاهش یافت ($p<0/05$). مقدار WBC افزایش معنادار ($p=0/01$) و مقدار MCHC کاهش معناداری ($p<0/05$) را به ترتیب در گروه‌های کنترل و تجربی نشان داد. با این وجود، در مقایسه برون‌گروهی تنها متغیر VO_{2max} از نظر آماری معنادار بود ($p=0/033$)، تغییر معنادار دیگری در دیگر متغیرهای هماتولوژیکی (MCV و PLT) در دو گروه وجود نداشت ($p>0/05$).

نتیجه‌گیری: شش هفته تمرین هوازی اثر معناداری بر VO_{2max} شرکت‌کنندگان دارد؛ بدون این که تغییر معناداری را در دیگر عوامل هماتولوژیکی خون ایجاد کند.

کلمات کلیدی: بلوغ، زنان، فعالیت، کم‌خونی، نوجوان

* نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر محمد علی سمواتی شریف؛ دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. تلفن: ۰۸۱-۳۸۳۸۱۴۲۳؛ پست الکترونیک: m-samavati@basu.ac.ir

مقدمه

همه سلول‌های بدن برای تنفس و تولید درازمدت انرژی به اکسیژن نیاز دارند که این پدیده توسط خون یعنی مایعی که توسط عروق در سرتاسر بدن جریان دارد تأمین می‌شود. خون ترکیب متفاوتی از سلول‌های خونی می‌باشد که مهم‌ترین و بیش‌ترین بخش آن گلبول‌های قرمز خون می‌باشد و خود گلبول‌های قرمز نیز از ترکیبی به نام هموگلوبین ساخته شده‌اند؛ بنابراین، تغییر در نسبت و درصد هموگلوبین و گلبول‌های خون می‌تواند در انتقال اکسیژن توسط خون اثرگذار باشد. یکی دیگر از عواملی که می‌تواند در پتانسیل انتقال اکسیژن توسط خون اختلال ایجاد کند میزان ویسکوزیته یا سختی خون می‌باشد که این شاخصه نیز توسط درصد هماتوکریت به پلاسما مشخص می‌شود؛ به عبارت بهتر، هر چه قدر میزان بخش سلولی خون کمتر و بخش مایع خون بیشتر باشد، حرکت و جریان یافتن خون در میان عروق راحت‌تر و سریع‌تر می‌باشد (۱).

اواخر دوران کودکی و اوایل نوجوانی به عنوان مرحله‌ای از دوران زندگی، یک زمان حساس در اجرای یک برنامه ورزشی مانند ایجاد عادات ورزشی خوب در اوایل زندگی است که پیش‌بینی‌کننده مهمی از الگوی فعالیت‌های مستمر در بزرگسالی است (۲)؛ و از این دیدگاه، باید کودکان و نوجوانان را به شرکت در فعالیت‌های ورزشی در گذر به دوران بزرگسالی تشویق کرد. یکی از ورزش‌های ایمن و مطلوبی که به راحتی در همه جا قابل اجرا بوده و نیاز به وسایل و امکانات ویژه‌ای ندارد تمریناتی استقامتی و هوازی همچون دویدن و پیاده‌روی می‌باشد، این نوع برنامه‌های ورزشی می‌تواند برای نوجوانان یک فعالیت اجتماعی قابل‌قبول باشد و نیز ممکن است که برای آنان گزینه‌ای تفریحی تلقی شود (۳).

شماری از مطالعات گذشته، تغییرات سلول‌های قرمز خونی را احتمالاً ناشی از برنامه‌های ورزشی استقامتی گزارش نموده‌اند (۴). با این وجود، نتایج این مطالعات با توجه به ناهمگنی جامعه مورد پژوهش (ورزشکاران تمرین کرده یا تمرین نکرده) و مکان انجام مطالعه (سطح دریا یا در ارتفاعات)، اغلب بحث‌برانگیز و مورد

کنکاش می‌باشد. همچنین، برخی از این بررسی‌ها از لحاظ جنسیت ناهمگون بودند و برخی دیگر نیز تغییرات هماتولوژیکی را در دوندگان ماراتون مورد مطالعه قرار داده بودند (۵، ۶). همچنین تغییرات میانگین حجم سلولی (MCV)، میانگین هموگلوبین سلولی (MCH) و میانگین غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC) که از عوامل خونی مهم در تشخیص برخی از اختلالات خونی می‌باشند، در بررسی‌های محققان کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

یکی از پیامدهای بلوغ در دختران خونریزی قاعدگی می‌باشد، که باعث از دست رفتن بخشی از خون می‌شود. این مسئله نیز بر عمل سیستم گردش خون و ظرفیت انتقال اکسیژن توسط این دستگاه تأثیرگذار است که ممکن است کم‌خونی‌های ناشی از آن موجب افزایش خستگی و افت عملکرد شود (۷). از طرفی در طی بلوغ تغییراتی هورمونی به‌ویژه هورمون‌های جنسی نیز حاصل می‌شود که چنین نوسانات هورمونی بر فیزیولوژی و کارایی جسمانی بدن مؤثر می‌شود (۸). در تأیید این مطلب مشخص شده است که تغییرات هورمون‌های جنسی منجر به نوساناتی در میزان سطوح هموگلوبین خون، حجم پلاسمای خون، دمای حرارت بدن، اسیدلاکتیک خون، سیستم تنفسی و متابولیسم چربی می‌شود (۹). همچنین مشخص شده است که استروژن که یک هورمون جنسی می‌باشد، بر دستگاه قلبی-عروقی، استخوانی و مغزی مؤثر می‌باشد؛ به‌طوری‌که مطالعه شهیدی و سرحدی نشان داد برخی شاخصه‌های فیزیولوژیکی دختران نوجوان بالغ همچون حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) و دمای بدن تحت تأثیر قاعدگی قرار دارد (۹). بنابراین، با توجه به بررسی‌های معدود در این زمینه و به‌ویژه در رده سنی نوجوانان و نیز با توجه به این مطلب که عوامل هماتولوژیکی از جمله هموگلوبین، گلبول قرمز، هماتوکریت و ... در انتقال اکسیژن و در نتیجه آمادگی و عملکرد ورزشی نقش بسیار مهمی دارد، و همچنین از آنجا که در آغاز سن بلوغ به دلیل برخی تغییرات هورمونی و شروع قاعدگی ممکن است که این دختران دچار کم‌خونی شوند، و میزان سطوح شاخصه‌های هماتولوژی آنان تغییر کند و

همچنین در طی برنامه‌های ورزشی (به‌ویژه برنامه‌های ورزشی طولانی مدت و هوازی، همچون پیاده‌روی و دویدن) به دلیل نیاز بدن به اکسیژن، برخی تغییرات خونی که در نتیجه انجام برنامه‌های ورزشی استقامتی و هوازی رخ می‌دهد، باعث می‌شود تا سیستم خون‌سازی بدن فعال شده و موجب افزایش میزان خون‌سازی شود، تا بدین‌وسیله نیاز بدن به اکسیژن را در طی برنامه‌های ورزشی جبران کند، بنابراین، به نظر می‌رسد دستیابی به تأثیرات برنامه‌های ورزشی هوازی جهت توسعه و سود جستن از مزایای این نوع از برنامه‌های ورزشی، به‌ویژه در رده سنی نوجوانان ضرورت دارد، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۶ هفته تمرینات ورزشی هوازی بر عوامل هماتولوژیکی دختران نوجوان انجام شد.

روش کار

این مطالعه نیمه تجربی در سال ۱۳۹۳ بر روی ۲۰ دختر ۱۱-۱۲ ساله شهرستان همدان انجام شد. پس از توضیح موضوع مطالعه برای شرکت‌کنندگان و والدین یا سرپرست آن‌ها و اخذ رضایت‌نامه آگاهانه، افراد به طور داوطلبانه وارد مطالعه شدند و به صورت تصادفی ساده و با استفاده از جدول اعداد تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

انحراف استاندارد در یک مطالعه مشابه، ۰/۸ بود (۳۹). از این‌رو برای حفظ توان ۸۰ درصدی با یک سطح معناداری ۰/۰۵، به ۹ شرکت‌کننده در هر گروه نیاز بود (۱ نفر اضافه برای پرهیز از ریزش‌های احتمالی آزمودنی‌های مطالعه تا پایان شش هفته برنامه ورزشی). معیارهای ورود به مطالعه شامل: نداشتن هیچ نوع بیماری، عدم استفاده از دارویی خاص و عدم شرکت در هیچ نوع برنامه ورزشی منظم در طی یک سال گذشته بود. میانگین سن افراد گروه کنترل ۱۱/۴۰±۰/۵۱ سال و گروه تجربی ۱۱/۳۰±۰/۴۸ سال بود که دو گروه از این نظر تفاوت معناداری نداشتند (p=۰/۵۰). میانگین قد افراد گروه کنترل ۱۴۷±۰/۰۵ سانتی‌متر و گروه تجربی ۱۴۴±۰/۰۶ سانتی‌متر (p=۰/۶۰)، میانگین وزن افراد گروه کنترل ۴۳/۷۰±۴/۷۰ کیلوگرم و گروه تجربی ۴۱/۸۰±۷/۰۰ کیلوگرم (p=۰/۶۶) و میانگین شاخص

توده بدنی افراد گروه کنترل ۲۰/۶۵±۲/۱۰ و گروه تجربی ۱۹/۳۱±۲/۱۰ کیلوگرم بر متر مربع (p=۰/۷۰) بود که دو گروه از نظر این متغیرها نیز تفاوت آماری معنی‌داری با هم نداشتند.

گروه تجربی به مدت ۶ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه در یک برنامه ورزشی هوازی شرکت کردند. هر جلسه تمرین اصلی (جدا از زمان گرم‌کردن و سردکردن) شامل ۴۰-۲۰ دقیقه تمرین هوازی (دویدن) بود که بر مبنای اصل اضافه‌بار^۱ و بر اساس دستورالعمل‌های دانشکده طب ورزشی آمریکا (ACSM)^۲ اجرا شد (۱۰). در ابتدای مطالعه (هفته اول) ۲۰ دقیقه با شدت ۶۰-۵۰٪ ضربان قلب ذخیره بیشینه آغاز شد و به صورت فزاینده تا ۴۰ دقیقه با شدت ۸۰-۷۰٪ ضربان قلب ذخیره بیشینه در پایان مطالعه (هفته ششم) ادامه داشت (در ابتدای مطالعه زمان برنامه ورزشی اصلی ۲۰ دقیقه بود و به تدریج هر هفته ۳-۴ دقیقه بر زمان برنامه ورزشی افزوده شد تا در پایان شش هفته به ۴۰ دقیقه رسید؛ ضربان قلب شرکت‌کنندگان در حین برنامه‌های ورزشی توسط یک ضربان‌سنج پولار (Polar Fsl، ساخت فنلاند) کنترل شد. همچنین، پیش از اجرای برنامه‌های ورزشی شرکت‌کنندگان ۱۰ دقیقه با حرکات سبک و کششی خود را گرم کردند و در پایان هر جلسه نیز به مدت ۱۵ دقیقه با ورزش‌های تفریحی و توبی همچون والیبال و بسکتبال برگشت به حال اولیه را انجام دادند. در ابتدای پروتکل تمرینی (پیش‌آزمون) و نیز ۲۴ ساعت پس از پایان شش هفته پروتکل تمرینی (پس‌آزمون) برای برآورد سطوح متغیرهای آمادگی و هماتولوژیکی مورد نظر (اکسیژن مصرفی بیشینه VO_{2max}، گلبول‌های قرمز خون RBC، میزان هموگلوبین HGB، درصد هماتوکریت HCT، میانگین حجم سلولی MCV، میانگین هموگلوبین سلولی MCH، میانگین غلظت هموگلوبین سلولی MCHC، پلاکت‌ها PLT، گلبول‌های سفید خون WBC)، از تمامی شرکت‌کنندگان نمونه‌های خونی گرفته شد، سپس نمونه‌ها در یخچال نگهداری و برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه انتقال داده شد؛ همچنین

¹ Overload

² American College of Sport Medicine

آزمودنی‌ها از نظر این متغیرها به‌طور مساوی و یکنواختی بین هر دو گروه تقسیم و تخصیص داده شده‌اند. همچنین بر اساس نتایج آزمون‌های پارامتریک، میزان شاخصه هماتولوژیکی MCHC در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در هر دو گروه کاهش معناداری داشت ($p \leq 0/05$)؛ همچنین نتایج متغیرهای HGB, RBC, و HCT، در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون با استفاده از آزمون تی همبسته، هم در گروه کنترل و هم در گروه تجربی افزایش معنی‌داری داشت ($p \leq 0/05$)؛ در حالی‌که نتایج متغیر MCH و WBC در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون فقط در گروه کنترل به ترتیب کاهش و افزایش معناداری داشت ($p \leq 0/05$)؛ همچنین مقایسه مقادیر پس‌آزمون دو گروه توسط آزمون تی مستقل نشان داد که فقط مقدار متغیر VO_{2max} در پس‌آزمون گروه تجربی نسبت به گروه کنترل معنادار بود ($p \leq 0/05$)؛ به عبارت دیگر مقدار VO_{2max} شرکت‌کنندگان گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش داشت. سایر متغیرهای خونی یعنی سطوح MCV و PLT در هیچ یک از گروه‌ها در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون و نیز در مقایسه دو گروه نسبت به هم هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

برای سنجش اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_{2max}) شرکت‌کنندگان نیز از آزمون پیاده‌روی و دویدن (۱۶۰۰ متر کودکان (۱۷-۸ ساله) با استفاده از معادلات پیشگو استفاده شد (۱۱). برای مرتب کردن داده‌ها و به‌دست آوردن میانگین و انحراف استاندارد از آمار توصیفی استفاده شد؛ سپس داده‌های به‌دست آمده توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف و آزمون شاپیرو-ویلک به‌منظور تعیین نرمال بودن داده‌ها مورد آزمون قرار گرفتند و برای سنجش فرضیه‌های مطالعه نیز از آمارهای پارامتریک و آزمون تی مستقل و تی همبسته استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) انجام شد. میزان p کمتر از $0/05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ابتدا برای اینکه آزمودنی‌های این مطالعه از نظر سن، قد، وزن و شاخص توده‌بدنی به‌طور مساوی و همگن در بین دو گروه تقسیم شده باشند، مقادیر پیش‌آزمون سن، قد، وزن و شاخص توده‌بدنی هر دو گروه در ابتدای مطالعه با استفاده از آزمون تی مستقل مورد آنالیز و آزمون قرار گرفت که اختلاف هیچ‌یک از این متغیرها در بین دو گروه معنی‌دار نبود ($p > 0/05$)؛ بنابراین مشخص شد که

جدول ۲- اندازه‌های عوامل هماتولوژیکی و آمادگی گروه‌ها در پیش و پس از تمرینات ورزشی (انحراف استاندارد \pm میانگین)

گروه	کنترل		تجربی		اختلاف درون گروهی**		اختلاف بین گروهی***	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	کنترل	تجربی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
VO_{2max}	۴۱/۵۷ \pm ۴/۸۴	۳۹/۵۰ \pm ۳/۳۴	۴۲/۴۵ \pm ۳/۳۸	۴۳/۲۳ \pm ۳/۸۵	۰/۲۰۷	*۰/۰۱۸	۰/۶۴۳	*۰/۰۳۳
RBC	۴/۸۶ \pm ۰/۱۷	۵/۲۸ \pm ۰/۲۲	۴/۹۴ \pm ۰/۲۳	۵/۴۲ \pm ۰/۲۶	* $<0/001$	* $<0/001$	۰/۳۶۴	۰/۲۲۶
HGB	۱۳/۸ \pm ۰/۵۷	۱۴/۵۱ \pm ۰/۵۴	۱۳/۵۵ \pm ۰/۵۲	۱۴/۵۳ \pm ۰/۵۷	* $<0/001$	* $<0/001$	۰/۳۱۸	۰/۹۳۶
HCT	۳۹/۸۰ \pm ۱/۲۵	۴۳/۷۰ \pm ۱/۵۷	۳۹/۰۷ \pm ۱/۹۸	۴۳/۷۰ \pm ۱/۷۷	* $<0/001$	* $<0/001$	۰/۳۳۷	۱/۰۰
MCV	۸۱/۶۶ \pm ۳/۵۷	۸۲/۷۸ \pm ۳/۸۱	۷۹/۰۹ \pm ۳/۷۷	۸۰/۷۸ \pm ۴/۵۹	۰/۱۷۵	۰/۳۱۹	۰/۱۳۵	۰/۳۰۳
MCH	۲۸/۴۱ \pm ۱/۱۵	۲۷/۴۹ \pm ۱/۱۹	۲۷/۴۵ \pm ۱/۲۳	۲۶/۸۴ \pm ۱/۵۰	* $<0/002$	۰/۱۵۹	۰/۰۸۸	۰/۲۹۷
MCHC	۳۴/۶۸ \pm ۰/۷۹	۳۳/۲۱ \pm ۰/۲۳	۳۴/۷۵ \pm ۱/۸۷	۳۳/۲۲ \pm ۰/۰۹	* $<0/001$	* $<0/001$	۰/۹۱۴	۰/۹۰۱
PLT	۲۷۸/۴ \pm ۴۷/۳۸	۲۸۲/۴ \pm ۳۱/۳۸	۲۷۳/۷ \pm ۸۷/۳۵	۲۷۳/۵ \pm ۵۴/۶۶	۰/۶۵۱	۰/۹۹۳	۰/۸۸۳	۰/۶۶۱
WBC	۶/۶۱ \pm ۱/۳۴	۸/۲۴ \pm ۱/۶۱	۶/۵۷ \pm ۱/۵۴	۷/۵۰ \pm ۱/۹۷	* $<0/01$	۰/۲۰۶	۰/۹۵۰	۰/۳۷۲

اختصارات: VO_{2max} اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی‌لیتر در هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه)، RBC گلبول‌های قرمز خون (میلی‌لیتر در میکرولیتر)؛ HGB میزان هموگلوبین (گرم در دسی‌لیتر)، HCT هماتوکریت (برحسب درصد)، MCV میانگین حجم سلولی (fL)، MCH میانگین هموگلوبین سلولی (pg)، MCHC میانگین غلظت هموگلوبین سلولی (بر حسب درصد)، PLT پلاکت‌ها ($\times 1000/mm^2$), WBC گلبول‌های سفید خون ($\times 1000/mm^2$).

** تفاوت‌های پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون با استفاده از آزمون تی همبسته؛ *** تفاوت دو گروه نسبت به یکدیگر با استفاده از آزمون تی مستقل؛ * تفاوت معنادار از لحاظ آماری در سطح معنی‌داری ($\alpha \leq 0/05$).

بحث

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشت ($p < 0.05$)؛ حداکثر اکسیژن مصرفی یکی از عواملی است که شدیداً با حمل اکسیژن توسط سلول‌های خونی ارتباط دارد، به عبارت دیگر، افزایش کارایی و راندمان سیستم گردش خون در انتقال اکسیژن می‌تواند باعث افزایش مصرف اکسیژن توسط سلول‌های بدن شود که این موضوع در مطالعه حاضر نیز نشان داده شده است؛ به طوری که در مطالعه پیش‌رو نیز حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تجربی نسبت به پیش‌آزمون و نیز نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشت که این یافته‌ها با نتایج مطالعات بالابینیس و همکاران (۲۰۰۳)، گلوواسکی و همکاران (۲۰۰۴)، و لوریت و همکاران (۲۰۰۳)، همخوانی داشت (۱۴-۱۲) در حالی که، با نتایج یافته‌های مک‌کارتی و همکاران (۱۹۹۵) و برزیسکی (۱۹۹۳) ناهمخوان بود (۱۶، ۱۵). همچنین یکی از عوامل مهم هماتولوژیکی خون که اهمیت بسزایی دارد، غلظت هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز خون به‌عنوان مهم‌ترین ترانسپورتر اکسیژن در بدن و نیز درصد هماتوکریت خون می‌باشد. در مطالعه حاضر، تغییر معنی‌داری در شاخصه MCV در دو گروه مشاهده نشد ($p > 0.05$)؛ هر چند که تغییرات درون‌گروهی عوامل خونی (HGB، RBC و HCT)، در گروه تجربی نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشت. این تغییرات نیز در گروه کنترل معنی‌دار بود و در مقایسه بین‌گروهی هر دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به عبارت دیگر، در کل تفاوت معنی‌داری در این فاکتورها ایجاد نشد. این نتایج با نتایج مطالعه بانفی و همکاران (۲۰۰۴) همخوانی داشت (۵)، در حالی که با نتایج مطالعه لیپی و همکار (۲۰۱۰) همخوانی نداشت (۶). با توجه به این نکته که توانایی مصرف اکسیژن در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بهبود داشت، بر خلاف نتایج به دست آمده انتظار می‌رفت غلظت هموگلوبین و گلبول قرمز که مسئول حمل اکسیژن در بدن هستند نیز بیشتر شده باشد. یکی از دلایلی که برای این عدم تغییر می‌توان ذکر کرد افزایش همزمان درصد پلاسما و درصد هماتوکریت خون

می‌باشد که این افزایش همزمان مانع از تغییر معنادار این فاکتورها شده است. همچنین بر اساس مطالعات بسیاری در اثر تمرینات ورزشی هوازی (استقامتی) میزان پلاسمای خون افزایش می‌یابد (۴). به عبارت دیگر، بعد از تمرینات استقامت حجم خون افزایش می‌یابد، افزایش حجم خون می‌تواند افزایش غلظت خون و تعداد گلبول‌های قرمز را بپوشاند و در آزمایشات مقدار این متغیرهای افزایش یافته دیده نشود. این شاخصه یعنی افزایش حجم خون می‌تواند عامل عدم تغییر مثبت عوامل هماتولوژیکی در این مطالعه باشد.

در مطالعه حاضر، سطوح سرمی پلاکت‌ها در دو گروه تغییر معناداری وجود نداشت ($p > 0.05$). بر اساس مطالعات انجام شده، سطوح استراحتی کاتکولامین‌ها در پاسخ به تمرینات درازمدت کاهش می‌یابد (۱۷) و با توجه به نقش کاتکولامین‌ها در انقباض طحال (جایی که حدود یک سوم پلاکت‌ها در آنجا ذخیره شده است)، عدم تغییر سطوح سرمی پلاکت‌ها در مطالعه می‌تواند توسط این مکانیزم توضیح داده شود. همچنین یکی دیگر از نتایج این مطالعه در مورد میزان گلبول‌های سفید خون که سطوح سرمی این مقادیر تنها در گروه کنترل افزایش معناداری را نشان داد ($p < 0.05$)، که با نتایج مطالعه ساووسو (۲۰۱۲) همخوانی داشت (۱۸) و با نتایج مطالعه بوبئوف و همکار (۲۰۰۹) همخوانی نداشت (۱۹). این اختلاف در نتایج مطالعات را می‌توان اینگونه عنوان کرد که فعالیت فیزیکی درازمدت با کاهش عملکرد ایمنی همراه است که این امر بر ماکروفاژها، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها تأثیر می‌گذارد و این پدیده را می‌توان در اثر لانه‌گزینی و نفوذ گلبول‌های سفید در بافت‌ها توضیح داد (۶)، بنابراین گروهی که تحت اثر برنامه‌های ورزشی قرار گرفتند، با افزایش کمتری در میزان گلبول‌های سفید خون مواجه شدند.

یکی از نقاط قوت مطالعه حاضر اندازه‌گیری همزمان فاکتورهای هماتولوژیکی و اکسیژن مصرفی بیشینه در دختران نوجوان بود؛ زیرا همانطور که پیش از این نیز گفته شد، یکی از پیامدهای دوران بلوغ در دختران، خونریزی‌های قاعدگی می‌باشد که منجر به کاهش پتانسیل انتقال اکسیژن توسط سیستم گردش خون و

۲۹)، که پژوهشگران این اثرات را به افزایش ترشح اریتروپویتین نسبت دادند.

افزایش سریع پلاسمای خون همراه با افزایش آهسته توده سلول‌های قرمز خون، موجب کاهش گذرای هماتوکریت به‌ویژه در مراحل اولیه تمرینات ورزشی می‌شود که این تغییرات همانند تغییراتی است که در مراحل میانی بارداری رخ می‌دهد (۳۲). افزایش حجم پلاسما و اسکوزیته خون را کاهش می‌دهد که این امر به بهبود جریان خون در عروق بزرگ کمک می‌کند، در حالی که جریان خون مویرگی در درجه اول توسط دفورمیته شدن سلول‌های قرمز خون مشخص می‌شود که به‌ویژه در گلبول‌های قرمز جوان بیشتر پدیدار می‌شود (۲۸).

تغییرات مشاهده شده در پارامترهای خونی که ناشی از تمرینات ورزشی می‌باشد پیچیده است و فقط منحصر به همودیلایسیون خون نمی‌باشد؛ به‌عنوان مثال ورزش‌های استقامتی باعث تغییرات مورفولوژیکی زیادی در گلبول‌های قرمز خون می‌شود که ممکن است به‌عنوان نمایه قرمز ماکروسیتیک^۲ ثبت شود. ماکروسیتوز دوندگان، یک پدیده خونی شناخته شده است که در اثر واکنش رتیکولوسیتوز^۳ در پاسخ به همولیز روی می‌دهد. رهاسازی هموگلوبین آزاد به درون گردش خون باعث هیپوهاپتوگلوبینمی^۴ می‌شود که ناشی از جذب کبدی کمپلکس‌های هاپتوگلوبین-هموگلوبین می‌باشد که مکانیسم‌های مسئول چنین همولیزی در ورزشکاران مختلف، متفاوت است (۲۸).

با این وجود هیپوهاپتوگلوبینمی ناشی از ورزش که در شناگران، پاروزنان (۳۴، ۳۳) و وزنه‌برداران (۲۲) مشاهده می‌شود را نمی‌توان توسط "همولیز ضربات پا" همانند آنچه که در دوندگان روی می‌دهد و در آن میکروتروماهای محیطی به‌عنوان عامل اصلی تکه‌تکه شدن و همولیز سلول‌های قرمز خون می‌باشد، توضیح داد (۳۵). افزایش تولید گلبول‌های قرمز خون همچنین با افزایش مغز استخوان همراه است (۳۷، ۳۶). همچنین بررسی‌های طولی گلبول‌های قرمز خون توسط کروم

افت آمادگی و کارایی بدن می‌شود (۷). یافته‌های این مطالعه ثابت کرد که برنامه‌های ورزشی باعث جلوگیری از افت اکسیژن مصرفی بیشینه بدن می‌شوند و این احتمال را قوت می‌دهد که چنین برنامه‌های ورزشی‌ای در دوران بلوغ ممکن است بتوانند از اثرات نامطلوب خونریزی‌های قاعدگی، بر آمادگی و کارایی بدن بکاهند.

بررسی‌ها بیانگر این حقیق هستند که غلظت هموگلوبین خون در شروع تمرینات ورزشی به‌طور گذرا کاهش می‌یابد که این پدیده آنمی ورزشی نامیده می‌شود و بارزترین حالت آن در ورزشکاران استقامتی همچون دوندگان و یا شناگران رخ می‌دهد (۲۰). با این وجود، این نوع آنمی گذرا بوده و بررسی‌های درازمدت نشان می‌دهد که بیشتر ورزشکاران پس از پایان برنامه‌های ورزشی و یا پس از پایان رقابت‌ها در فصل مسابقات، غلظت هموگلوبین خونشان در دامنه طبیعی قرار داشته است (۲۱، ۲۲). گذشته از این، بررسی‌های متعدد نشان می‌دهد کمتر از ۸٪ از ورزشکاران حرفه‌ای و یا آماتور دچار کاهش غلظت هموگلوبین می‌شوند (۲۵-۲۳). تغییرات و سازگاری‌هایی که منجر به کاهش غلظت هموگلوبین می‌شود، پیچیده است و این تغییرات و سازگاری‌ها توسط مکانیزم‌های متفاوتی که پاسخ‌های زمانی مختلفی نسبت به شروع تمرینات ورزشی نشان می‌دهد، تنظیم می‌شود. به‌عنوان مثال برنامه‌های ورزشی حجم پلاسما را افزایش داده و باعث اریتروپویسیز^۱ می‌شود (۲۶، ۲۷). افزایش سریع حجم پلاسما نسبت به تولید گلبول‌های قرمز خون به‌وسیله پاسخ‌های اسمزی و میانجی‌های هورمونی روی می‌دهد و پاسخ‌های هورمونی نیز بستگی به شرایط و شدت برنامه‌های ورزشی دارد (۲۸). به‌عنوان مثال در مطالعه سلبی و همکار (۱۹۹۴)، حجم پلاسمای دونده‌های جاگر (نوعی دوی نرم و آهسته) تازه‌کار در پاسخ به برنامه‌های ورزشی ۳۰۰ میلی‌لیتر افزایش یافت، در حالی که حجم پلاسمای دوندگان استقامتی تقریباً یک لیتر (۲۰٪) افزایش نشان داد (۲۶). با این وجود افزایش توده سلول‌های قرمز خون کم بود، یعنی در حدود ۱۰ تا ۱۸٪ افزایش داشت (۳۱-۳۰).

² Macrocytic Red Indices

³ Reticulocytosis

⁴ Hypohaptoglobinemia

¹ Erythropoiesis

آمده، وجود ندارد. همچنین مطالعات بیشتری برای کمک به تعیین برنامه‌های درازمدت و ادامه‌دار لازم به نظر می‌آید.

نتیجه‌گیری

تغییرات خونی ناشی از تمرینات ورزشی، مخصوصاً ورزش‌های استقامتی را می‌توان به‌عنوان بخشی از یک سری از فرآیندهای سازگاری و کاهش عوارض خونریزی قاعدگی و کم‌خونی ناشی از آن در نظر گرفت که شامل همودیلایسیون و تحریک اریتروپوئیسز می‌باشد. تغییرات دیگری همانند رتیکولوسیتوز ناشی از همولیز نیز ممکن است به‌دلیل ماکروسیتوز و یا در ارتباط با تغییرات دیگری در مورفولوژی سلول‌های قرمز خونی باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همه افراد شرکت‌کننده در مطالعه حاضر تشکر و قدردانی می‌شود.

نشاندار، آشکار ساخته است که چرخه اریتروسیت‌ها در مردان نسبت به زنان سریع‌تر می‌باشد (۳۸، ۳۴)، بنابراین پیشنهاد می‌شود که مطالعات آینده بر روی مکانیسم‌ها و عوامل احتمالی درگیر در این مداخلات و دیگر برنامه‌های ورزشی همچون تمرینات مقاومتی و قدرتی و نیز اثرات احتمالی زمان استراحت با تعداد گلبول‌های قرمز خون یا پارامترهای آهن سرم متمرکز شود.

از جمله محدودیت‌هایی مطالعه حاضر، حجم نمونه کم بود و بر روی سنین ویژه‌ای در یک منطقه خاص انجام شد که امکان تعمیم آن را کاهش می‌دهد. با این حال این محدودیت‌ها در کنترل عوامل مداخله‌گر بیرونی سودمند بوده و بنابراین می‌تواند در افزایش اعتبار درونی مطالعه مفید باشد. همچنین یکی دیگر از محدودیت‌های این مطالعه این بود که هیچ پیگیری مانند این که آیا تأثیر مداخله حفظ شده و یا این که آیا هیچ نتایج دراز مدتی از درگیر شدن در تمرینات منظم ورزشی به وجود

منابع

- Hall JE, Guyton AC. Text book of medical physiology. 11th ed. Philadelphia: Elsevier Inc; 2006. P. 164-9.
- Siavoshi H, Bolurian F. The effects of 12 weeks of playing bocchia on the social development of children with cerebral palsy and intellectual disability. *J Except Child* 2016; 15(4):45-51. (Persian).
- Seiavoshi H, Samavatisharif MA, Keshvari M, Ahmadvand A. The effect of resistance training programs on GFR and some biochemical factors of renal function in elderly males with type 2 diabetes. *Sadra Med Sci J* 2015; 3(1):31-42.
- Lippi G, Salvagno GL, Danese E, Tarperi C, Guidi GC, Schena F. Variation of red blood cell distribution width and mean platelet volume after moderate endurance exercise. *Adv Hematol* 2014; 2014:192173.
- Banfi G, Roi GG, Dolci A, Susta D. Behaviour of haematological parameters in athletes performing marathons and ultramarathons in altitude (skyrunners). *Clin Lab Haematol* 2004; 26(6):373-7.
- Lippi G, Banfi G, Montagnana M, Salvagno GL, Schena F, Guidi GC. Acute variation of leucocytes counts following a half-marathon run. *Int J Lab Hematol* 2010; 32(1 Pt 2):117-21.
- Sadeghi F, Miri N, Barikani A, Hossein Rashidi B, Ghasemi Nejad A, Hojaji E, et al. Comparison of food intake, physical activity and weight in infertile and healthy women aged 25-40 years. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2015; 18(173):32-40. (Persian).
- Sarhadi S, Ramezani A, Gholami M, Taheri H. The effect of an aerobic training cycle in the morning and evening on primary dysmenorrhea and some physiological variables in matured girls. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2015; 18(162):11-20. (Persian).
- Shahidi F, Sarhadi S. Comparison of some physiological indices of mature girls in luteal and follicular phases of menstrual cycle. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2015; 18(164):11-8. (Persian).
- American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins; 2006. P. 532-48.
- Burke EJ. Validity of selected laboratory and field tests of physical working capacity. *Res Quar Am All Health Phys Educ Recreat* 1976; 47(1):95-104.
- Balabinis CP, Psarakis CH, Moukas M, Vassiliou MP, Behrakis PK. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. *J Strength Cond Res* 2003; 17(2):393-401.
- Glowacki SP, Martin SE, Maurer A, Baek W, Green JS, Crouse SF. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(12):2119-27.
- Leveritt M, Abernethy PJ, Barry B, Logan PA. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. *J Strength Cond Res* 2003; 17(3):503-8.

15. McCarthy JP, Agre JC, Graf BK, Pozniak MA, Vailas AC. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27(3):429-36.
16. Brzycki M. Strength testing-predicting a one-rep-max from reps-to-fatigue. *J Phys Educ Recreat Dance* 1993; 64(1):88-90.
17. Foster NK, Martyn JB, Rangno RE, Hogg JC, Pardy RL. Leukocytosis of exercise: role of cardiac output and catecholamines. *J Appl Physiol* 1986; 61(6):2218-23.
18. Yuuml Kesel SA. Effect of long-term training on physical and hematological values in young female handball players. *Afr J Microbiol Res* 2012; 6(5):1018-23.
19. Bobeuf F, Labonte M, Khalil A, Dionne JJ. Effect of resistance training on hematological blood markers in older men and women: a pilot study. *New York: Current Gerontology and Geriatrics Research*; 2009. P. 156820-4.
20. Yoshimura H. Anemia during physical training (sports anemia). *Nutr Rev* 1970; 28(10):251-3.
21. Rushall BS, Busch JD. Hematological responses to training in elite swimmers. *Can J Appl Sport Sci* 1980; 5(3):164-9.
22. Schobersberger W, Tschann M, Hasibeder W, Steidl M, Herold M, Nachbauer W, et al. Consequences of 6 weeks of strength training on red cell O2 transport and iron status. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1990; 60(3):163-8.
23. Clement DB, Lloyd-Smith DR, Macintyre JG, Matheson GO, Brock R, Dupont M. Iron status in winter olympic sports. *J Sports Sci* 1987; 5(3):261-71.
24. Habibi Neghad A, Samavatisharif M, Seiavoshy H. The effect of an exhaustive exercise and sodium bicarbonate supplementation on LDH, CPK and CPR indexes in non-athlete women students. *Marathon* 2015; 7(1):58-68.
25. Samavati Sharif MA, Siavoshy H. The Effect of 10 weeks of aerobic exercises on glomerular filtration rate (GFR) and urea, creatine and uric acid levels in elderly men with type 2 diabetes. *J Sport Biosci* 2016; 7(4):579-91. (Persian).
26. Selby GB, Eichner ER. Hematocrit, and performance: the effect of endurance training on blood volume. *Seminal Hematol* 1994; 31(2):122-7.
27. Porter DL, Goldberg MA. Physiology of erythropoietin production. *Semin Hematol* 1994; 31(2):112-21.
28. Zoller H, Vogel W. Iron supplementation in athletes--first do no harm. *Nutrition* 2004; 20(7-8):615-9.
29. Brotherhood J, Brozovic B, Pugh LG. Haematological status of middle- and long-distance runners. *Clin Sci Mol Med* 1975; 48(2):139-45.
30. Habibi Neghad A, Seiavoshy H, Samavatisharif MA. The Effect of an exhaustive exercise and glutamine supplementation on LDH, CPK and CPR indexes in non-athlete women students. *Bull Env Pharmacol Life Sci* 2015; 4(6):1-6.
31. Convertino VA. Blood volume: it is adaptation to endurance training. *Med Sci Sports Exer* 1991; 23(12):1338-48.
32. Khosravi A, Jalalifar MA, Baratvand B, Moazzemi Goudarzi M, Ghaedi E. Determination of the reference values of complete blood counts (CBC) in pregnant mothers during third trimester at dorud city in 2013. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2015; 18(140):7-14. (Persian).
33. Selby GB, Eichner ER. Endurance swimming, intravascular hemolysis, anemia, and iron depletion. New perspective on athlete's anemia. *Am J Med* 1986; 81(5):791-4.
34. Dufaux B, Hoederath A, Streitberger I, Hollmann W, Assmann G. Serum ferritin, transferrin, haptoglobin, and iron in middle- and long-distance runners, elite rowers, and professional racing cyclists. *Int J Sports Med* 1981; 2(1):43-6.
35. Telford RD, Sly GJ, Hahn AG, Cunningham RB, Bryant C, Smith JA. Foot strike is the major cause of hemolysis during running. *J Appl Physiol* 2003; 94(1):38-42.
36. Shellock FG, Morris E, Deutsch AL, Mink JH, Kerr R, Boden SD. Hematopoietic bone marrow hyperplasia: high prevalence on MR images of the knee in asymptomatic marathon runners. *AJR Am J Roentgenol* 1992; 158(2):335-8.
37. Caldemeyer KS, Smith RR, Harris A, Williams T, Huang Y, Eckert GJ, et al. Hematopoietic bone marrow hyperplasia: correlation of spinal MR findings, hematologic parameters, and bone mineral density in endurance athletes. *Radiology* 1996; 198(2):503-8.
38. Weight LM, Byrne MJ, Jacobs P. Haemolytic effects of exercise. *Clin Sci (Lond)* 1991; 81(2):147-52.
39. Afshar A, Samavati Sharif MA, Siavoshy H. Comparison of speed and strength training to maintain hematological factors and Vo2max of male athletes 13 to 15 years. *J Sport Pec* 2015; 12(23):53-64. (Persian).