

# تأثیر تمرینات هوازی همراه با مصرف مکمل آهن بر میزان هموگلوبین، گلبولهای قرمز، هماتوکریت، آهن، فریتین و ترانسفرین سرم دختران جوان

محمد رضا رمضان پور<sup>۱\*</sup> (Ph.D)، معصومه کاظمی<sup>۲</sup> (M.Sc)

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

۲- آموزش و پرورش شهرستان بردسکن

## چکیده

سابقه و هدف: کمبود آهن می‌تواند مشکلات عمده‌ای را در رابطه با کاهش ظرفیت و توان هوازی ورزشکاران به دنبال داشته باشد. هدف این پژوهش بررسی تأثیر شش هفته تمرین هوازی بر میزان هموگلوبین، گلبول‌های قرمز، هماتوکریت، آهن، فریتین و ترانسفرین سرم دختران جوان بود.

مواد و روش‌ها: ۳۴ دانش‌آموز دختر با میانگین سن ۱۶/۵۶ سال، وزن ۵۰/۴۲ کیلوگرم و قد ۱۶۰/۵۵ سانتی‌متر از بین ۱۰۰ داوطلب به‌طور تصادفی انتخاب و در سه گروه تمرین + مصرف مکمل آهن (تجربی یک)، تمرین + مصرف شبه‌دارو (تجربی دو) و کنترل قرار گرفتند. از آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات، نمونه خون اخذ گردید. گروه‌های تجربی، شش هفته، هفته‌ای سه جلسه تمرین کردند. گروه‌های تجربی یک و دو، شب قبل از هر جلسه تمرین به ترتیب یک قرص ۲۷ میلی‌گرم فروس‌گلوکونات و شبه‌دارو دریافت کردند. پس از پایان تمرینات، مرحله دوم نمونه‌گیری خون انجام شد.

یافته‌ها: مصرف مکمل آهن همراه با تمرینات هوازی موجب افزایش معنادار میزان آهن، فریتین و ترانسفرین سرم شد، در حالی که در مورد متغیرهای هموگلوبین، هماتوکریت و گلبول‌های قرمز بی‌تأثیر بود. مصرف شبه‌دارو همراه با تمرینات هوازی موجب کاهش معنی‌دار میزان آهن و فریتین سرم، هموگلوبین، هماتوکریت و گلبول‌های قرمز شد. همچنین در شاخص‌های آهن و فریتین بین سه گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان داد در صورتی که انجام تمرینات هوازی توسط دختران جوان همراه با مصرف مکمل آهن باشد، علاوه بر افزایش میزان آهن، ذخیره آهن به شکل فریتین و ترانسفرین نیز افزایش می‌یابد و احتمالاً از بروز کم‌خونی در آن‌ها جلوگیری می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ورزش، هموگلوبین، گلبول‌های قرمز، هماتوکریت، ترانسفرین، فریتین، مکمل‌های غذایی، نوجوانان

## مقدمه

آهن تأثیر بسزایی بر اجرای فعالیت‌های ورزشی داشته و می‌تواند خستگی عضلانی را به تاخیر بیندازد [۱]. آهن همچنین می‌تواند موجب افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش غلظت لاکتات خون شود [۲]. با توجه به اهمیت

مصرف اکسیژن در ورزشکاران رشته‌های مختلف و نیز با توجه به این که آهن میزان اکسیژن‌گیری را تا حدود ۶۵ درصد افزایش می‌دهد، کمبود آن می‌تواند مشکلات عمده‌ای را در رابطه با کاهش ظرفیت و توان هوازی ورزشکاران به دنبال داشته باشد. برای مثال کمبود آهن می‌تواند سازگاری نسبت به

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و کاربردی است. برای اندازه‌گیری متغیرهای وابسته پژوهش از پیش‌آزمون - پس‌آزمون استفاده شد و در فاصله پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیر مستقل (تمرین هوازی و مصرف مکمل آهن) اعمال گردید.

شیوه جمع‌آوری اطلاعات: از بین ۱۰۰ دانش‌آموز داوطلب دبیرستان شایستگان بردسکن، ۵۵ نفر برای شرکت در آزمون‌های این پژوهش اعلام آمادگی نمودند که از میان آن‌ها ۳۶ دانش‌آموز با میانگین سنی ۱۶/۵۶ سال، وزن ۵۰/۴۲ کیلوگرم و قد ۱۶۰/۵۵ سانتی‌متر که از نظر جسمانی سالم و سابقه بیماری خاصی نداشته و در دوره قاعدگی به‌سر نمی‌برند، انتخاب و به‌طور تصادفی ۱۲ نفر در گروه تجربی یک (تمرین + مصرف مکمل آهن)، ۱۲ نفر در گروه تجربی دو (تمرین + مصرف شبه دارو) و ۱۲ نفر در گروه کنترل قرار گرفتند. از همه آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات نمونه خون اخذ و قد و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خون آزمودنی‌ها رأس ساعت هفت صبح در محل دبیرستان شایستگان بردسکن توسط یک متخصص علوم آزمایشگاهی در وضعیت ناشتا گرفته شد. از هر آزمودنی ۳ تا ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی به منظور تهیه گسترش‌های خونی (شمارش سلول‌های خون) و تهیه سرم (اندازه‌گیری فریتین، ترانسفرین و آهن سرم) گرفته شد. سپس گروه‌های تجربی یک و دو به مدت شش هفته، هفته‌ای سه جلسه به تمرین پرداختند. شدت تمرین بین ۷۵ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب آن‌ها بود. در این مدت از گروه کنترل خواسته شد هیچ‌گونه فعالیت ورزشی انجام ندهند. گروه‌های تجربی یک و دو، شب قبل از هر جلسه تمرین، (ساعت ۲۲) به ترتیب یک عدد قرص ۲۷ میلی‌گرمی فروس‌گلوکونات و شبه‌دارو دریافت می‌کردند به نحوی که از دریافت نوع قرص کاملاً بی‌اطلاع بودند. پس از پایان شش هفته تمرین، مرحله دوم نمونه‌گیری خون انجام شد (در این مرحله دو نفر از آزمودنی‌های گروه کنترل در دوره قاعدگی قرار داشتند).

تمرین‌های هوازی را تضعیف نماید [۴،۳]. برخی از پژوهش‌گران معتقدند که تمرینات ورزشی مقدار نیاز روزانه به آهن را افزایش می‌دهد [۵]. برای مثال نیاز به آهن در جریان فعالیت‌های ورزشی به دلیل از دست رفتن آن از راه تعریق افزایش می‌یابد. هم‌چنین به دلیل تخریب سلول‌های قرمز خون در اثر ضربات مکانیکی موجب از دست رفتن هموگلوبین خون از طریق ادرار می‌گردد [۶]. در نهایت به دلیل نقش مهم آهن در انتقال و مصرف اکسیژن، ظرفیت انجام تمرینات ورزشی کاهش می‌یابد [۷]. البته کم‌خونی ناشی از ورزش ممکن است بی‌خطر باشد و صرفاً به دلیل افزایش پلازما، که نوعی سازگاری ورزشی است، به وجود آمده باشد [۸]. به عبارت دیگر، افرادی که در فعالیت‌های ورزشی شرکت می‌کنند، به دلایل متعددی، ممکن است دچار کم‌خونی شوند. اگر چه فقر آهن علت شایع کم‌خونی در افراد غیر ورزش‌کار است، با وجود این، افراد ورزش‌کار در مقایسه با افرادی که تحرک کم‌تری دارند، بیش‌تر در معرض خطر ابتلا به فقر آهن می‌باشند زیرا از نظر تغذیه‌ای هم آهن کافی مصرف نمی‌کنند و هم میزان از دست دادن آهن آن‌ها در بیش‌تر است؛ در این باره تعدادی از پژوهش‌گران گزارش نموده‌اند مصرف مکمل آهن موجب افزایش سطح آهن، فریتین، گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و ترانسفرین خون می‌شود [۱۰،۹،۴،۳،۱]. پاول و همکاران (۱۹۹۶) در پژوهشی متوجه عدم تغییر در میزان هموگلوبین، هماتوکریت و فریتین زنان دوندی که مکمل آهن دریافت کرده بودند، شدند [۱۱]. به همین منظور، با توجه به این که کمبود آهن می‌تواند مشکلات عمده‌ای را در رابطه با کاهش ظرفیت ورزشی به دنبال داشته باشد. این سوال مطرح است که آیا انجام شش هفته تمرین هوازی همراه با مصرف مکمل آهن تا چه اندازه می‌تواند سبب تغییر در میزان آهن، فریتین، گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و ترانسفرین سرم دختران جوان غیر ورزشکار با محدوده سنی ۱۵ تا ۱۸ سال گردد؟

برنامه تمرینی: در هفته اول به دلیل سطح آمادگی پایین آزمودنی‌ها، تأکید بر فعالیت‌های استقامتی پایه، شامل دوهای نرم و سبک با شدت کم (۵۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه) و تمرینات کششی و نرمشی بود. در هفته دوم علاوه بر افزایش تدریجی شدت، مدت و مسافت تمرین نیز افزایش یافت تا این‌که در هفته سوم، آزمودنی‌ها قادر بودند با شدت ۷۵-۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب فعالیت نمایند. اضافه بار فعالیت برای هفته‌های بعد با افزایش مسافت و زمان تمرین اعمال می‌گردید. به طور کلی آزمودنی‌ها برنامه تمرینی را که شامل دویدن تناوبی با مسافت کل ۱۶۰۰ متر از جلسات اول تا ۶۰۰۰ متر در جلسات آخر بود را اجرا نمودند. توضیح این‌که آزمودنی‌ها قبل و بعد از تمرین اصلی، برنامه‌های تمرینی گرم کردن و برگشت به حالت اولیه را نیز انجام می‌دادند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های مقایسه متغیر پاسخ در پیش و پس‌آزمون (آزمون ویلکاکسون) و مقایسه متغیر پاسخ در چند گروه (آزمون غیر پارامتری کروسکال والیس) در حد آلفای ۰/۰۵ استفاده شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SPSS ویرایش ۱۶/۵ انجام گردید.

## نتایج

اطلاعات به‌دست آمده از نمونه‌های خون آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون میانگین و انحراف معیار و سطح معنی‌داری تغییرات گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، فریتین، ترانسفرین و آهن سرم در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین، انحراف معیار، آماره و سطح معناداری متغیرها در گروه تجربی یک (تمرین + مکمل آهن)

متغیرها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	آماره ویلکاکسون	سطح معنی‌داری
گلبول‌های قرمز (میلیون در میلی‌متر مکعب)	۴/۵۶±۰/۱۷۷	۴/۴۹±۰/۱۱۹	۳۷/۵	۰/۰۱۶
هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	۱۲/۴۳±۰/۵۶۲	۱۲/۱۱±۰/۳۷۱	۵۸	۰/۰۷۳
هماتوکریت (درصد)	۳۸/۱۵±۱/۴۸	۳۸/۰۵±۱/۲۶	۵۵/۵	۰/۱۰۵
فریتین (نانو گرم در دسی لیتر)	۲۲/۱۳±۱۱/۳۹	۲۶/۹۸±۱۰/۱۸	۷۸	۰/۰۰۱
ترانسفرین (میلی گرم در دسی لیتر)	۲۵۷/۵۸±۳۱/۷۶	۲۷۸/۱±۲۶/۷۳	۵۳	۰/۰۴۱
آهن سرم (میکروگرم در دسی لیتر)	۸۴/۵±۲۴/۶۷	۱۰۰/۷۵±۲۷/۴۲	۶۸	۰/۰۲۳

همان‌طور که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است در گروه تجربی یک (تمرین + مکمل آهن) میانگین گلبول‌های قرمز از ۴/۵۶±۰/۱۷۷ به ۴/۴۹±۰/۱۱۹ میلیون در میلی‌متر مکعب، هموگلوبین از ۱۲/۴۳±۰/۵۶۲ به ۱۲/۱۱±۰/۳۷۱ گرم در دسی لیتر و هماتوکریت از ۳۸/۱۵±۱/۴۸ به ۳۸/۰۵±۱/۲۶ درصد کاهش یافت که این تغییرات از نظر آماری تنها در مورد گلبول‌های قرمز معنی‌دار است. به علاوه میانگین فریتین سرم از ۲۲/۱۳±۱۱/۳۹ به ۲۶/۹۸±۱۰/۱۸ نانوگرم در دسی لیتر، میانگین ترانسفرین سرم از ۲۵۷/۵۸±۳۱/۷۶ به ۲۷۸/۱±۲۶/۷۳ میلی‌گرم در دسی لیتر و میانگین آهن سرم از ۸۴/۵±۲۴/۶۷ به ۱۰۰/۷۵±۲۷/۴۲ میکروگرم در دسی لیتر افزایش یافت که این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

بر طبق داده‌های جدول شماره ۲، در گروه تجربی دو (تمرین + شبه‌دارو) میانگین گلبول‌های قرمز از ۴/۶۶±۰/۲۶۳ به ۴/۴۷±۰/۲۵۶ میلیون در میلی‌متر مکعب، هموگلوبین از ۱۲/۹۷±۰/۵۱۷ به ۱۲/۱۲±۰/۶۰۶ گرم در دسی لیتر و هماتوکریت از ۳۸/۹۵±۱/۲۳ به ۳۸/۱۵±۱/۶۶ درصد کاهش یافت که این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار است (P<۰/۰۵). به علاوه میانگین فریتین سرم از ۲۶/۱۲±۱۰/۹۱ به ۲۱/۳۷±۱۰/۲۱ نانوگرم در دسی لیتر، میانگین ترانسفرین سرم از ۲۶۰/۰±۳۷/۶۱ به ۲۴۷/۰±۳۸/۹۴ میلی‌گرم در دسی لیتر و میانگین آهن سرم از ۷۹/۸۳±۲۸/۷۲ به ۶۸/۲۱±۲۶/۲۱ میکروگرم در دسی لیتر کاهش یافت که این تغییرات از نظر آماری برای فریتین و آهن سرم معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۲. میانگین، انحراف معیار، آماره و سطح معناداری متغیرها در گروه تجربی یک (تمرین + شبه دارو)

متغیرها	پیش آزمون	پس آزمون	آماره ویلکاکسون	سطح معنی داری
گلبول‌های قرمز (میلیون در میلی‌متر مکعب)	۴/۶۶±۰/۲۶۳	۴/۴۷±۰/۲۵۶	۲	۰/۰۰۲
هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	۱۲/۹۷±۰/۵۱۷	۱۲/۱۲±۰/۶۰۶	۰	۰/۰۰۱
هماتوکریت (درصد)	۳۸/۹۵±۱/۲۳	۳۸/۱۵±۱/۶۶	۱۱	۰/۰۲۸
فریتین (نانو گرم در دسی لیتر)	۲۶/۱۲±۱۰/۹۱	۲۱/۳۷±۱۰/۲۱	۲	۰/۰۰۲
ترانسفرین (میلی گرم در دسی لیتر)	۲۶۰/۰±۳۷/۶۱	۲۴۷/۰±۳۸/۹۴	۲۴	۰/۱۲۸
آهن سرم (میکروگرم در دسی لیتر)	۷۹/۸۳±۲۸/۷۲	۶۸/۲۱±۲۶/۲۱	۱۲	۰/۰۱۹

جدول ۳. میانگین، انحراف معیار، آماره و سطح معناداری متغیرها در گروه کنترل

متغیرها	پیش آزمون	پس آزمون	آماره ویلکاکسون	سطح معنی داری
گلبول‌های قرمز (میلیون در میلی‌متر مکعب)	۴/۵۶±۰/۲۶۲	۴/۶۱±۰/۲۷	۲۲	۰/۱۰۴
هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	۱۲/۴۵±۱/۷۱	۱۲/۵۲±۱/۸۲	۶۵	۰/۴۹۸
هماتوکریت (درصد)	۳۷/۵۶±۴/۱۲	۳۷/۶۵±۳/۹۱	۸۱	۰/۵۴۱
فریتین (نانو گرم در دسی لیتر)	۲۷/۲۲±۱۶/۱۵	۲۶/۶۶±۱۶/۷۷	۸۶	۰/۶۰۷
ترانسفرین (میلی گرم در دسی لیتر)	۲۶۳/۶±۳۸/۷۶	۲۷۰/۰±۴۳/۶	۸۳	۰/۶۰۶
آهن سرم (میکروگرم در دسی لیتر)	۷۴/۵۲±۲۸/۷۲	۸۴/۳±۳۱/۳۹	۹۷	۰/۸۰۷

جدول ۴. اختلاف میانگین‌ها، آماره کروسکال والیس و سطح معناداری متغیرها در سه گروه (درجه آزادی=۲)

متغیرها	گروه‌ها	اختلاف میانگین‌ها انحراف معیار± میانگین	آماره کروسکال والیس	سطح معناداری
گلبول‌های قرمز (میلیون در میلی‌متر مکعب)	تجربی یک	-۰/۰۶۲ ± ۰/۲۱۰	۴/۰۴۹	۰/۱۳۲
	تجربی دو	-۰/۱۹ ± ۰/۱۶۷		
	کنترل	۰/۰۵۷ ± ۰/۳۳		
هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	تجربی یک	-۰/۳۳۲ ± ۰/۵۲	۵/۶۷۱	۰/۰۵۹
	تجربی دو	-۰/۸۵ ± ۰/۴۰۳		
	کنترل	۰/۰۷ ± ۰/۴۱		
هماتوکریت (درصد)	تجربی یک	-۰/۱ ± ۱/۵۳	۲/۶۳۵	۰/۲۶۸
	تجربی دو	-۰/۸ ± ۱/۲۲		
	کنترل	۰/۰۹ ± ۱/۱۳		
فریتین (نانو گرم در دسی لیتر)	تجربی یک	۴/۸۵ ± ۵/۴۴	۲۱/۵۸	۰/۰۰۱
	تجربی دو	-۴/۷۵ ± ۴/۹۶		
	کنترل	-۰/۵۶ ± ۲/۵		
ترانسفرین (میلی گرم در دسی لیتر)	تجربی یک	۲۱/۳۳ ± ۳۶/۱۳	۴/۷۱۹	۰/۰۹۴
	تجربی دو	-۱۳/۰ ± ۲۹/۱۱		
	کنترل	۶/۶ ± ۳۱/۵۲		
آهن سرم (میکروگرم در دسی لیتر)	تجربی یک	۱۶/۲۵ ± ۲۱/۹۳	۹/۸۵	۰/۰۰۷
	تجربی دو	-۱۱/۸۳ ± ۱۸/۷		
	کنترل	۱۰/۱ ± ۱۷/۶۵		

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است در گروه کنترل، میانگین گلبول‌های قرمز از  $4/56 \pm 0/262$  به  $4/61 \pm 0/27$  میلیون در میلی‌متر مکعب، هموگلوبین از  $12/45 \pm 1/71$  به  $12/52 \pm 1/82$  گرم در دسی‌لیتر و هماتوکریست از  $37/56 \pm 4/12$  به  $37/65 \pm 3/91$  درصد افزایش یافت که این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نیست ( $P > 0/05$ ). به علاوه میانگین فریتین سرم از  $27/22 \pm 16/15$  به  $26/66 \pm 16/77$  نانوگرم در دسی‌لیتر کاهش، میانگین ترانسفرین سرم از  $263/6 \pm 38/76$  به  $270/0 \pm 43/6$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر و میانگین آهن سرم از  $74/52 \pm 28/72$  به  $84/3 \pm 31/39$  میکروگرم در دسی‌لیتر افزایش یافت که این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $P < 0/05$ ).

هم‌چنین بررسی آماری داده‌ها نشان می‌دهد که بین گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریست و ترانسفرین سه گروه تفاوت معناداری وجود ندارد. اما بین فریتین سرم ( $P = 0/001$ ) و آهن سرم سه گروه ( $P = 0/007$ ) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴).

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاهش گلبول‌های قرمز بعد شش هفته تمرین هوازی همراه با مصرف مکمل آهن معنی‌دار نبود. کاهش اندک هموگلوبین و هماتوکریست بعد شش هفته تمرین هوازی همراه با مصرف مکمل آهن معنی‌دار نبود. افزایش فریتین، ترانسفرین و آهن خون بعد شش هفته تمرین هوازی همراه با مصرف مکمل آهن معنی‌دار بود. کاهش گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریست، ترانسفرین و آهن خون بعد از شش هفته تمرین هوازی همراه با مصرف شبه‌دارو معنی‌دار بود. بین تعداد گلبول‌های قرمز، میزان هموگلوبین و هماتوکریست خون سه گروه تجربی یک و تجربی دو و کنترل تفاوت معنی‌داری در پس‌آزمون من‌های پیش‌آزمون مشاهده نشد. بین میزان فریتین و آهن ولی نه ترانسفرین خون سه گروه تجربی یک و تجربی دو و کنترل تفاوت معنی‌داری در پس‌آزمون منهای پیش‌آزمون مشاهده شد.

نتایج این مطالعه نشان داد میزان گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریست آزمودنی‌های گروه‌های تجربی کاهش یافت. در این ارتباط مطالعات نشان می‌دهد که افزایش حجم پلاسما یکی از اولین سازگاری‌های بدن نسبت به ورزش هوازی منظم است. فعالیت‌های بدنی به‌ویژه فعالیت‌های هوازی ترشح هورمون‌های وازوپرسیسین و آلدسترون را افزایش می‌دهد. افزایش این هورمون‌ها موجب باز جذب آب از کلیه‌ها و در نتیجه افزایش حجم پلاسما می‌گردد، هم‌چنین تمرین مقدار پروتئین‌های پلاسما به‌ویژه آلبومین را افزایش می‌دهد. پروتئین‌های پلاسما عامل اصلی فشار اسمزی خون هستند. بنابراین موجب افزایش بخش مایع خون یعنی پلاسما می‌شوند. در افرادی که از سطح آمادگی خوبی برخوردارند افزایش حجم ناشی از تمرین مکرر و متناوب ایجاد شده، در نتیجه افزایش بیش‌تر حجم پلاسما در این افراد، به سختی صورت می‌گیرد. اما در افرادی که از سطح آمادگی پایین‌تری برخوردارند، برعکس ممکن است حجم پلاسما افزایش معنادار پیدا کند [۱۲]. با توجه به این که تمرینات این پژوهش در محیط نسبتاً گرم انجام گرفته است، می‌تواند یکی از عوامل مهم افزایش حجم پلاسما باشد.

کان ورتینو و همکاران (۱۹۹۱) تأثیر دو ساعت تمرین روی دوچرخه کارسنج با شدت ۶۵ درصد توان هوازی بیشینه را به مدت هشت روز، روی حجم پلاسمای آزمودنی‌ها مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که حجم پلاسما بدون تغییر در تعداد گلبول‌های قرمز خون حدود ۱۲ درصد افزایش یافت [۸]. این نتیجه با یافته‌های درسندورفر و همکاران (۱۹۹۱)، هگن آر (۱۹۸۳) که گزارش کردند که بعد از یک دوره تمرین تعداد گلبول‌های قرمز خون کاهش می‌یابد هم‌خوانی دارد و با یافته‌های همتی (۱۳۸۳) که دریافت یک دوره تمرین بر تعداد گلبول‌های قرمز خون تأثیر ندارد و با یافته‌های مارتینز و همکاران (۲۰۰۲) که گزارش کردند مکمل آهن موجب افزایش تعداد گلبول‌های قرمز خون می‌شود، هم‌خوانی ندارد [۱۰، ۱۳-۱۵].

روده‌ای آهن در ورزشکاران استقامتی کم‌تر از حد طبیعی است [۱۵]. ۳- توجیه احتمالی دیگر کاهش بار آهن بر اثر ورزش این است که ورزشکاران هنگام دویدن ۰/۴ میلی‌گرم آهن به همراه یک لیتر عرق از دست می‌دهند [۲۰، ۱۹] و فعالیت در هوای گرم میزان تعریق را افزایش می‌دهد. ۴- برخی از پژوهش‌گران خاطر نشان ساخته‌اند، مواد با اندازه مولکولی کوچک نظیر قندها، آدنوزین تری فسفات (ATP) و احتمالاً اسیدهای آمینه به عنوان دفع‌کننده‌های آهن عمل می‌کنند. در هنگام ورزش‌های استقامتی، گلیکوزنولیز در بدن افزایش یافته و باعث آزاد شدن قند کبد به درون عروق خونی می‌گردد تا به نوبه‌ی خود به تولید ATP در چرخه کربس کمک نماید. لذا سطح قند خون به دلیل افزایش هورمون رشد، گلوکاگن، تیروکسین و اپی‌نفرین در جریان ورزش افزایش می‌یابد و این احتمال وجود دارد که از طریق مکانیسم‌هایی ویژه‌ای موجب دفع بیش‌تر آهن شوند [۱۸]. این نتیجه با یافته‌های همتی (۱۳۸۳)، پاملا و همکاران (۲۰۰۰)، کلین‌شرن و همکاران (۱۹۹۲)، هینتون و همکاران (۲۰۰۰)، لامانکا و همکاران (۱۹۹۳)، فگل‌هلم و همکاران (۱۹۹۲)، پاورز و همکاران (۱۹۸۵)، مانک و همکاران (۲۰۰۲) که گزارش کردند یک دوره تمرینی و مصرف مکمل آهن میزان فریتین سرم افزایش یافت هم‌خوانی دارد [۲۶، ۲۲، ۱۵، ۴، ۲] و با یافته‌های پاول و همکاران (۱۹۹۶) و هگن‌آر و همکاران (۱۹۸۳) هم‌خوانی ندارد [۱۴، ۱۱]. رعایت رژیم غذایی مناسب نیز مهم است، افرادی که در دوره فعالیت بدنی از مکمل آهن استفاده کرده‌اند نه تنها هیچ‌گونه کاهشی در ذخایر آهن نداشته‌اند بلکه ذخایر آهن در بدن آن‌ها افزایش داشته است. کاهش غیر معنی‌دار ترانسفرین سرم در گروه تجربی دو، احتمالاً به دلیل کاهش میزان فریتین سرم آن‌ها باشد. برخی از پژوهش‌گران از جمله براتسیرت و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که در اثر فعالیت‌های هوازی گیرنده‌های ترانسفرین افزایش معنی‌دار داشته که این خود یکی از احتمالات افزایش ترانسفرین سرم در این پژوهش است [۱]. این نتیجه با یافته‌های هینتون و همکاران (۲۰۰۰)، مانک و همکاران

آلن و همکاران (۱۹۹۲) با بررسی تأثیر سه هفته تمرینات سبک هوازی بر روی حجم پلاسما نشان دادند که حجم پلاسما افزایش اما هماتوکریت کاهش معنی‌دار یافت [۱۶]. نتیجه این پژوهش با یافته‌های درسندورفر و همکاران (۱۹۹۱) و هگن‌آر (۱۹۸۳) که گزارش کردند که بعد از یک دوره تمرین هماتوکریت خون کاهش می‌یابد هم‌خوانی دارد و با یافته‌های همتی (۱۳۸۳) و پاول و همکاران (۱۹۹۶) که گزارش کردند یک دوره تمرین بر هماتوکریت خون تأثیر ندارد [۱۵-۱۳] و مارتینز و همکاران (۲۰۰۲) که گزارش کردند مکمل آهن موجب افزایش درصد هماتوکریت خون می‌شود هم‌خوانی ندارد [۱۰]. شاید از مهم‌ترین دلایلی که باعث شده است که نتایج این پژوهش با یافته‌های پیشین هم‌خوان نباشد تعداد کم نمونه‌ها، وضعیت اولیه آزمودنی‌ها و هم‌چنین متغیرهایی مانند سن، جنس، شدت تمرین، سابقه‌ی ورزشی، نوع تمرین و طول دوره تمرین باشد.

بعضی از مکانیسم‌های احتمالی کاهش فریتین در ورزش (که قابل اعتمادترین تست آهن خون است) عبارتند از: ۱- اکثر پژوهش‌گران احتمال داده‌اند که همولیز درون عروقی مسئول کاهش فریتین سرم در حین فعالیت‌های ورزشی است [۱۴]، به این صورت که در جریان پدیده‌ی همولیز درون عروقی، هموگلوبین از سلول همولیز شده، آزاد می‌شود و توسط هاپتوگلوبین به کبد منتقل می‌گردد و آهن هموگلوبین از طریق ادرار یا عرق دفع شده ذخایر آهن تخلیه و نهایتاً فریتین سرم پایین می‌آید. در ورزشکاران استقامتی پدیده همولیز درون عروقی شایع است زیرا غلظت هاپتوگلوبین رابطه معکوس با مسافت دویدن یا زمان اجرای تمرین دارد. این امر احتمال وجود یک رابطه نزدیک بین همولیز درون عروقی و کاهش ذخایر آهن بدن را نشان می‌دهد. همولیز در دیواره عروق، کف پاها که با زمین برخورد دارند و حتی در دریچه‌های قلبی رخ می‌دهد و گلبول‌های پیر و شکننده را بیش‌تر دچار نابودی می‌کند. ۲- دیگر توجیه احتمالی فقر آهن در ورزشکاران استقامتی کاهش جذب آن از روده‌هاست. بسیاری از پژوهش‌گران معتقدند به دلایلی جذب

- [4] Hintin PS, Giordano C, Brownli T, Haas JD. Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. *J Appl Physiol* 2000; 88: 1103-1111.
- [5] Clement DB, Asmundson RC. Nutritional intake and hematological parameters in endurance runners. *Physician Sports Med* 1980; 23: 1338-1348.
- [6] Falsetti HL, Burke ER, Feld RD, Frederick EC, Ratering C. Hematological variations after endurance running with hard- and soft-soled running shoes. *Physician Sports Med* 1983; 11 (8): 118-24.
- [7] Buik FJ, Gledhill N, Froese AB, Spriet L, Meyers EC. Effects of induced erythrocythemia on aerobic work capacity. *J Appl Physiol* 1980; 48: 636-642.
- [8] Convertino, V. A. Blood volume: its adaptation to endurance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23:1338-1348, 1991
- [9] Flynn MG, Mackinnin L, Gedge V, Fahlman M, Brickman T. Influence of iron status and iron supplementation on natural killer cell activity in trained women runners. *Int J sports Med* 2003; 24: 217-222.
- [10] Martinez AC, Camara FJ, Vicente GV. Status and metabolism of iron in elite sportsmen during a period of professional competition. *Biol Trace Elem Res* 2002; 89: 205-213.
- [11] Powell PD, Tucker A. Iron supplementation and running performance in female cross – country runners. *Int J sports Med* 1991; 12: 462-467.
- [12] Movin and McGill (Author). *Physiological concepts of Strength training*. Translated by Farhad Rahmani Nia. first edition. Rasht: J Guilan Univ Med Sci 1998. (Persian).
- [13] Dressendorfer RH, Keen CL, Wade CE, Claybaugh JR, Timimis GC. Development of runner s anemia during a 20-day road race: effect of iron supplements. *Int J sports Med* 1991; 12: 332-336.
- [14] Hemmati J. Effect of eight weeks of aerobic exercise alone with iron supplementation on some blood components boy students. MSc Thesis. J Shahid Chamran Univ Med Sci 2004. (Persian).
- [15] Hegenauer J, Strause L, Saltman P, Dann D, White J, Gren R. Transitory hematologic effect of moderate exercise is not influenced by iron supplementation. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1983; 52: 57-61.
- [16] Allen ME, Tully B, Biehing AM. Plasma volume expansion following mild erobice exercise. *Sports Training Med Rehab* 1992; 3 :157-163.
- [17] Kampe CE, Rodgers GP, Oswalt JD, Sandbach JF. Exercise induced fragmentation hemolysis: a simple in vivo evaluate heart valve hemolysis. *south Med J* 1998; 91: 970-972.
- [18] Smith JA. Exercise, training and red blood cell turnover. *Sports Med* 1995; 19: 9-31.
- [19] Weaver CM, Rajaram S. Exercise and iron status. *J Nutr* 1992; 122: 782-787.
- [20] Stewart JG, Ahlquist DA, McGill DB, Ilstrup DM, Schwartz S, Owen RA. Gastrointestinal blood loss and anemia in runners. *Ann Intern Med* 1984; 100: 843-845.
- [21] Jordan J, Kiernan W, Merker HJ, Wenzel M, Beneke R. Red cell membrane skeletal changes in marathon runners. *Int J Sports Med* 1998; 19: 16-19.
- [22] Hinton PS, Giordano C, Brownlie T, Haas JD. Iron supplementation improves endurance after training in iron Depleted, nonanemic women. *J Appl Physiol* 2000; 88: 1103-1111.
- [23] Kelingshirm LA, Pate RR, Bourque SP, Davis JM, Sargent RG. Effect of iron Supplementation on endurance capacity in iron depleted female runners. *Med Sci sports Exerc* 1992; 24: 819-824.
- [24] Fogelholm M, Jaakkola L, Lampisjavvi T. Effects of iron supplementation in female athletes with low serum ferritin concentration. *Int J Sport Med* 1992; 13: 158-162.
- [25] Powers HJ, Bates CJ, Lamb WH, Singh J, Gellman W, Webb E. Effects of a multivitamin and Iron supplementation on running performance in Gambian children. *Hum Nutr clin Nutr* 1985; 39: 427-437.
- [26] Mann SK, Kaur S, Bains K. Iron and energy supplementation improves the physical work capacity of female college student's. *Food Nutr Bull* 2002; 23: 57-64.

(۲۰۰۲) و بروتسارت و همکاران (۲۰۰۳) که گزارش کردند پس از یک دوره‌ی تمرینی و مصرف مکمل آهن میزان ترانسفرین خون افزایش یافت، هم‌خوانی دارد [۲۶،۱] و با یافته‌های، پاول و همکاران (۱۹۹۶) و هگن آر و همکاران (۱۹۸۳) هم‌خوانی ندارد [۱۴،۱۱]. از دلایل عمده‌ای که می‌توان در مورد عدم هم‌خوانی نتیجه‌ی این پژوهش با یافته‌های دیگران برشمرد، تفاوت در متغیرهایی مانند سن، جنس، شدت تمرین، تعداد آزمودنی‌ها، سابقه ورزشی، نوع تمرین، طول دوره تمرینات و وضعیت اولیه آزمودنی‌ها می‌باشد.

با توجه به تغییرات مشاهده شده در سطوح گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، آهن، فریتین و ترانسفرین سرم آزمودنی‌ها و با در نظر گرفتن این موضوع که کم‌خونی فقر آهن با تحلیل ذخایر آهن آغاز می‌شود، احتمالاً می‌توان به وجود فقر آهن بدون کم‌خونی در این افراد مشکوک شد؛ در این مرحله، به دلیل نبود کم‌خونی، فقر آهن موجب پایین آمدن آمادگی فرد نمی‌شود اما اگر این کمبود جبران نشود، کم‌خونی ایجاد شده و ممکن است فعالیت جسمانی دختران را با مشکل یا محدودیت مواجه سازد.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب قدردانی و سپاس‌گزاری خود را از مسئولان دبیرستان دخترانه شایستگان بردسکن و دانش‌آموزان شرکت‌کننده در پژوهش ابراز می‌دارند.

## منابع

- [1] Brutsaert TD, Hernandez-Cordero S, Rivera J, Viola T, Hughes G, Haas JD. Iron supplementation improves progressive fatigue resistance during dynamic knee extensor exercise in iron-depleted, no anemic woman. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 441-448.
- [2] Lamanca JJ, Heymes EM. Effect of iron repletion on Vo2max endurance and blood lactate in women. *Med Sci Sport Exerc* 1993; 25: 1386-1392.
- [3] Brown lie IV, Thomas. Iron supplementation enhances iron-depleted women. *Am J clin nutr* 2002; 75: 734-742.

# Effects of aerobic training along with iron supplementation on the hemoglobin, red blood cells, hematocrit, serum ferritin, transferrin and iron in young girls

Mohammad Reza Ramezani (Ph.D)<sup>\*1</sup>, Masumeh Kazemi (M.Sc)<sup>2</sup>

1 – Dept. of Physical Education, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

2 – Education organization of Bardaskan, Bardaskan, Iran

(Received: 05 Oct 2010 Accepted: 12 Jul 2011)

**Introduction:** Iron deficiency can be followed with major problems in relation to reduced aerobic capacity and power for athletes. The purpose of this research was to study the effect of six weeks aerobic training on young girls' hemoglobin, red blood cells, hematocrit, iron, serum ferritin and transferrin.

**Materials and Methods:** 34 female students were selected with an average age of 16.56 years, weight 50.42 kg and height 160.55 cm from 100 volunteers randomly and assigned into three groups: exercise + iron supplementation (group 1), exercise+ placebo (group 2) and control. Before exercise, subject's blood samples were obtained. Experimental groups were trained for three sessions per week for six weeks. The experimental groups 1 and 2 received a tablet containing 27 mg ferrous gluconate and placebo respectively, the night before of each exercise session. After training period, the second stage of blood sampling was performed.

**Results:** Iron supplementation with aerobic exercise increased the amount of iron, serum ferritin and transferrin. No significant effects were found on hemoglobin, hematocrit and red blood cells. Placebo intake along with aerobic exercise reduced serum iron, ferritin, hemoglobin, hematocrit and red blood cells significantly. Significant differences between three groups' serum iron and ferritin were also observed.

**Conclusion:** The results showed if aerobic exercise performed with iron supplements by young girls, in addition to increasing the amount of iron, it increases iron storage in the form of ferritin and transferrin and possibly their risk of anemia is prevented.

**Key words:** Exercise, Hemoglobin, Erythrocytes, Hematocrit, Transferrin, Ferritin, Dietary Supplements, Adolescent

\* Corresponding author: Fax: +98 511 6635245; Tel: +98 9153108912  
ramezani@mshdiau.ac.ir