



Effect of 8 Weeks of Continuous Moderate Intensity Aerobic Training on Iron Status in Club-Level Football Players

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Alikarami H.¹ MSc,
Nikbakht M.* PhD,
Valipour Dehnou V.² PhD,
Ghalavand A.³ MSc

How to cite this article

Alikarami H, Nikbakht M, Valipour Dehnou V, Ghalavand A. Effect of 8 Weeks of Continuous Moderate Intensity Aerobic Training on Iron Status in Club-Level Football Players. *Horizon of Medical Sciences*. 2017;23(2):129-133.

*Exercise Physiology Department, Physical Education Faculty, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran

¹Exercise Physiology Department, Physical Education Faculty, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran

²Sport Sciences Department, Literature & Human Sciences Faculty, Lorestan University, Khorramabad, Iran

³Physical Education Department, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran

Correspondence

Address: Physical Education Faculty, Golestan Boulevard, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran
Phone: +98 (61) 13330010
Fax: +98 (61) 13330010
nikbakht@ut.ac.ir

Article History

Received: May 15, 2016

Accepted: December 13, 2016

ePublished: March 25, 2017

ABSTRACT

Aims As one of the body elements, Iron plays a role in oxygen transport. And, the need for daily Iron increases by the exercises. The aim of the study was to investigate the effects of 8-week moderate-intensity aerobic continuous exercises on the serum Iron status in club soccer-players.

Materials & Methods In the semi-experimental study, 24 soccer-players of Khorramabad Super Clubs were studied in 2015. The subjects were selected via convenience method and were randomly divided into two groups including experimental (n=12 persons) and control (n=12 persons) groups. 8-week continuous aerobic exercises with 70-80% of maximum heart rate were conducted in experimental group, while no exercise session was conducted in control group. Serum Iron, red blood-cell number, hemoglobin, hematocrit, and serum ferritin were measured before and after the exercise course. Data was analyzed using dependent T test.

Findings After 8-week exercises and in experimental group, Iron, hematocrit, and serum ferritin levels significantly decreased compared to the pretest stage (p<0.05). Nevertheless, the total Iron-binding capacity, red blood-cell number, and hemoglobin did not significantly change (p<0.05).

Conclusion 8-week moderate-intensity continuous aerobic exercises reduce Iron, hematocrit, and serum ferritin levels in the club soccer-players.

Keywords Aerobic Exercises; Iron; Ferritine; Soccer

CITATION LINKS

[1] Effects of lean beef supplementation on iron status, body composition and performance of collegiate distance runners [2] Iron and the female athlete: a review of dietary treatment methods for improving iron status and exercise performance [3] The effect of arginine or glycine supplementation on gastrointestinal function, muscle injury, serum amino acid concentrations and performance during a marathon run [4] Exercise physiology [5] Systemic and mitochondrial adaptive responses to moderate exercise in rodents [6] Iron deficiency anemia [7] The effect of endurance training and iron supplement on anemic indexes and cytochrome c oxidase in lower limb muscles of rats [8] Iron excess in recreational marathon runners [9] Iron deficiency and iron excess damage mitochondria and mitochondrial DNA in rats [10] Iron status is associated with endurance performance and training in female rowers [11] Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women [12] Iron status in highly active and sedentary young women [13] Effects of exercise on soluble transferrin receptor and other variables of the iron status [14] Iron nutritional status in female karatekas, handball and basketball players, and runners [15] Effect of specific aerobic training on serum iron, ferritin, and total iron-binding capacity in nonathlete students [16] Effects of aerobic training along with iron supplementation on the hemoglobin, red blood cells, hematocrit, serum ferritin, transferrin and iron in young girls [17] Effect of one period of selective aerobic training on hematological indexes of girls [18] High serum ferritin is not identical to high iron stores [19] Hematocrit and performance: the effect of endurance training on blood volume [20] The effect of one event of submaximal exercise on plasma hepcidin concentrations in male runners [21] The effect of concentric and eccentric training on serum iron, ferritin, transferrin and TIBC in trained females [22] Iron deficiency caused by 7 weeks of intensive physical exercise [23] Iron status in cyclists during high-intensity interval training and ... [24] Twelve weeks of endurance exercise training does not affect iron status measures in women [25] Exercise biochemistry

تاثیر ۸ هفته تمرین تناوبی هوازی با شدت متوسط بر وضعیت آهن فوتبالیست‌های باشگاهی

حشمت‌اله علی‌کرمی MSc

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

مسعود نیکبخت PhD

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

وحید ولی‌پور دهنو PhD

گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

اکبر قلاوند MSc

گروه تربیت بدنی، واحد آبادان، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران

چکیده

اهداف: آهن یکی از عناصر مهم موجود در بدن است که در انتقال اکسیژن نقش دارد. برخی از تحقیقات نشان می‌دهند که تمرینات ورزشی مقدار نیاز روزانه به آهن را افزایش می‌دهد. هدف تحقیق حاضر، بررسی تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی هوازی با شدت متوسط بر وضعیت آهن سرم فوتبالیست‌های باشگاهی بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۴، ۲۴ مرد فوتبالیست عضو باشگاه‌های دسته یک شهر خرم‌آباد به‌روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و شاهد (۱۲ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی تمرین هوازی تناوبی را با شدت ۸۰-۷۰٪ ضربان قلب پیشینه به‌مدت هشت هفته انجام دادند، ولی گروه شاهد در این مدت هیچ‌گونه تمرین ورزشی نداشتند. متغیرهای آهن سرم، ظرفیت پیوندی کامل آهن، تعداد گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و فریتین سرم قبل و بعد از دوره تمرینی اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون T وابسته انجام شد.

یافته‌ها: پس از هشت هفته تمرین، سطوح آهن، هماتوکریت و فریتین سرم در گروه تجربی نسبت به پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری نشان داد ($p < 0.05$). اما تغییرات ظرفیت پیوندی کامل آهن، تعداد گلبول قرمز و هموگلوبین معنی‌دار نبود ($p > 0.05$).

نتیجه‌گیری: هشت هفته تمرین تناوبی هوازی با شدت متوسط موجب کاهش سطوح آهن، هماتوکریت و فریتین سرم در فوتبالیست‌های باشگاهی می‌شود. کلیدواژه‌ها: تمرین هوازی، آهن، فریتین، فوتبالیست

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۳

*نویسنده مسئول: nikbakht@ut.ac.ir

مقدمه

آهن یک عنصر معدنی کمیاب است که نقش‌های ضروری در بدن انسان ایفا می‌کند. دوسوم آهن داخل بدن در هموگلوبین (یک پروتئین حاوی آهن موجود در سلول‌های قرمز خون که حامل اکسیژن است) یافت می‌شود. باقی‌مانده آهن در میوگلوبین واقع شده است که به ذخیره و انتقال اکسیژن درون عضلات کمک می‌کند^[1]. آهن یک ریزمغذی ضروری در مسیرهای تولید انرژی است^[2] و نقش مهمی به‌عنوان عنصر اساسی در انتقال اکسیژن و فرآیند ساخت هموگلوبین و میوگلوبین دارد^[3, 4]. علاوه بر این، آهن، عامل مشترک در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی از جمله سیتوکروم اکسیداز است که به‌عنوان یک مجموعه آنزیمی حاوی آهن و مس، در زنجیره تنفسی میتوکندری نقش مهمی در فرآیند فسفوریلاسیون اکسیداتیو ایفا می‌کند. عملکرد و نقش آن به‌عنوان

فصل‌نامه علمی-پژوهشی افق دانش

مجموعه چهارم زنجیره تنفسی، دریافت الکترون از هر کدام از چهار مولکول سیتوکروم و انتقال آنها به یک مولکول اکسیژن و تبدیل اکسیژن مولکولی به دو مولکول آب است^[5, 6]. سیتوکروم‌های موجود در زنجیره تنفسی، ذخیره انرژی را از طریق اکسیداسیون و احیای آهن می‌کنند. بنابراین کمبود آهن قبل از اینکه در مقدار هموگلوبین خون تاثیر بگذارد، در فعالیت آنزیم‌های میتوکندریایی موثر است^[7].

تحقیقات زیادی در زمینه تاثیر فعالیت ورزشی بر شاخص‌های هماتولوژیک در افراد سالم انجام شده است که نتایج آنها بیانگر آن است که در گروهی از افراد این فعالیت‌ها منجر به کم‌خونی می‌شود^[8]. این آنمی به‌صورت کاهش غلظت هموگلوبین، تعداد سلول‌های قرمز خون، درصد هماتوکریت و کاهش غلظت فریتین در این گونه مطالعات دیده شده است^[9]، به‌طوری که این روند در طول تمرینات ورزشی به ناتوانی و ضعف در عملکرد هوازی آنان منجر شده است^[7]. مطالعاتی در حیوانات و انسان‌ها رابطه بین تخلیه آهن بدون کم‌خونی (IDNA) و اجرای جسمانی را نشان داده‌اند. پیامدهای IDNA برای ورزشکاران شامل کاهش استقامت و کارایی انرژی است^[10]. همچنین نشان داده شده که کاهش آهن ممکن است رهایش اکسیژن و اجرای جسمانی را دچار اختلال کند^[11]. کمبود آهن در بین ورزشکاران استقامتی به‌ویژه زنان رایج است و حتی ممکن است در خطر توسعه کمبود آهن قرار بگیرند. نشان داده شده افرادی که از نظر جسمانی فعال‌تر هستند یا فعالیت جسمانی منظم انجام می‌دهند در مقایسه با هم‌تایان کمتر فعالشان، بیشتر در خطر توسعه این کمبود آهن هستند^[11, 12]. برخی از پژوهشگران معتقدند تمرینات ورزشی مقدار نیاز روزانه به آهن را افزایش می‌دهد^[12] که دلایل این نیاز افزایش یافته بدن افزایش تغییر و تبدیل و ازدست‌رفتن آهن به‌واسطه همولیز ناشی از ضربه پا به زمین، عرق‌کردن و خونریزی امعاء و احشایی است^[11]. ضربه یکی از شایع‌ترین علل کم‌خونی فقر آهن در ورزشکاران است که در آن ذخایر آهن تخلیه می‌شوند و تعادل بین آهن دریافتی و نیازمندی‌های آهن مختل می‌شود. شوماخر و همکاران در تحقیقی، ۱۰٪ تخلیه آهن در مردان ورزشکار و ۲۰٪ تخلیه آهن در زنان ورزشکار را گزارش کردند^[13]. در حالی که در برخی تحقیقات نشان داده شده که آهن سرم افزایش، اما فریتین سرم کاهش یافته است^[14]. در تحقیقی روی دانشجویان غیرورزشکار پس از هشت هفته تمرینات هوازی، تفاوت معنی‌داری در سطوح آهن و فریتین پلاسما گزارش نشد^[15].

با توجه به یافته‌های متناقض و همچنین اهمیت وضعیت آهن در عملکرد ورزشکاران و اهمیت و نیاز به تمرینات هوازی در برنامه آماده‌سازی ورزشکاران، تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین تناوبی هوازی با شدت متوسط بر وضعیت آهن سرم فوتبالیست‌های باشگاهی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۴، ۲۴ مرد فوتبالیست عضو باشگاه‌های دسته یک شهر خرم‌آباد به‌روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و شاهد (۱۲ نفر) تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه، قراردادن در دامنه سنی ۳۵-۱۹ سال و برخورداری از سلامت کامل جسمانی بود. مداخله تمرینی در دوره خارج از فصل مسابقات ورزشکاران انجام شد. ابتدا آزمودنی‌ها کاملاً با اهداف مطالعه آشنا شدند و آموزش‌های لازم را در ارتباط با روش کار به‌صورت شفاهی و کتبی

تأثیر ۸ هفته تمرین تداومی هوازی با شدت متوسط بر وضعیت آهن فوبالیست‌های باشگاهی ۱۳۱ پایین‌تر آهن در ورزشکاران نسبت به سایر افراد است [12]. یافته‌های تحقیق *رمضان‌پور و کاظمی* نیز نشان داد پس از سه هفته تمرین دویدن تناوبی با شدت ۸۵-۷۵٪ ضربان قلب بیشینه، کاهش معنی‌داری در سطح آهن سرم دختران دانش‌آموز دیده شد [16]. همچنین *موسوی‌زاده* و همکاران پس از هشت هفته تمرین هوازی با شدت ۶۵-۶۰٪ ضربان قلب ذخیره کاهش معنی‌داری در سطح آهن سرم گزارش کردند [17]، که نتایج این تحقیقات همسو با یافته‌های تحقیق حاضر است. محققان کاهش سطح آهن در ورزشکاران را ناشی از هموستاز آهن در افزایش ساخت پروتئین‌های حاوی آهن به‌همراه کاهش در فرآیند جذب روده‌ای آن و افزایش دفع آهن از طریق عرق‌کردن، دفع آهن روده‌ای و دفع آهن از طریق کلیه‌ها (ادرار) طی تمرین می‌دانند [18, 19]. همچنین نشان داده شده که آسیب مداوم ناشی از ضربه پا به زمین منبع اصلی همولیز و کاهش آهن در عمل دویدن است [1]. به‌علاوه، مطالعات گزارش کرده‌اند که ورزش هوازی منظم به کاهش ذخایر آهن بدن منجر می‌شود که تعداد زیادی از زنان جوان را در خطر کمبود آهن قرار می‌دهد، در حالی که فعالیت جسمانی منظم به‌عنوان بخشی از سبک زندگی سالم پیشنهاد شده است [11].

جدول ۲) مقایسه میانگین آماری متغیرهای پژوهش در دو گروه در مراحل قبل و بعد از مداخله

متغیرها	گروه شاهد	گروه تجربی	سطح معنی‌داری
آهن (میکروگرم بر دسی‌لیتر)			
پیش‌آزمون	۱۱۱/۹۲±۲۸/۹۳	۱۲۴/۰±۲۵/۰۹	۰/۲۸۶
پس‌آزمون	۱۱۲/۸۳±۲۸/۸۰	۹۰/۲۵±۳۴/۲۹	۰/۰۹۵
سطح معنی‌داری	۰/۰۹۴	۰/۰۰۸	-
TIBC (میکروگرم بر دسی‌لیتر)			
پیش‌آزمون	۳۵۳/۸۳±۱۶/۱۷	۳۵۳/۴۲±۱۸/۰۲	۰/۹۵۳
پس‌آزمون	۳۵۲/۰۸±۱۵/۵۹	۳۵۲/۹۲±۱۴/۴۹	۰/۸۹۳
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۴	۰/۸۲۰	-
RBC (میلیون در هر میلی‌متر مکعب)			
پیش‌آزمون	۵/۹۲±۰/۴۱	۵/۷۹±۰/۴۵	۰/۴۵۶
پس‌آزمون	۵/۹۴±۰/۳۹	۵/۷۸±۰/۵۳	۰/۴۱۳
سطح معنی‌داری	۰/۰۵۳	۰/۷۰۸	-
هموگلوبین (گرم بر دسی‌لیتر)			
پیش‌آزمون	۱۵/۹۴±۱/۰۶	۱۵/۷۰±۰/۷۲	۰/۵۱۹
پس‌آزمون	۱۵/۷۷±۰/۸۵	۱۵/۷۳±۰/۵۴	۰/۸۸۸
سطح معنی‌داری	۰/۰۹۶	۰/۷۷۳	-
هماتوکریت (درصد)			
پیش‌آزمون	۴۷/۸۳±۱/۸۶	۴۸/۰۴±۱/۴۸	۰/۷۵۵
پس‌آزمون	۴۸/۱۳±۱/۵۳	۴۷/۳±۰/۸۲	۰/۱۱۳
سطح معنی‌داری	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	-
فریتین (نانوگرم بر میلی‌لیتر)			
پیش‌آزمون	۹۹/۲۵±۳۲/۱۶	۸۷/۸۳±۱۴/۸۳	۰/۲۷۶
پس‌آزمون	۱۰۵/۵۰±۲۸/۵۲	۶۸/۸۳±۱۵/۸۱	۰/۰۰۱
سطح معنی‌داری	۰/۲۵۵	۰/۰۰۱	-

در رابطه با تغییرات فریتین، نتایج تحقیق حاضر کاهش معنی‌داری در سطح فریتین سرم در گروه تجربی نسبت به گروه شاهد نشان داد. *موسوی‌زاده* و همکاران پس از هشت هفته تمرین هوازی کاهش معنی‌داری در سطح فریتین پلاسما گزارش کرده‌اند [17] که با یافته‌های این تحقیق همسو است. *رمضان‌پور و کاظمی* نیز کاهش معنی‌داری در سطح فریتین دختران دانش‌آموز پس از یک دوره تمرین گزارش کردند [16] که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. اما *افسری* و همکاران پس از تمرین هوازی افزایش معنی‌داری در سطح فریتین گزارش کردند [20] که با یافته‌های این

دریافت کردند. تمامی آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در تمرین را امضا نمودند.

نمونه‌گیری خونی، ۲۴ ساعت پیش و پس از مداخله تمرینی توسط نمونه‌گیر آزمایشگاه با رعایت شرایط استاندارد و به‌صورت نشست‌ه از ورید رادیال راست آزمودنی‌ها بین ساعت ۷/۳۰ تا ۸ صبح در حالت ناشتا انجام شد. در هر مرحله ۵ سی‌سی خون از هر آزمودنی برای انجام آزمایش‌های CBC (شمارش سلول‌های خونی) و فریتین گرفته شد و آهن سرم (Fe)، ظرفیت پیوندی کامل آهن (TIBC)، تعداد گلبول قرمز (RBC)، هموگلوبین (Hb)، هماتوکریت (Hct) و فریتین سرم مورد سنجش قرار گرفت.

مداخله تمرینی شامل ۸ هفته دویدن هوازی با شدت ۸۰-۷۰٪ ضربان قلب بیشینه بود که تحت نظارت پژوهشگر صورت می‌گرفت. برای کنترل شدت تمرین از شمارش ضربان قلب در حین، قبل و پایان تمرین و به‌صورت شمارش ضربان نبض کاروتید توسط ورزشکاران استفاده می‌شد. مدت‌زمان تمرین در جلسه اول ۳۰ دقیقه بود. به‌منظور رعایت اصل اضافه‌بار تدریجی، در هر جلسه یک دقیقه به زمان دویدن افزوده می‌شد. قبل از شروع تمرین ۱۰ دقیقه برنامه گرم‌کردن شامل دویدن آرام و حرکات کششی فعال و پس از انجام بدنه اصلی تمرین، سردکردن شامل راه‌رفتن سریع به‌مدت ۵ دقیقه و حرکات کششی غیرفعال انجام می‌شد. گروه شاهد در این مدت هیچ گونه تمرین ورزشی نداشتند، اما از نظر جسمانی فعال بودند؛ یعنی در واقع کاملاً بی‌تحرك نبودند.

برای بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. سپس آزمون T وابسته برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به‌صورت میانگین آماری ارائه شد.

یافته‌ها

در مرحله پیش‌آزمون، دو گروه از نظر ویژگی‌های دموگرافیک سن، قد، وزن و شاخص توده بدن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p > 0.05$; جدول ۱).

جدول ۱) میانگین ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در دو گروه (هر گروه ۱۲ نفر)

گروه شاهد	گروه تجربی
سن (سال)	
۲۷/۴۷±۳/۵۳	۲۸/۳۳±۴/۱۲
قد (سانتی‌متر)	
۱۷۸/۵۸±۶/۸۶	۱۷۷/۹۲±۶/۶۷
وزن (کیلوگرم)	
۷۵/۲۶±۷/۶۲	۷۳/۶۷±۵/۶۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	
۲۳/۵۳±۰/۸۳	۲۳/۲۵±۰/۸۶

پس از ۸ هفته تمرین، سطوح آهن، هماتوکریت و فریتین سرم در گروه تجربی نسبت به پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری نشان داد و در گروه شاهد ظرفیت پیوندی کامل آهن کاهش معنی‌داری داشت ($p < 0.05$; جدول ۲).

بحث

در تحقیق حاضر، در گروه تجربی ۸ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط سبب کاهش معنی‌داری در سطح آهن سرم در مقایسه با گروه شاهد شد. نتایج تحقیق *ولف* و همکاران نشان‌دهنده سطح

تحقیق ناهمسو است. این تفاوت ممکن است به‌خاطر تفاوت در شرایط تغذیه‌ای آزمودنی‌ها یا تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها باشد. سطوح پایین فریتین، ذخایر تهی‌شده آهن را نمایش می‌دهد، اما سطوح طبیعی و بالای آن نمی‌تواند ضمانت کافی برای مخازن آهن داشته باشد، چرا که فریتین یک پروتئین متغیر است و امکان دارد در برخی شرایط مانند عفونت، التهاب و اختلالات کبد که موجب افزایش سطح فریتین سرم می‌شوند، تغییر کند^[21]. به هر حال فریتین سرم برای ارزیابی کمبود آهن به‌کار می‌رود، چون اغلب پارامتری است که به‌صورت زیادی برای ارزیابی وضعیت آهن مورد استفاده قرار می‌گیرد^[1]. در مطالعه حاضر آهن و فریتین سرم به‌طور مشابه کاهش معنی‌داری نشان دادند.

کاهش شاخص‌های هماتولوژیک در اثر تمرینات هوازی ناشی از افزایش حجم پلاسما است که سازوکار مفیدی در رابطه با سازگاری با تمرینات استقامتی است^[17]. در تحقیق حاضر هماتوکریت در گروه تجربی کاهش معنی‌داری یافت. دلیل کاهش هماتوکریت با توجه به اینکه تغییرات گلبول‌های قرمز خون تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند را احتمالاً می‌توان به افزایش حجم پلاسما در گروه تجربی نسبت داد. در این رابطه برخی تحقیقات^[4, 16, 17]، کاهش معنی‌داری در هماتوکریت گزارش کرده‌اند که با یافته‌های این تحقیق همسو است. در تحقیق حاضر هماتوکریت در گروه شاهد افزایش یافت که احتمالاً ناشی از کاهش حجم پلاسما، افزایش مقدار گلبول‌های قرمز خون یا هر دو است^[4].

در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری در ظرفیت ترکیبی کلی آهن بین دو گروه مشاهده نشد. تغییرات غیرمعنی‌دار TIBC در مطالعه حاضر ناهمسو با یافته‌های *آفاعلی‌نژاد* و همکاران [۲۱] و موسوی‌زاده و همکاران^[17] است. در تحقیق *ماگازانیک* و همکاران پس از هفت هفته تمرینات شدید هم‌طول و هم‌تنش در ۱۱ مرد و ۸ زن با میانگین سنی ۲۱ سال، گزارش شده که سطح TIBC، ۲۵٪ در زنان و ۱۸٪ در مردان افزایش یافته^[22] که با یافته‌های تحقیق حاضر ناهمخوانی دارد. دلیل اختلاف ممکن است تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها، وضعیت آمادگی جسمانی یا تفاوت در پروتکل تمرینی باشد. همچنین نتایج تحقیق *ویلیکینسون* و همکاران نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار TIBC پس از شش هفته تمرینات اینتروال رکاب‌زدن پرشدت در دوچرخه‌سواران است^[23] که با یافته‌های تحقیق حاضر ناهمخوان است. دلیل تفاوت احتمالاً در نوع تمرین است که در مطالعه حاضر از تمرین تداومی با شدت متوسط، اما در این دو مطالعه از تمرینات اینتروال و مقاومتی استفاده شده است. *بورک* و همکاران پس از ۱۲ هفته ورزش استقامتی پیاده‌روی/دویدن یا دوچرخه‌سواری با ۸۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی در زنان غیرفعال دارای ذخایر طبیعی آهن، نشان دادند که فریتین سرم، آهن سرم و ظرفیت پیوندی کل آهن تغییرات معنی‌داری نداشت^[24].

هموگلوبین یک پروتئین پیوندی با اکسیژن در سلول قرمز خون است^[4]. در مطالعه حاضر هموگلوبین در گروه تجربی افزایش غیرمعنی‌داری را نشان داد. نشان داده شده که ارتفاع و ورزش غلظت هموگلوبین خون را افزایش می‌دهند و غلظت هموگلوبین ارتباط نزدیکی با هماتوکریت دارد^[25]. اما کاهش هماتوکریت در گروه تجربی را شاید بتوان به افزایش حجم پلاسما نسبت داد، زیرا غلظت هموگلوبین تغییر معنی‌دار نداشته است. از دلایل عدم افزایش معنی‌دار هموگلوبین احتمالاً شدت کم ورزش بوده و اینکه ورزشکاران از پیش دارای یک آمادگی جسمانی مناسب بوده‌اند

(فصل مسابقات) و این شدت ورزش نتوانسته غلظت هموگلوبین را بیشتر افزایش دهد.

بیشترین سلول‌هایی که خون را می‌سازند، سلول‌های قرمز هستند^[4]. در مطالعه حاضر تعداد گلبول‌های قرمز خون در هر دو گروه تغییر معنی‌داری نداشت. اما در گروه شاهد تمایل به افزایش و در گروه تجربی تمایل به کاهش داشت. از دلایل کاهش تعداد گلبول قرمز در ورزشکاران تخریب آنها در عروق خونی یا هنگام ضربه‌زدن به زمین، همچنین از دست‌رفتن گلبول قرمز در مدفوع هنگام شکستن مویرگ‌ها در دستگاه هاضمه در حین ورزش به‌ویژه در ورزش استقامتی طولانی است^[25]. چون آزمودنی‌های مطالعه حاضر آمادگی جسمانی پیشین خوبی داشته‌اند (فصل مسابقات)، پروتکل تمرینی در مطالعه حاضر نتوانسته تعداد گلبول‌های قرمز را افزایش دهد. اما در گروه شاهد چون پس از فصل مسابقات تمرین ورزشی نداشته‌اند تعداد گلبول‌های قرمز آنها تا حدودی افزایش یافته است که شاید به‌دلیل کاهش حجم پلاسما باشد. همچنین کل حجم هموگلوبین و گلبول‌های قرمز خون ممکن است به‌وسیله تمرین بهبود یابد، اما غلظت کلی هموگلوبین و هماتوکریت پایین‌تر است، زیرا افزایش حجم پلاسما خون را رقیق می‌کند^[4]. به هر حال در مطالعه حاضر چون حجم گلبول‌های قرمز خون و هموگلوبین تغییر معنی‌داری نداشته است، همسو با عدم تغییر ظرفیت پیوندی کل آهن است.

از محدودیت‌های این پژوهش، عدم کنترل بسیار دقیق شدت ورزش بود که به‌وسیله تعداد نبض و به‌صورت دستی انجام شد (البته اعتبار این روش در مطالعات نشان داده شده است) و عدم کنترل وضعیت تغذیه‌ای دو گروه در خلال مطالعه نیز محدودیت دیگر پژوهش محسوب می‌شود. با توجه به نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می‌شود که ورزشکاران در خلال تمرینات خارج از فصل و همچنین در خلال سایر تمرینات ورزشی‌شان عوامل هماتولوژی مرتبط با فعالیت ورزشی را به‌طور مرتب کنترل کنند تا اجرای ورزشی‌شان دچار اختلال نشود، همچنین ورزشکاران، به‌ویژه ورزشکاران درگیر در ورزش‌های دارای جزء استقامتی، در مراحل اولیه تمرینات هوازی مکمل آهن مصرف کنند.

نتیجه‌گیری

۸ هفته تمرین تداومی هوازی با شدت متوسط موجب کاهش سطوح آهن، هماتوکریت و فریتین سرم در فوتبالیست‌های باشگاهی می‌شود.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از تمامی آزمودنی‌هایی که در این مطالعه شرکت کرده‌اند، همچنین مسئولان هیات فوتبال استان لرستان سپاسگزاری می‌نماییم.

تاییدیه اخلاقی: آزمودنی‌ها داوطلبانه فرم رضایت‌نامه کتبی را تکمیل و امضا کرده و آمادگی خود را برای شرکت در پژوهش اعلام نمودند.

تعارض منافع: تعارض منافی وجود ندارد.

سهم نویسندگان: حشمت‌اله علی‌کرمی (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر اصلی (۲۵٪)؛ مسعود نیکبخت (نویسنده دوم) روش‌شناس (۲۵٪)؛ وحید ولی‌پور دهنو (نویسنده سوم) نگارنده بحث (۲۵٪)؛ اکبر قلاوند (نویسنده چهارم) پژوهشگر کمکی/تحلیل‌گر آماری (۲۵٪)

منابع مالی: پژوهش حاضر بدون بهره‌گیری از منابع مالی هر سازمان و نهادی به‌انجام رسیده است.

variables of the iron status. *Br J Sports Med.* 2002;36(3):195-9.

14- Nuviala RJ, Castillo MC, Lapienza MG, Escanero JF. Iron nutritional status in female karatekas, handball and basketball players, and runners. *Physiol Behav.* 1996;59(3):449-53.

15- Mostahfeziyan M. Effect of specific aerobic training on serum iron, ferritin, and total iron-binding capacity in nonathlete students. *Res Sport Sci.* 2003;1(3):55-64. [Persian]

16- Ramezanzpour MR, Kazemi M. Effects of aerobic training along with iron supplementation on the hemoglobin, red blood cells, hematocrit, serum ferritin, transferrin and iron in young girls. *Koomesh.* 2012;13(2):233-9. [Persian]

17- Mousavizadeh M, Ebrahimi K, Nikbakht H. Effect of one period of selective aerobic training on hematological indexes of girls. *Sci J Iran Blood Transfus Organ.* 2009;6(3):227-31. [Persian]

18- Hallberg L, Hulthén L. High serum ferritin is not identical to high iron stores. *Am J Clin Nutr.* 2003;78(6):1225-6.

19- Selby GB, Eichner ER. Hematocrit and performance: the effect of endurance training on blood volume. *Semin Hematol.* 1994;31(2):122-7.

20- Afsari Kalashemi A, Shemshaki A, Hedayati M. The effect of one event of submaximal exercise on plasma hepcidin concentrations in male runners. *Pathobiol Res.* 2014;17(1):79-90. [Persian]

21- Aghaalinejad H, Ebrahimpour Z, Sedaghati P, Meshkati F. The effect of concentric and eccentric training on serum iron, ferritin, transferrin and TIBC in trained females. *J Phys Educ Sport Sci.* 2009;2(4):29-36. [Persian]

22- Magazanik A, Weinstein Y, Dlin RA, Derin M, Schwartzman S, Allalouf D. Iron deficiency caused by 7 weeks of intensive physical exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1988;57(2):198-202.

23- Wilkinson J, Martin D, Adams A, Liebman M. Iron status in cyclists during high-intensity interval training and recovery. *Int J Sports Med.* 2002;23(8):544-8.

24- Bourque SP, Pate RR, Branch JD. Twelve weeks of endurance exercise training does not affect iron status measures in women. *J Am Diet Assoc.* 1997;97(10):1116-21.

25- Mougios V. *Exercise biochemistry.* Champaign: Human Kinetics; 2006.

منابع

1- Burke DE, Johnson JV, Vukovich MD, Kattelmann KK. Effects of lean beef supplementation on iron status, body composition and performance of collegiate distance runners. *Food Nutr Sci.* 2012;3(6):810-21.

2- Alaunyte I, Stojceska V, Plunkett A. Iron and the female athlete: a review of dietary treatment methods for improving iron status and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12:38.

3- Buchman A, O'Brien W, Ou C, Rognerud C, Alvarez M, Dennis K, et al. The effect of arginine or glycine supplementation on gastrointestinal function, muscle injury, serum amino acid concentrations and performance during a marathon run. *Int J Sports Med.* 1999;20(5):315-21.

4- Porcari JP, Bryant CX, Comana F. *Exercise physiology.* 1st edition. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2015.

5- Boveris A, Navarro A. Systemic and mitochondrial adaptive responses to moderate exercise in rodents. *Free Radic Biol Med.* 2008;44(2):224-9.

6- Clark SF. Iron deficiency anemia. *Nutr Clin Pract.* 2008;23(2):128-41.

7- Samavati Sharif MA, Ravasi AA, Minaee B, Javadi E, Kordi MR. The effect of endurance training and iron supplement on anemic indexes and cytochrome c oxidase in lower limb muscles of rats. *Sport Biosci.* 2011;2(7):19-40. [Persian]

8- Mettler S, Zimmermann M. Iron excess in recreational marathon runners. *Eur J Clin Nutr.* 2010;64(5):490-4.

9- Walter PB, Knutson MD, Paler-Martinez A, Lee S, Xu Y, Viteri FE, et al. Iron deficiency and iron excess damage mitochondria and mitochondrial DNA in rats. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2002;99(4):2264-9.

10- Dellavalle DM, Haas JD. Iron status is associated with endurance performance and training in female rowers. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(8):1552-9.

11- Hinton PS, Giordano C, Brownlie T, Haas JD. Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. *J Appl Physiol.* 2000;88:1103-11.

12- Woolf K, St Thomas MM, Hahn N, Vaughan LA, Carlson AG, Hinton P. Iron status in highly active and sedentary young women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009;19(5):519-35.

13- Schumacher Y, Schmid A, König D, Berg A. Effects of exercise on soluble transferrin receptor and other