

تأثیر حجم‌های مختلف تمرینات هوازی بر وضعیت آهن دختران جوان

دکتر امیرحسین حقیقی^۱، حمیرا شجاعی^۲، دکتر محمد رضا حامدی نیا^۳، دکتر محمدعلی سردار^۴

چکیده

هدف: هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر حجم‌های مختلف تمرینات هوازی بر متغیرهای آهن (فریتین، اشباع ترانسفرین، آهن سرم، ظرفیت جذب آهن) و پارامترهای خونی (هموگلوبین، هماتوکریت، MCH، MCV، MCHC) است.

روش‌شناسی: ۳۹ دانش‌آموز دختر ۱۷-۱۵ ساله به صورت داوطلبانه انتخاب و در چهار گروه تقسیم شدند: گروه الف، ۳ جلسه تمرین در هفته، گروه ب، ۴ جلسه تمرین در هفته، گروه ج، ۵ جلسه تمرین در هفته، گروه د، گروه کنترل. برنامه تمرینات هوازی به مدت ۸ هفته و هر جلسه تمرین شامل دویدن مداوم با شدت ۸۰-۷۰٪ حداکثر ضربان قلب به مدت ۶۰-۴۵ دقیقه بود. متغیرهای آهن از طریق نمونه‌گیری خون قبل و بعد از برنامه تمرین تحلیل شدند.

نتایج: نتایج نشان داد که ۳، ۴ و ۵ جلسه تمرین هوازی، تأثیر معناداری بر، MCV ($P=0/67$)، MCH ($P=0/88$)، MCHC ($P=0/71$)، آهن سرم ($P=0/123$)، TIBC ($P=0/395$) و TS ($P=0/414$) ندارد. هموگلوبین و هماتوکریت در همه گروه‌های تمرینی افزایش یافت؛ اما این افزایش معنادار نبود. غلظت فریتین سرم در همه گروه‌های تمرینی کاهش یافت؛ اما این کاهش در گروه ۵ جلسه تمرین در هفته معنادار بود.

نتیجه‌گیری: می‌توان گفت دختران جوان برای انجام این حجم از تمرین (۵ جلسه در هفته)، لازم است تا از مکمل‌های آهن استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی: حجم‌های مختلف، تمرین هوازی، وضعیت آهن، دختران جوان.

Effect of different volumes of aerobic trainings on iron status in young girls

Haghighi. A. H(Ph.D)

shojae.h (MSc)

Hamedinia. (Ph.D)

Sardar.ma(Ph.D)

Abstract

Purpose: The aim of this study was evaluate the effect of different volumes of aerobic training on variable of iron status (ferritin, transferring saturation, serum iron, total iron binding capacity) and hematological indices (MCH, MCHC, MCV, Hb, Hc).

Methodology: Thirty nine girl students aged 15-17 years were selected voluntarily and participate in a aerobic training program. Subjects were divided into four groups: 1) three days per week (n=10); 2) four days per week (n=11); 3) five days per week (n=10); 4) control group (n=8). Aerobic training program included continual running for 45-60 minutes at 70 to 80% maximal heart rate for 8 weeks. The iron status was analyzed in venous blood samples before and after training.

Results: At the end of experiment, different volumes of aerobic training had not significantly effect on MCV (P=0.67), MCH (P=0.88), MCHC (P=0.71), serum iron (P=0.123), TIBC (P=0.395), TS (P=0.414). Hemoglobin and Hematocrit were

increased in experimental groups, although was not significant. Serum ferritin concentration was decreased in experimental groups, but it was significant only in third group.

Conclusion: These results indicate that young girls for this volume of aerobic training (5 sessions per week) must use from iron supplements.

Key words: different volumes, aerobic training, iron status, young.

مقدمه

آهن ارزشمندترین فلز بدن است که در داخل بدن بازیافت می‌شود. آهن، جزء تشکیل‌دهنده چندین آنزیم از جمله کاتالاز، پیروکسیداز، سوکسینات دهیدروژناز و اجزاء سیتوکروم‌هایی است که موجبات انتقال الکترون را در زنجیره تنفس الکترونی فراهم می‌کند و برای سوخت و ساز سلولی ضروری است. هم‌چنین آهن برای تشکیل هموگلوبین و میوگلوبین؛ یعنی، حامل‌های اکسیژن در گلبول‌های قرمز خون و عضلات حیاتی می‌باشد (۳، ۱، ۱۳، ۳۱). بنابراین، کاهش آهن می‌تواند بر اجرای جسمانی تأثیر بگذارد (۳۳، ۹). چندین شاخص برای ارزیابی وضعیت آهن به کار گرفته می‌شود که عبارتند از: سطح آهن، فریتین سرم، ظرفیت پیوندی آهن^۱ (TIBC)، میزان اشباع ترانسفرین^۲ (TS)، هموگلوبین، هماتوکریت، غلظت متوسط هموگلوبین^۳ (MCHC)، مقدار متوسط هموگلوبین در یک گلبول قرمز^۴ (MCH) و متوسط حجم یک گلبول قرمز^۵ (MCV) (۱۳، ۳۳، ۲۵). این متغیرها تحت تأثیر عواملی از قبیل غذای مصرفی و بیماری‌های حاد و مزمن قرار می‌گیرند (۱۷، ۲۴، ۲۲). فریتین مهم‌ترین شاخص ذخایر آهن است و سطح کم آن از کاهش ذخایر خبر می‌دهد (۳۱). اگر چه سطح طبیعی و بالای فریتین نیز ذخیره مناسب آهن را ضمانت نمی‌کند؛ زیرا فریتین می‌تواند در شرایط خاصی بدون تغییرات در ذخایر آهن تغییر کند: عفونت، التهاب، بیماری‌های کبدی و دیگر شرایطی که سبب افزایش سطح فریتین سرم شده می‌تواند کاهش بالقوه آهن را بپوشاند (۱۷، ۳۱، ۱۳، ۳۳). از طرف دیگر، فقر آهن یکی از بیماری‌های تغذیه‌ای شایع در جهان است و ۱۵٪ از جمعیت جهان را در بر می‌گیرد (۲۱، ۲۲، ۱۲). کاهش ذخایر آهن، فریتین پلاسما، آهن مغز استخوان و توزیع نامناسب آهن بافت (که مشخصه اشباع کم ترانسفرین است)، غلظت زیاد پروتوپورفیرین اریتروسیت و غلظت زیاد گیرنده ترانسفرین از شاخص‌های فقر آهن محسوب می‌شود (۷، ۳۵). کمبود آهن به صورت غلظت فریتین کمتر از ۱۲ میکروگرم در لیتر و اشباع ترانسفرین کمتر از ۱۶ درصد تعریف شده است که در بین زنان ورزشکار در رشته‌های هاکی، اسکی صحرانوردی، بسکتبال و سافت بال گزارش شده است (۱۶، ۲۲). فقر آهن در بین زنان بیشتر از مردان است. زنان ورزشکار، دنده‌های استقامتی و گیاهخواران بیشتر در معرض خطر افزایش فقر آهن هستند. از آنجا که آهن برای سوخت و ساز انرژی حیاتی است، دارای نقش سرنوشت‌ساز در تغذیه ورزشکاران است (۱۶، ۳۴، ۷).

آنمی هم‌چنین در بین دوندگان و اسکی‌کنندگان زن مشاهده شده است. تخلیه آهن بافت در ۲۰ تا ۲۵ درصد از دختران آمریکا دیده شده است که با بیشتر اندازه‌گیری‌ها از دوندگان زن مطابقت دارد. با این حال، بعضی از دوندگان زن جوان و بزرگسال، شیوع بالاتری از تخلیه آهن بافت را نشان می‌دهند (۲۵ تا ۴۴ درصد). دوندگان و اسکی‌کنندگان مرد نیز تخلیه آهن بافتی بیشتری (۴ تا ۱۳ درصد) را نسبت به آنچه از

1. Total iron binding capacity
2. Transferrin saturation
3. Mean corpuscular hemoglobin concentration
4. Mean corpuscular hemoglobin
5. Mean corpuscular volume

استانداردهای کلی (۲ درصد) انتظار می‌رود، دارا هستند. کمبود آهن هم‌چنین در بین بعضی گروه‌های ورزشی وجود دارد اگرچه این کمبود، در بین دختران دوندۀ بیشتر است (۲۲).

ورزش میزان فریتین (ذخایر آهن) را کاهش می‌دهد، بنابراین ممکن است مقدار آهن ورزشکاران بسیار آماده کمتر از غیر ورزشکاران باشد (۳، ۷، ۱۴، ۱۶، ۲۰). در واقع موجی از تحقیقات مقطعی که از دو دهه پیش شروع شده نشان می‌دهد که اولاً برخی از ورزشکاران به ویژه ورزشکاران استقامتی، دچار فقر آهن هستند. ثانیاً کاهش غلظت هموگلوبین و محتوای آهن بافتی می‌تواند به اجرای ورزشی آسیب برساند. ثالثاً زنان بیشتر در معرض شیوع تغییرات وابسته به ورزش در میزان آهن بدن هستند (۷). شروع این موضوع زمانی بود که ملاحظه شد مصرف آهن در زنان جوان کانادایی کافی نیست و سطوح هموگلوبین ورزشکاران کانادایی شرکت‌کننده در المپیک ۱۹۷۶ زیر حد مطلوب و کمتر از میزان هموگلوبین ورزشکاران استرالیایی شرکت‌کننده در المپیک ۱۹۶۸ بود (۳). از طرف دیگر در مقایسه بین پسران و دختران مشخص شد که پسران دوندۀ دارای ذخایر آهن بیشتری هستند و کمتر در معرض نیم رخ‌های فقر آهن قرار می‌گیرند (۲۲، ۲۵). هم‌چنین، کوستانتینی^۱ و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی وضعیت آهن ورزشکاران نوجوان و زبده در رشته‌های مختلف ورزشی دریافتند که ورزشکاران از هر دو جنس، بویژه دختران مستعد ابتلا به فقر آهن بوده و این موضوع می‌تواند عملکرد ورزشی و سلامتی آن‌ها را به مخاطره اندازد (۱۱). دوبنوف^۲ (۲۰۰۴) شیوع کاهش آهن و آنمی را در بین بازیکنان نخبه بسکتبال (زن و مرد) نشان داد و مشخص کرد که ۱۵٪ مردان و ۳۵٪ زنان دارای فقر آهن، ۱۸٪ مردان و ۳۸٪ زنان دارای آنمی، ۳٪ مردان و ۱۴٪ زنان دارای آنمی فقر آهن هستند. این موضوع از شیوع بالای کاهش آهن، آنمی و آنمی فقر آهن در بین بازیکنان هر دو جنس خبر می‌دهد (۱۴). استفاده از مکمل آهن احتمالاً می‌تواند شاخص‌های بیوشیمیایی وضعیت آهن را بهبود بخشد. در بین زنان دارای آنمی فقر آهن، مکمل آهن نه فقط وضعیت آهن آن‌ها را بهبود بخشیده است؛ بلکه هم‌چنین باعث افزایش ظرفیت کار و کاهش ضربان قلب تمرین و غلظت لاکتات نیز گردیده است (۹، ۲۲، ۲۹).

انواع شدت و حجم‌های مختلف تمرین می‌تواند از عوامل اثرگذار بر میزان آهن باشد. در یک تحقیق، کیوان و همکاران^۳ (۲۰۰۲) پس از بررسی تأثیر زمان‌های مختلف تمرین (۳، ۶ و ۱۲ ماه تمرین) بر گیرنده‌های ترانسفرین دریافت که تفاوت معناداری در میزان گیرنده‌های ترانسفرین گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل وجود ندارد و افزایش زمان تمرین سبب کاهش میزان هموگلوبین و هماتوکریت نمی‌شود (۳۰). در مقابل، شارلوت^۴ (۱۹۹۶) پس از بررسی تأثیر تمرین بر میزان آهن زنان مشاهده کرد که هموگلوبین بعد از ۱۰ هفته برنامه تمرینی افزایش می‌یابد (۱۰).

1. Constantini
2. Dobnov
3. Qian
4. Charlotte

با توجه به این که کمبود آهن در میان گروه‌های مختلفی از ورزشکاران گزارش شده است که در این میان، در ورزشکاران زن این کمبود بیشتر بوده است (۱۶) و از طرف دیگر به دلیل این که ورزشکاران در رشته‌های مختلف ورزشی جهت انجام تمرینات خود از برنامه‌های تمرینی مختلفی با حجم‌های تمرینی متفاوت استفاده می‌کنند و در این بین از تمرینات دوییدن نیز در برنامه‌های آماده‌سازی خود سود می‌برند، این سوال مطرح است که اگر ما بتوانیم شدت تمرینات را ثابت نگاه داریم، چه حجمی از تمرینات یا به عبارت دیگر انجام چند جلسه تمرین در هفته می‌تواند موجب اختلال در وضعیت آهن گردیده و لزوم استفاده از مکمل آهن را اجتناب ناپذیر نماید؟ در پاسخ به این سوال و تا جایی که ما بررسی کردیم، تحقیقی که مقایسه تأثیر ۳، ۴ و ۵ جلسه تمرین در هفته را بر وضعیت آهن دختران دانش‌آموز ۱۵-۱۷ ساله بررسی نماید، نیافتیم. فقط در دو تحقیق، قنبری نیکی و همکاران (۱۳۸۵)، اثر سه روز غیر متوالی دو یک مایل را بر متغیرهای خون‌شناسی دانشجویان پسر (۲) و شوماخر^۱ و همکاران (۲۰۰۲) (۳۳) تأثیر سه روز دوچرخه‌سواری هوازی طولانی مدت را بر وضعیت آهن زنان بررسی کرده‌اند. با توجه به اینکه در این زمینه اطلاعات اندکی وجود دارد، انجام تحقیقات دیگری ضروری است.

روش‌شناسی تحقیق

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی است. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان (۱۷-۱۵ سال) دبیرستان دخترانه شبانه روزی فاطمیه کلات (۸۰۰ نفر) بودند. با توجه به این که این دبیرستان شبانه روزی بود، کلیه دانش‌آموزان از تغذیه یکسانی برخوردار بودند. از این میان تعداد ۳۹ دانش‌آموز غیر ورزشکار به صورت داوطلبانه انتخاب شدند و به صورت تصادفی در چهار گروه زیر قرار گرفتند و نمونه تحقیق حاضر را تشکیل دادند.

الف) ۳ جلسه تمرین در هفته ($n = 10$) ب) ۴ جلسه تمرین در هفته ($n = 11$)

ج) ۵ جلسه تمرین در هفته ($n = 10$) د) گروه کنترل ($n = 8$)

پروتکل تمرینی و اندازه‌گیری شاخص‌های تحقیق

تمرینات هوازی محقق ساخته شامل ۸ هفته بود. برای گروه الف) ۳ جلسه تمرین در هفته، گروه ب) ۴ جلسه تمرین در هفته و گروه ج) ۵ جلسه تمرین در هفته انجام گرفت. برنامه تمرینی یک جلسه شامل ۱۵-۱۰ دقیقه گرم کردن با انواع دوها، حرکات کششی، نرمشی و جهشی بود. سپس دوییدن مداوم به مدت ۳۵-۳۰ دقیقه با آهنگ ثابت و شدت ۸۰-۷۰٪ حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها انجام شد. این برنامه تمرینی محقق ساخته بر طبق اصل اضافه بار به صورت پیش رونده بود به طوری که تمرینات در ابتدای برنامه ۴۵ دقیقه و در انتهای برنامه تا ۶۰ دقیقه طول کشید، به این صورت که هر هفته دو دقیقه به زمان برنامه تمرینی

اضافه می‌شد. ضربان قلب بیشینه از فرمول سن - ۲۲۰ محاسبه شد. شدت تمرین با استفاده از کمربند ضربان سنج، کنترل گردید. در انت‌های هر جلسه، عمل سرد کردن با اجرای دوی نرم، حرکات کششی و نرمشی به مدت ۱۰-۵ دقیقه انجام می‌شد.

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، عمل خونگیری بعد از ۱۴-۱۲ ساعت ناشتایی و در دو مرحله یعنی پیش از شروع تمرینات و بعد از ۸ هفته تمرین صورت گرفت. در مرحله اول برای انجام خون‌گیری از همه آزمودنی‌ها خواسته شد تا دو روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت جسمی سخت را انجام ندهند. از سیاهرگ دست راست هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت ۱۰ میلی لیتر خون گرفته شد. ۲ میلی لیتر خون در لوله‌های EDTA برای آزمایشات CBC، ۵ میلی لیتر در لوله‌های فاقد ماده ضدانعقاد برای تعیین شاخص‌های آهن و ۳ میلی لیتر در لوله‌های سیتراسته ریخته شد. نمونه‌های خونی در جعبه یخ قرار داده و به آزمایشگاه منتقل شد. در آنجا آزمایشات مربوط به CBC انجام و سرم حاصل از سانتریفوژ در یخچال در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد نگهداری گردید تا در زمان لازم مورد استفاده قرار گیرد.

پس از این مرحله، آزمودنی‌های گروه‌های تجربی به مدت ۸ هفته تحت تأثیر متغیرهای مستقل قرار گرفتند و بعد از سپری شدن این مدت و گذشت ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین مجدداً از همه آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد.

برای اندازه‌گیری هموگلوبین، هماتوکریت، MCV, MCHC, TS, TIBC, MCH از دستگاه SISMEX ساخت آمریکا، برای اندازه‌گیری آهن و TIBC، از دستگاه SELECTRA ساخت هلند، برای اندازه‌گیری فریتین از دستگاه گاماکانتر ساخت آمریکا، برای اندازه‌گیری اشباع ترانسفرین از دستگاه MININETH ساخت آمریکا استفاده گردید. چربی زیر پوستی آزمودنی‌ها با استفاده از کالیپر لانگ در دو ناحیه سه سر بازویی و پشت ساق پا و با استفاده از فرمول اسلاتر به دست آمد (۴). برای اندازه‌گیری حداکثر توان هوازی از آزمون بیشینه دوی کوپر استفاده شد (۴).

روش‌های آماری

روش‌های آماری شامل، آزمون کولموگراف - اسمیرنوف برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها؛ آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و ترسیم جداول یا نمودارها. آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) برای بررسی همگن بودن گروه‌ها و نیز مقایسه هر یک از متغیرهای موجود در گروه‌های چهارگانه که در صورت معنادار بودن از آزمون تعقیبی بن فرونی استفاده می‌گردید. سطح معنی‌داری آزمون‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و فیزیولوژیکی گروه‌های تجربی و کنترل قبل از تمرینات ورزشی

| شاخص | جلسه تمرین ۳ | جلسه تمرین ۴ | جلسه تمرین ۵ | کنترل | مقدار P |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| سن (سال) | ۱۵/۸ ± ۰/۷۸ | ۱۵/۹۰ ± ۰/۸۳ | ۱۵/۹۰ ± ۰/۸۷ | ۱۶/۲۵ ± ۰/۸۸ | ۰/۷۱ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۵۵/۴ ± ۳/۱ | ۱۵۵ ± ۷/۷ | ۱۶۲/۸ ± ۵/۴ | ۱۵۹/۲ ± ۴/۵ | ۰/۰۱۸ |
| وزن (کیلوگرم) | ۵۱/۱ ± ۵/۸ | ۵۰/۱ ± ۳/۳ | ۵۵/۱ ± ۸/۶ | ۵۷/۲ ± ۵/۴ | ۰/۰۵۵ |
| درصد چربی بدن (درصد) | ۱۹/۵ ± ۲/۳ | ۱۹/۴۵ ± ۲/۰۶ | ۱۹/۷۰ ± ۲/۸۳ | ۱۹/۵ ± ۱/۷۷ | ۰/۹۹ |

نتیجه آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه بر متغیرهای جدول ۱ نشان داد که به جز در شاخص قد، در بقیه شاخص‌ها بین چهار گروه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. این موضوع نشان می‌دهد که چهار گروه با همدیگر همگن هستند.

نتیجه آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی بن فرونی بر تفاوت نمرات در رابطه با متغیرهای جدول ۲ نشان داد که بین شاخص‌های هموگلوبین ($P=۰/۳۱۳$)، هماتوکریت ($P=۰/۱۵۶$)، MCV ($P=۰/۶۷$)، MCH ($P=۰/۸۸$)، MCHC ($P=۰/۷۱$)، آهن سراسری ($P=۰/۱۲۳$)، TIBC ($P=۰/۳۹۵$) و TS ($P=۰/۴۱۴$)، در چهار گروه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. می‌توان گفت که انجام حجم‌های مختلف تمرینات هوازی، تأثیر معنی‌داری بر متغیرهای فوق نداشته است (جدول ۲).

هم‌چنین نتیجه آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه بر تفاوت نمرات نشان داد که بین وزن ($P=۰/۰۲۶$) و درصد چربی بدن ($P=۰/۰۰۱$) چهار گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با استفاده از آزمون تعقیبی بن فرونی مشخص گردید که متغیرهای فوق در آزمودنی‌های گروه کنترل به طور معنی‌داری بیشتر از آزمودنی‌های گروه‌های تمرینی است ($P<۰/۰۵$). به علاوه در مقایسه بین گروه‌ها مشخص گردید که ۵ جلسه تمرین هوازی در هفته سبب کاهش بیشتر در صد چربی بدن نسبت به ۳ و ۴ جلسه تمرین در هفته شده است. هم‌چنین ۴ و ۵ جلسه تمرین در هفته سبب کاهش بیشتر وزن بدن نسبت به ۳ جلسه تمرین گردیده است (نتایج معنا دار نیست) (جدول ۲).

نتیجه آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه بر تفاوت نمرات نشان داد که بین Vo_2max چهار گروه، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P=۰/۰۰۱$). با استفاده از آزمون تعقیبی بن فرونی مشخص گردید که Vo_2max

آزمودنی‌های گروه کنترل به طور معنی‌داری کمتر از آزمودنی‌های گروه‌های تمرینی است. به این معنی که انجام حجم‌های مختلف تمرینات هوازی باعث افزایش معنی‌دار Vo_2max دختران جوان شده است. در مقایسه بین گروه‌ها مشخص گردید که حد اکثر توان هوازی در گروه ۵ جلسه تمرین، بیشتر از ۴ جلسه تمرین بود (تفاوت معنادار بود) و در گروه ۴ جلسه تمرین، بیشتر از ۳ جلسه تمرین بود (تفاوت معنادار نبود). این نتایج بیان می‌کند که حجم‌های مختلف تمرین، تأثیر متفاوتی بر Vo_2max در آزمودنی‌های سه گروه آزمایش داشته است (جدول ۲).

هم‌چنین نتیجه آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه بر تفاوت نمرات نشان داد که انجام ۵ جلسه تمرین هوازی در هفته باعث کاهش معنادار فریتین سرم دختران می‌گردد ($p < 0.05$)، در حالی که انجام ۳ و ۴ جلسه تمرین هوازی در هفته تأثیر معنی‌داری بر میزان فریتین سرم ندارد ($p > 0.05$) (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج آماری شاخص‌های فیزیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گروه‌های تجربی و کنترل قبل و بعد از تمرینات ورزشی

| مقدار P | کنترل | جلسه تمرین ۵ | جلسه تمرین ۴ | جلسه تمرین ۳ | حجم تمرین | |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------|-----------------------------------|
| | | | | | شاخص | سن (سال) |
| ۰/۷۱ | $۱۶/۲۵ \pm ۰/۱۸۸$ | $۱۵/۹۰ \pm ۰/۱۸۷$ | $۱۵/۹۰ \pm ۰/۱۸۳$ | $۱۵/۸۱ \pm ۰/۷۸$ | | |
| ۰/۰۱۸ | $۱۵۹/۲ \pm ۴/۵$ | $۱۶۲/۸ \pm ۵/۴$ | $۱۵۵ \pm ۷/۷$ | $۱۵۵/۴ \pm ۳/۱$ | | |
| ۰/۰۵۵ | $۵۷/۳ \pm ۵/۴$ | $۵۵/۱ \pm ۸/۶$ | $۵۰/۱ \pm ۳/۳$ | $۵۱/۱ \pm ۵/۸$ | قبل | وزن (کیلوگرم) |
| | | | | | بعد | |
| ۰/۰۰۲ | $۵۸ \pm ۵/۷۰$ | $۵۴ \pm ۸/۹۱$ | $۴۹/۳۶ \pm ۳/۶۱$ | $۵۰/۸ \pm ۵/۴۹$ | تفاوت | درصد چربی بدن (درصد) |
| | | | | | قبل | |
| ۰/۹۹ | $۱۹/۵ \pm ۱/۷۷$ | $۱۹/۷۰ \pm ۲/۸۳$ | $۱۹/۴۵ \pm ۲/۰۶$ | $۱۹/۵ \pm ۲/۳$ | بعد | مقدار اکسیژن تران هوازی ml/kg/min |
| | | | | | تفاوت | |
| ۰/۰۰۱ | $۱۷/۲۵ \pm ۱/۶$ | $۱۷/۸ \pm ۲/۰۹$ | $۱۸/۷۲ \pm ۲/۰۵$ | $۱۹/۱ \pm ۲/۰۲$ | قبل | هموگلوبین (g/dl) |
| | | | | | بعد | |
| ۰/۰۰۱ | $۱۷/۲۵ \pm ۱/۶$ | $۱۷/۸ \pm ۲/۰۹$ | $۱۸/۷۲ \pm ۲/۰۵$ | $۱۹/۱ \pm ۲/۰۲$ | تفاوت | هما توکریت (%) |
| | | | | | قبل | |
| ۰/۰۰۱ | $۲۷/۵۶ \pm ۲/۹۹$ | $۲۱/۴۲ \pm ۲/۴۵$ | $۲۷/۰۱ \pm ۴/۰۵$ | $۲۷/۰۳ \pm ۲/۷۷$ | بعد | |
| | | | | | تفاوت | |
| ۰/۰۰۱ | $۴/۴۰ \pm ۱/۹۰$ | $۱۸/۲۰ \pm ۲/۶۳$ | $۱۴/۲۷ \pm ۳/۹۱$ | $۱۲/۱۸ \pm ۳/۲۴$ | قبل | |
| | | | | | بعد | |
| ۰/۰۵ | $۱۳/۱۱ \pm ۰/۸۲$ | $۱۲/۳۹ \pm ۱/۴۳$ | $۱۲/۷۴ \pm ۱/۱۷$ | $۱۳/۰۲ \pm ۰/۹۶$ | تفاوت | |
| | | | | | قبل | |
| ۰/۳۱۳ | $۱۳/۶۳ \pm ۰/۹۴$ | $۱۲/۹۸ \pm ۰/۵۶$ | $۱۳/۱۹ \pm ۱/۳۵$ | $۱۳/۱۹ \pm ۰/۹۹$ | بعد | |
| | | | | | تفاوت | |
| ۰/۴۳۲ | $۴۳/۸ \pm ۲/۷۳$ | $۴۱/۴۶ \pm ۳/۲۴$ | $۴۲/۴۹ \pm ۲/۹۳$ | $۴۳/۰۲ \pm ۳/۲۵$ | قبل | |
| | | | | | بعد | |
| ۰/۴۳۲ | $۴۳/۸ \pm ۲/۷۳$ | $۴۱/۴۶ \pm ۳/۲۴$ | $۴۲/۴۹ \pm ۲/۹۳$ | $۴۳/۰۲ \pm ۳/۲۵$ | تفاوت | |
| | | | | | بعد | |

| مقدار P | کنترل | جلسه تمرین ۵ | جلسه تمرین ۴ | جلسه تمرین ۳ | حجم تمرین | |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------|
| | | | | | تفاوت | شاخص |
| ۰/۱۵۶ | $1/13 \pm 2/13$ | $1/57 \pm 0/95$ | $2/05 \pm 1/92$ | $0/188 \pm 0/14$ | تفاوت | |
| ۰/۹۴۵ | $2/181 \pm 90/37$ | $4/70 \pm 89/61$ | $7/71 \pm 88/69$ | $4/64 \pm 90/33$ | قبل | (MCV (fl |
| | $2/93 \pm 92/62$ | $4/55 \pm 91/53$ | $7/48 \pm 91/28$ | $4/59 \pm 93/07$ | بعد | |
| ۰/۶۷ | $1/58 \pm 2/25$ | $1/49 \pm 1/92$ | $2/25 \pm 2/95$ | $1/43 \pm 2/74$ | تفاوت | |
| ۰/۷۹۷ | $1/01 \pm 27$ | $1/46 \pm 26/69$ | $2/74 \pm 26/58$ | $1/61 \pm 27/37$ | قبل | (MCH (pg |
| | $0/189 \pm 27/61$ | $1/86 \pm 27/57$ | $2/94 \pm 27/14$ | $1/95 \pm 27/89$ | بعد | |
| ۰/۸۸ | $0/54 \pm 0/61$ | $1/55 \pm 0/88$ | $1/29 \pm 0/56$ | $0/8 \pm 0/5$ | تفاوت | |
| ۰/۶۶۶ | $0/68 \pm 39/88$ | $1/43 \pm 39/8$ | $0/9 \pm 39/95$ | $0/67 \pm 30/3$ | قبل | (g %) MCHC |
| | $0/76 \pm 39/89$ | $0/97 \pm 30/11$ | $1/61 \pm 39/67$ | $1/18 \pm 39/94$ | بعد | |
| ۰/۷۱ | $0/55 \pm 0/05$ | $1/93 \pm 0/31$ | $1/43 \pm 0/28$ | $1/17 \pm 0/36$ | تفاوت | |
| ۰/۰۵۳ | $10/39 \pm 77$ | $20/40 \pm 74/70$ | $22/16 \pm 90/18$ | $19/54 \pm 66/3$ | قبل | (آهن سرم (g/dl |
| | $10/32 \pm 76/87$ | $20/78 \pm 72/90$ | $20/06 \pm 85/63$ | $18/42 \pm 66/5$ | بعد | |
| ۰/۱۲۳ | $2/38 \pm 0/37$ | $4/82 \pm 1/8$ | $6/32 \pm 4/36$ | $2/8 \pm 0/3$ | تفاوت | |
| ۰/۱۹۷ | $18/05 \pm 54/62$ | $24/61 \pm 46/5$ | $12/60 \pm 42/27$ | $12/05 \pm 36/60$ | قبل | μg/L (فریتین) |
| | $17/53 \pm 54/75$ | $27/70 \pm 25/40$ | $14/83 \pm 36/72$ | $16/34 \pm 27/25$ | بعد | |
| ۰/۰۳۶ | $2/53 \pm 0/125$ | $6/60 \pm 11/1$ | $9/87 \pm 6/5$ | $10/23 \pm 9/5$ | تفاوت | |
| ۰/۵۰۴ | $31/6 \pm 284/7$ | $36/8 \pm 296/2$ | $23/1 \pm 280/9$ | $22/7 \pm 277/5$ | قبل | μg/dl (TIBC) |
| | $30/7 \pm 286/5$ | $28/8 \pm 291/3$ | $25 \pm 277/6$ | $22/2 \pm 278/3$ | بعد | |
| ۰/۳۹۵ | $3/9 \pm 0/5$ | $13/3 \pm 4/9$ | $7/68 \pm 2/36$ | $3/08 \pm 0/8$ | تفاوت | |
| ۰/۰۴۷ | $5/5 \pm 27/4$ | $7/8 \pm 25/6$ | $6/2 \pm 31/8$ | $6/2 \pm 23/6$ | قبل | (%) TS |
| | $5/3 \pm 27/1$ | $7/4 \pm 25/1$ | $5/8 \pm 30/4$ | $6/2 \pm 23/6$ | بعد | |
| ۰/۴۱۴ | $1/06 \pm 0/21$ | $2/02 \pm 0/44$ | $3/03 \pm 1/4$ | $0/99 \pm 0/02$ | تفاوت | |

بحث و نتیجه گیری

در ابتدای بحث باید عنوان نمود با توجه به این که تحقیقی یافت نشد که در آن حجم‌های مختلف تمرینات در یک دوره زمانی با یکدیگر مقایسه شوند، از همه تحقیقاتی استفاده گردید که در آن‌ها تأثیر تمرینات مختلف بر وضعیت آهن ورزشکاران بررسی شده است. با این توضیح، یافته اصلی تحقیق حاضر این بود که انجام ۵ جلسه تمرین هوازی در هفته باعث کاهش معنی‌دار فریتین سرم دختران جوان می‌گردد. وضعیت آهن عمدتاً از طریق اندازه‌گیری سطح فریتین سرم برآورد می‌شود؛ اما مشخص شده است که این متغیر علاوه بر غذای مصرفی از عواملی مثل عفونت، التهاب و بیماری‌ها نیز تأثیر می‌پذیرد. ۱ (در راستای این

نتیجه تحقیقات قبلی نشان دادند که تمرینات هوازی باعث کاهش فریتین سرم می‌گردد (۶، ۳، ۷، ۱۸، ۲۸، ۲۷). نیوهس^۱ و همکاران تعریفی برای فقر آهن ارائه و شیوع کاهش فریتین سرم در دوندگان زن را نشان دادند (۳، ۲۷). البته قاعدگی و میزان آهن رژیم غذایی می‌تواند بر نتایج تحقیق تأثیرگذار باشد. اغلب از موضوع قاعدگی در تخمین کاهش آهن زنان ورزشکار چشم پوشی شده است. دلایل قانع‌کننده‌ای وجود دارد که زنان ورزشکار دارای غلظت فریتین کمتری هستند (۷). مورای کوب^۲ و همکارانش (۲۰۰۱) گزارش کردند که بعد از ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی، فریتین سرم در زنان کاهش معناداری دارد در حالی که در مردان تغییری نمی‌کند (۲۶). ماگازانیک^۳ و همکارانش نیز بعد از بررسی تأثیر ۷ هفته تمرینات غیر هوازی بر وضعیت آهن زنان گزارش کردند که غلظت فریتین سرم بعد از برنامه تمرینی کاهش می‌یابد (۳).

البته باید گفت که در بعضی از تحقیقات ارائه شده، وضعیت آهن ورزشکاران به ویژه ورزشکاران استقامتی با و بدون گروه کنترل توصیف شده و برنامه تمرین هوازی خاصی در یک زمان معین وجود نداشته است، در صورتی که در تحقیق حاضر، تأثیر مستقل تمرینات هوازی با کنترل رژیم غذایی بر وضعیت آهن مورد بررسی قرار گرفته است. با این وجود با تحقیقات فوق همخوانی دارد.

تحقیقات دیگری نیز وجود دارند که تأثیر فعالیت جسمانی بر فریتین سرم را مورد بررسی قرار داده‌اند. برای مثال شارلوت و همکارانش (۲۰۰۲) گزارش کردند که فریتین سرم در هر دو گروه تمرین و کنترل مشابه بود و ۱۰ هفته برنامه تمرینی نظارت شده تأثیری بر میزان فریتین سرم نداشت (۱۰). دی سانتولو^۴ و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند که غلظت فریتین در زنان ورزشکاری که سه ماه تمرین منظم (بین ۹ تا ۱۱ ساعت در هفته) داشتند با افراد کنترل تفاوتی ندارد. آن‌ها دلیل این نتیجه را اولاً نوع فعالیت آزمودنی‌ها عنوان کردند که اغلب والیبال بوده است که ماهیتی بی‌هوازی داشته و نتوانسته تأثیر مطلوبی بر شاخص‌های تحقیق آن‌ها بگذارد و ثانیاً، طرح تحقیق مقطعی (مقایسه ای) خود بیان کردند که نمی‌تواند همانند تحقیقات طولی مؤثر باشد (۱۳). شوبرسبرگر^۵ و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که ۶ هفته تمرین مقاومتی مردان جوان سبب کاهش غلظت فریتین سرم می‌گردد (۳۲). هم‌چنین لوکاسکی^۶ و همکاران (۱۹۹۶) بعد از برنامه تمرینات مقاومتی کاهش در غلظت فریتین سرم را مشاهده کردند (۲۳). اسپوداریک^۷ (۱۹۹۳) بعد از بررسی ورزشکاران مقاومتی المپیک، استقامتی و گروه کنترل غیر ورزشکار مشاهده کرد که غلظت فریتین سرم در گروه ورزشکاران کمتر از گروه غیر ورزشکار بود (۳۶).

در مقابل شوماخر و همکارانش (۲۰۰۲) اثر حجم‌های مختلف تمرینات ورزشی را بر متغیرهای آهن بررسی کردند و نشان دادند که سطح فریتین بعد از تمرینات دوچرخه‌سواری هوازی افزایش می‌یابد. آن‌ها

1. Newhouse
2. Murray-Kolb
3. Magazanick
3. Di Santolo
5. Schobersberger
6. Lukaski
7. Spodaryk

اعلام کردند که مکانیسم افزایش فریتین عبارتند از: تمرین سبب ۱- واکنش شبه التهابی^۱ در سیستم رتیکولوآندوتلیال شده و باعث افزایش سنتز فریتین می‌گردد. ۲- آسیب غشای سلولی در بافت‌های ذخیره‌کننده فریتین مثل کبد که باعث رهایی و آزادسازی ثانویه فریتین به داخل سرم می‌گردد. ۳- فریتین اضافی ممکن است ناشی از تمرین متوسطی باشد که سبب همولیز شده است (۳۳). بانفی و همکاران (۲۰۰۶) پارامترهای خون‌شناسی را در بازیکنان نخبه راگی در طول یک فصل رقابت بررسی کردند. نتایج آن‌ها در چهار مرحله اندازه‌گیری نشان داد که غلظت فریتین در سه مرحله اول ثابت بود اما در انتهای فصل افزایش یافت. آن‌ها این تغییر را به تغییرات هموگلوبین نسبت دادند و پیشنهاد کردند که رتیکولوسیت‌ها و گیرنده ترانسفرین محلول، شاخص‌های حساس‌تری برای مطالعه متابولیسم آهن در ورزشکاران هستند (۵)؛ اما مکانیسم کاهش فریتین به این شرح است که دفع آهن از طریق تعریق بسیار اندک است و از یک پایستگی احتمالی در طی تمرین طولانی مدت برخوردار است (۳، ۳۷). رقیق شدن خون به علت افزایش حجم پلاسما ناشی از تمرینات ورزشی می‌تواند از دلایل اصلی کاهش فریتین سرم باشد. هم‌چنین مشخص شده است که غلظت فریتین در دونده‌ها به طور معنی‌داری نسبت به دیگر ورزشکاران پایین‌تر است (۳۳). این موضوع می‌تواند به علت افزایش تغییر و تبدیل آهن (۳) و تخریب سلولی در طی دویدن (۱۵) باشد. افزایش توده میوگلوبین (۳۲) و گلبول‌های قرمز (۸، ۳) نیز می‌تواند از دلایل کاهش فریتین سرم باشد، به نظر می‌رسد که تمرینات ورزشی می‌تواند توده گلبول‌های قرمز را افزایش دهد. ری^۲ و همکارانش (۱۹۹۰) مشاهده کردند که دوچرخه‌سواری منظم به مدت ۸ هفته توده گلبول‌های قرمز را در حدود ۲۲۰ میلی لیتر افزایش داد؛ اما این افزایش معنی‌دار نمی‌باشد (۳). یانگ و همکارانش (۱۹۹۳) پس از انجام ۸ هفته تمرینات دوچرخه‌سواری به افزایش ۴ درصدی گلبول‌های قرمز دست یافتند (۳).

تحقیق حاضر هم‌چنین نشان داد که ۳ و ۴ جلسه تمرینات هوازی سبب کاهش فریتین سرم می‌گردد؛ اما این کاهش معنی‌دار نمی‌باشد. گزارش شده است که ورزش سبب افزایش حجم خون می‌شود. افزایش حجم خون ناشی ناشی از ورزش مستلزم افزایش جرم گلبول قرمز است (۱۹، ۳۰). افزایش حجم خون ناشی از تمرین می‌تواند علت اصلی افزایش هموگلوبین و هماتوکریت و دامنه طبیعی اندیس‌های گلبول قرمز (MCH، MCV، MCHC) باشد. به عبارت دیگر، افزایش سنتز هموگلوبین و مصرف آهن در سلول‌ها سبب افزایش نیازهای متابولیکی بافت‌ها و سلول‌های بدن می‌شود، بنابراین برای تامین آهن مورد نیاز بافت‌ها و سلول‌ها، آهن از ذخایر آهن کبد و طحال که ذخایر اصلی آهن محسوب می‌شود، به سمت سلول‌ها تغییر کرده و در نتیجه سطح آهن این بافت‌ها کاهش می‌یابد. از آنجائی که فریتین محلول به نسبتی مستقیم با محتوای فریتین سلولی، از سلول‌ها به داخل پلاسما آزاد می‌شود، بنابراین به طور کلی مقدار فریتین در پلاسما با میزان ذخیره آهن در بدن در حال موازنه است. در راستای این نتیجه راکمن^۳ و شرمن^۴ گزارش کردند که

1. Inflammatory-like reaction
2. Ray
3. Rukman
4. Sherman

یک روند دائمی در جهت کاهش آهن در کبد و طحال موش‌های تمرین کرده و کاهش سطح آهن در بافت‌های وابسته، نسبت به افزایش هموگلوبین وجود دارد (۳۰). استراس^۱ هم‌چنین نشان داد که آهن کبد و طحال موش‌های تمرین کرده نسبت به موش‌های تمرین نکرده کمتر بود (۳۰). در تحقیقات دیگر نیز مشاهده شد که ذخایر آهن کمتری در کبد و طحال موش‌های تمرین کرده نسبت به موش‌های تمرین نکرده وجود دارد (۳۰). شارلوت در (۱۹۹۶) نشان داد که بعد از ۱۰ هفته تمرین هوازی، هفته‌ای ۳ جلسه به مدت ۴۰ دقیقه با ۷۵-۷۰٪ ضربان قلب میزان فریتین سرم در هر دو گروه تمرین و کنترل مشابه بود و تغییر معنی‌دار نداشت (۱۰).

تحقیق حاضر هم‌چنین نشان داد که هموگلوبین و هماتوکریت بعد از انجام ۳، ۴ و ۵ جلسه تمرین هوازی در هر سه گروه تمرینی افزایش یافت که این افزایش در گروه ۴ جلسه تمرین در هفته بیشتر از بقیه گروه‌ها بود؛ اما این افزایش‌ها معنادار نبود. مکانیسم این افزایش می‌تواند در نتیجه افزایش حجم خون ناشی از تمرین باشد، که مستلزم افزایش جرم گلبول قرمز و در نتیجه افزایش سنتز هموگلوبین و هماتوکریت می‌باشد (۱۹، ۳۰). این نتیجه با تحقیقات قبلی که در آن‌ها اثرات مفید فعالیت‌های بدنی را بر میزان هموگلوبین و هماتوکریت گزارش کرده‌اند، منطبق است. در راستای این نتیجه شارلوت (۱۹۹۶) نشان داد که بعد از ۱۰ هفته تمرین هوازی، هفته‌ای ۳ جلسه به مدت ۴۰ دقیقه با ۷۵-۷۰٪ ضربان قلب میزان هموگلوبین و هماتوکریت افزایش می‌یابد. آن‌ها پیشنهاد کردند که ۱۰ هفته تمرین با شدت متوسط ظرفیت هوازی زنان را افزایش می‌دهد؛ اما تأثیری بر میزان آهن ندارد (۱۰). بانفی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که میزان هموگلوبین و هماتوکریت در بازیکنان نخبه راگی در ابتدای فصل رقابت، بالا و در انتهای فصل رقابت، کاهش می‌یابد. آن‌ها عنوان کردند که کاهش این شاخص‌ها در انتهای فصل مربوط به افزایش نیاز جسمانی است که در این دوران به وجود می‌آید (۵). دی سانتولو و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند که غلظت هموگلوبین و هماتوکریت در زنان ورزشکاری که سه ماه تمرین منظم (بین ۹ تا ۱۱ ساعت در هفته) داشتند با افراد کنترل تفاوتی ندارد. آن‌ها دلیل این نتیجه را نوع فعالیت آزمودنی‌ها و طرح مقطعی تحقیق عنوان کردند (۱۳). قنبری نیای و همکاران (۱۳۸۵)، اثر سه روز غیر متوالی دو یک مایل را بر متغیرهای هموگلوبین و هماتوکریت دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی بررسی کردند. نتایج آن‌ها کاهش معنی‌داری را در شاخص‌های فوق نشان داد که دلیل آن را افزایش معنی‌دار در حجم پلاسما و مصرف ناکافی پروتئین و آهن عنوان نمودند (۲).

تحقیق حاضر هم‌چنین نشان داد که پارامترهای خونی (MCH، MCHC، MCV) بعد از انجام ۳، ۴ و ۵ جلسه تمرین هوازی تغییر معناداری ندارد. این معیارها که با استفاده از تعداد گلبول‌های قرمز و مقدار هموگلوبین و هماتوکریت نیز محاسبه می‌شود، به طور وسیعی در تقسیم‌بندی آنمی‌ها به کار می‌رود. آنمی آخرین مرحله پاتوفیزیولوژی کمبود آهن است. ابتدا با کاهش ذخایر آهن غلظت فریتین سرم کاهش و ضریب تغییرات گلبول‌های قرمز به تدریج افزایش می‌یابد و سپس از غلظت آهن سرم کاسته می‌شود و

سرانجام تأثیر کمبود آهن بر اریتروپوئیز موجب کاهش MCV و افزایش پروتوپورفیرین اریتروسیتی آزاد و ایجاد آنمی می‌گردد (۱). به نظر می‌رسد برنامه تمرینی گروه‌های مختلف در حدی نبوده که باعث تغییر معنادار این اندیس‌های گلبول‌های قرمز شده باشد و حجم یک گلبول قرمز و مقدار متوسط هموگلوبین در یک گلبول قرمز در دامنه طبیعی خود باقی مانده است. در راستای این نتیجه مورای کوب و همکاران (۲۰۰۲) بعد از بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر وضعیت آهن مردان و زنان گزارش کردند که پارامترهای خونی (MCH، MCV، MCHC) بعد از ۱۲ هفته برنامه تمرینی در دامنه طبیعی و بدون تغییر باقی می‌ماند (۲۶). بورکیو (۱۹۹۷) نیز مشاهده کرد که ۱۲ هفته تمرین استقامتی بر وضعیت آهن زنان تأثیر معناداری ندارد (۶). دی سانتولو و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند که غلظت پارامترهای خونی فوق در زنان ورزشکار غیرحرفه‌ای که سه ماه تمرین منظم (بین ۹ تا ۱۱ ساعت در هفته) داشتند با افراد کنترل تفاوتی ندارد (۱۳). بانفی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که میزان MCV در طول فصل رقابت، تغییری نمی‌یابد (۵). هم‌چنین مالک زوسکا (۲۰۰۱) گزارش کرد که پارامترهای خونی در ورزشکاران زن به طور معناداری کمتر از مردان است (۲۵).

تحقیق حاضر هم‌چنین نشان داد که آهن سرم، اشباع ترانسفرین و TIBC بعد از انجام ۳، ۴ و ۵ جلسه تمرین هوازی تغییر معناداری نداشت. تحقیقات قبلی در رابطه با تأثیر فعالیت‌های بدنی بر میزان آهن سرم، اشباع ترانسفرین و TIBC نتایج متفاوتی را نشان داده‌اند. برای مثال شوماخر و همکارانش بیان کردند بعد از انجام تمرینات طولانی مدت دوچرخه‌سواری ترانسفرین بدون تغییر و آهن تغییر معناداری داشت (۳۳). دی سانتولو و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند که غلظت آهن، ترانسفرین و اشباع ترانسفرین در زنان ورزشکاری که سه ماه تمرین منظم (بین ۹ تا ۱۱ ساعت در هفته) داشتند با افراد کنترل تفاوتی ندارد (۱۳). بانفی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که میزان آهن و اشباع ترانسفرین در بازیکنان نخبه راگی در طول فصل رقابت، ثابت باقی می‌ماند. آن‌ها دلیل ثابت آهن را به ثبات اشباع ترانسفرین در طول فصل نسبت دادند (۵). شوماخر و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که سه روز دوچرخه‌سواری هوازی طولانی مدت بر میزان ترانسفرین زنان تأثیری ندارد. آن‌ها بهبود در افزایش حجم پلاسما را دلیل این نتیجه عنوان کردند (۳۳). مورای کوب و همکاران (۲۰۰۲) پس از بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر میزان آهن گزارش کردند که بعد از تمرینات مقاومتی آهن سرم در مردان و زنان در دامنه طبیعی و بدون تغییر می‌ماند. هم‌چنین TIBC و اشباع ترانسفرین در زنان تحت تأثیر تمرینات مقاومتی قرار نمی‌گیرد؛ اما در مردان تغییر معنی‌داری می‌یابد (۲۶). مالک زوسکا و همکارانش پس از بررسی میزان فقر آهن در ورزشکاران گزارش کردند که ورزشکاران آهن کمتر و TIBC بالاتری دارند (۲۴). شارلوت و همکارانش بیان کردند که ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط تأثیری بر آهن سرم، اشباع ترانسفرین و TIBC ندارد و این متغیرها در هر دو گروه تمرین و کنترل مشابه بود (۱۰). احتمالاً دلیل عدم تأثیر تمرینات مختلف هوازی بر شاخص‌های فوق می‌تواند این باشد که این تمرینات در حدی نبوده که سبب تغییرات در این متغیرها گردد. در همین رابطه، شوماخر و همکاران

نشان دادند که انجام تمرینات مختلف و تأثیر آن بر وضعیت آهن وابسته به حجم تمرین است (۳۳). همچنین تعداد کم آزمودنی‌ها و انحراف معیار بزرگ آن‌ها باعث شده است تا نتایج غیرمعنی‌دار شود. نتیجه‌گیری: در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان داد انجام ۵ جلسه تمرینات هوازی در هفته سبب کاهش فریتین سرم دختران جوان می‌گردد و ۳ و ۴ جلسه تمرینات هوازی تأثیری بر وضعیت آهن ندارد. لذا هنگام انجام ۵ جلسه تمرین، ضروری است تا از مکمل‌های آهن استفاده گردد.

منابع

۱. احمدی، فریدون، (۱۳۷۸)، بیماری‌های خون، انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۴۸-۱۳۵.
۲. قنبری نیای، عباس، امیرنژاد، سعید، منانی، معصومه السادات، حکیمی، جواد، (۱۳۸۵). اثر سه روز غیرمتوالی دو یک مایل بر متغیرهای خون شناسی و حداکثر اکسیژن مصرفی. پژوهش نامه علوم ورزشی. شماره ۳.
۳. موگان، رونالد. جی، (۱۳۸۴)، تغذیه ورزشی نوین، ترجمه دکتر عیدی علیجانی و دکتر مهوش نوریخ، انتشارات سحاب، ۵۴۴-۵۲۲.
۴. هی وارد، ویویان. اچ، (۱۳۸۳)، اصول علمی و تمرین‌های تخصصی آمادگی جسمانی، ترجمه دکتر عباسعلی گائینی و همکاران، انتشارات سحاب، صفحه ۹۵ و ۲۰۱.
5. Banfi G, Del Fabbro M, Mauri C, Corsi MM, Melegati G. (2006). Haematological parameters in elite rugby players during a competitive season. *Clin Lab Haematol*. 28: 183-188.
6. Bourque SP, Pate RR, Branch JD. (1997). Twelve weeks of endurance exercise training does not affect iron status measures in women. *Journal American Diet Association*. 10:1116-21.
7. Bread J, Tobin B. (2000). Iron status and exercise. *Am J Clin Nutr*. 72(2): 594-597.
8. Brigham DE, Beard JL, Krimmel R, Kenney WL. (1993). Changes in iron status during a competitive season in college female swimmers. *Nutrition*. 9:418-22.
9. Brownlie T, Utermohlen V, Hinton PS, Haas JD. (2004). Tissue iron deficiency without anemia impairs adaptation in endurance capacity after aerobic training in previously untrained women. *Am J Clin Nutr*. 79:437-443.
10. Charlotte AP, Violet WM, Barbara C. (1996). The effects of exercise on iron status and aerobic capacity in moderately exercising adult women. *Nutrition Research*. 16(1):23-31.
11. Constantini NW, Eliakim A, Zigel L, Yaaron M, Falk B. (2000). Iron status of highly active adolescents: evidence of depleted iron stores in gymnasts. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 10(1):62-70.
12. DeMaeyer E, Adiels-Tegman M. (1985). The prevalence of anemia in the world. *World Health Stat Q*. 38:302-16.
13. Di Santolo M, Stel G, Banfi G, Gonano F, Cauci S. (2008). Anemia and iron status in young fertile non-professional female athletes. *Eur J Appl Physiol*. 102: 703-709.

14. Dubnov G, Constantini NW. (2004). Prevalence of iron depletion and anemia in top-level basketball players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 14:30-37.
15. Duca L, Da Ponte A, Cozzi M, Carbone A, Pomati M, Nava I, Cappellini MD, Fiorelli G. (2006). Changes in erythropoiesis, iron metabolism and oxidative stress after half-marathon. *Intern Emerg Med.* 1: 30-34.
16. Fallon KE. (2007). Screening for haematological and iron-related abnormalities in elite athletes—analysis of 576 cases. *J Sci Med Sport* 30 (in press).
17. Hulthen L, Lindstedt G, Lundberg PA, et al. (1998). Effect of a mild infection on serum ferritin concentration: clinical and epidemiological implications. *Eur J Clin Nutr.* (52):376-9.
18. Karamizrak SO, Islegen C, Varol SR. (1996). Evaluation of iron metabolism indices and their relation with physical work capacity in athletes. *Br J Sports Med.* 30(1):15-19.
19. Klarkson PM, Haynes EM. (1995). Exercise and mineral status of athletes: calcium, magnesium, phosphorus, and iron. *Med Sci Sports Exerc.* 27:831-843.
20. Landahl G, Adolfsson P, Borjesson M, Mannheimer C, Rodjer S. (2005). Iron deficiency and anemia: a common problem in female elite soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 15:689-694.
21. Looker AC, Dallman PR, Carroll MD, Gunter EW, Johnson CL. (1997). Prevalence of iron deficiency in the United States. *JAMA.* 277:973-976.
22. Lukaski HC. (2004). Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance. *Nutrition.* 20: 632-644.
23. Lukaski HC, Bolonchul WW, Siders WA, Milne DB. (1996). Chromium supplementation and resistance training: effects on body composition, strength and trace element status of men. *Am J Clin Nutr.* 63:954-965.
24. Malczewska J, Raczynski G, Stupnicki R. (2000). Iron status in female endurance athletes and in non-athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 10: 260-276.
25. Malczewska J, Szczepanska B, Stupnicki R, Senddecki W. (2001). The assessment of frequency of iron deficiency in athletes from the transferrin receptor-ferritin index. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 11:42-52
26. Murray-Kolb L, Beard JL, Joseph LJ, Davey SL, Evans WJ, Campbell WW. (2001). Resistance training affects iron status in older men and women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 11:287-298.
27. Newhouse IJ, Clement DG. (1995). The efficacy of iron supplementation in iron depleted women. *Sports nutrition.* 56: 47-62.
28. Nielsen P, Nachtigall D. (1998). Iron supplementation in athletes. Current recommendations. *Sports Medicine.* 4:207-16.
29. Petersen HL, Peterson CT, Reddy MB, Hanson KB, Swain JH, Sharp RL, Alekel DL. (2006). Body composition, dietary intake, and iron status of female collegiate swimmers and divers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 16(3):281-95.
30. Qian ZM, Xiao DS, Liao QK, HO KP. (2002). Effect of different durations of exercise on transferrin-bound iron uptake by rat erythroblast. *Journal of Nutritional Biochemistry.* 13:47-54.

31. Rahmani-Nia F, Rahnama N, Masoumi S. (2007). The Effects of Physical Exercise on Soluble Transferrin Receptor and other Indicators of Iron Status in Female Taekwondoist. *Inter J Sports Sci Engin.* 3:189-194.
32. Schobersberger W, Tschann M, Hasibeder W, Steidl M, Herold M, Nachnauer W, Kooller A. (1990). Consequences of 6 weeks of strength training on red cell O₂ transport and iron status. *Eur J Appl Physiol.* 60: 163-68.
33. Schumacher YO, Schmid A, Konig D, Berg A. (2002). Effects of exercise on soluble transferrin receptor and other variables of the iron status. *Br J Sports Med* .36: 195-199.
34. Sinclair LM, Hinton PS. (2005). Prevalence of iron deficiency with and without anemia in recreationally active men and women. *J Am Diet Assoc* .105:975-978.
35. Skikne BS, Flowers CH, Cook JD. (1990). Serum transferrin receptor: a quantitative measure of tissue iron deficiency. *Blood.* 75: 1870-6.(Abstract).
36. Spodaryk K. (1993). Hematological and iron related parameters of male endurance and strength trained athletes. *Eur J Appl Physiol.* 67:66-70.
37. Waller MF & Haymes EM. (1996). The effects of heat and exercise on sweat iron loss. *Med Sci Sports Exerc.* 28: 197-203.

