

تأثیر تمرین‌های تناوبی با دو شدت متفاوت و مصرف مکمل آهن بر برخی از شاخص‌های خونی زنان کوهنورد

علی پورمحک^۱، نادر شاکری^{۱*}، خسرو ابراهیم^۱، حسین عابد نطنزی^۱، ماندانا غلامی^۱

(۱) واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده:

ترکیبات خون بر اثر فعالیت‌های بدنی مختلف تغییر می‌کند. برخی از این تغییرات، باعث کم خونی می‌شوند. هدف از پژوهش حاضر تأثیر تمرین‌های هوازی بر عوامل هموگلوبین، فریتین سرم و ترانسفرین با مصرف مکمل آهن و پس از یک دوره کوه زدگی زنان جوان می‌باشد.

در این مطالعه ۴۰ دختر به طور داوطلبانه انتخاب و به صورت تصادفی در سه گروه (گروه کنترل، گروه مکمل آهن، گروه تمرین ورزشی) به صورت دوسویه کور انجام گرفت. این تقسیم بندی شامل گروه اول: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه دوم: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + تمرین ورزشی، گروه سوم: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه چهارم: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + تمرین ورزشی، گروه پنجم: گروه کنترل شدند. کاهش گلبول‌های قرمز بعد از شش هفته تمرین هوازی و یک دوره قرار گیری در شرایط کوه زدگی معنادار نبود. افزایش معنادار سطح فریتین در طی شش هفته تمرین ورزشی پس از یک دوره کوه زدگی مشاهده شد، اما در گروه‌های دیگر این افزایش مشاهده نشد. کاهش معنادار در سطح ترانسفرین در طی شش هفته تمرین هوازی پس از یک دوره کوه زدگی مشاهده شد. افزایش معنادار در سطح ترانسفرین در طی شش هفته مصرف مکمل آهن و ترکیب تمرین ورزشی و مصرف مکمل آهن مشاهده شد.

یافته‌های حاضر نشان داد که تمرین ورزشی همراه با مصرف مکمل آهن سبب افزایش سطح و ذخیره آهن در فاکتورهای انتقال اکسیژن می‌شود و از بروز کم خونی جلوگیری و باعث به تاخیر انداختن خستگی با افزایش اکسیژن رسانی می‌شود.

واژگان کلیدی: کوه زدگی، مکمل آهن، هموگلوبین، فریتین سرم، ترانسفرین

* نویسنده مسئول:

دکتر نادر شاکری، استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، پست الکترونیک: nsprofsport@gmail.com

مقدمه:

آهن یکی از مهمترین ماکرو مولکول های درگیر در متابولیسم سلولی است، اما همزمان می تواند به عنوان کاتالیزور در واکنش های رادیکال آزاد نیز عمل کند. به دلیل این ماهیت، تعادل آهن باید کاملاً تنظیم شود (۷). به علاوه، آهن نقش مهمی در سلامت ذهنی و جسمی بازی می کند و کمبود آن با اختلال در اجرای فعالیت بدنی، تأخیر در رشد، افت عملکرد ایمنی و اختلال ادراکی همراه است و از طرفی، زنان به دلیل از دست دادن آهن از طریق قاعدگی، زایمان، شیردهی یا جذب ناکافی آهن رژیم غذایی، بیشتر در معرض خطر فقر آهن و آمی هستند (۹). آهن تاثیر بسزایی بر اجرای فعالیت های ورزشی داشته و می تواند خستگی عضلانی را به تاخیر بیندازد. آهن هم چنین می تواند موجب افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش غلظت لاکتات خون شود. با توجه به اهمیت مصرف اکسیژن در ورزشکاران رشته های مختلف و نیز با توجه به این که آهن میزان اکسیژن گیری را تا حدود ۶۵ درصد افزایش می دهد، کمبود آن می تواند مشکلات عمده ای را در رابطه با کاهش ظرفیت و توان هوازی ورزش کاران به دنبال داشته باشد (۱). برای مثال کمبود آهن می تواند سازگاری نسبت به تمرینات هوازی را تضعیف نماید. برخی از پژوهش گران معتقدند که تمرینات ورزشی مقدار نیاز روزانه به آهن را افزایش می دهد. برای مثال نیاز به آهن در جریان فعالیت های ورزشی به دلیل از دست رفتن آن از راه تعریق افزایش می یابد. همچنین به دلیل تخریب سلول های قرمز خون در اثر ضربات مکانیکی موجب از دست رفتن هموگلوبین خون از طریق ادرار می گردد. در نهایت به دلیل نقش مهم آهن در انتقال و مصرف اکسیژن، ظرفیت انجام ترینات ورزشی کاهش می یابد. (۲)

خون یک بافت همبند نامتجانس است که دارای عناصر و ترکیبات متعددی می باشد. این عناصر و ترکیبات تحت تاثیر عوامل درونی بدن و محیط خارجی قرار می گیرند. مشاهدات بسیاری نشان می دهد که ترکیبات خون در نتیجه فعالیت بدنی تغییر می کند. فعالیت بدنی که در کل باعث افزایش توان کار بدنی می شود، موجب تغییراتی در بدن از جمله سیستم

اریتروسیتی خون محیطی می شود (۳). هم چنین گزارش شده که کم تحرکی باعث کاهش حجم پالما و حجم کلی گلبول های قرمز می شود که پیامد نهایی آن کاهش حجم خون در گردش و افت کارایی بدن است. ترکیبات خون بر اثر فعالیت های بدنی مختلف تغییر می کند. برخی از این تغییرات باعث کم خون ی می شوند (۱۰). یکی از شایع ترین علل کم خونی فقر آهن است. فرآیندی که در آن ذخایر آهن تخلیه می شود، ممکن است خیلی سریع اتفاق بیفتد و بستگی به تعادل بین آهن دریافتی و نیازمندی های آهن دارد. شواهد نشان می دهد که دریافت آهن در تعداد زیادی از زنانی که درگیر فعالیت های بدنی در حد معمول هستند، ناکافی است. (۴)

آگوادو (۱۹۹۲) با مطالعه ای روی ۳۸ افسر دانشکده نظامی مشاهده کرد که پس از هفت روز تمرین شدید، فریتین سرم به دنبال کاهش ذخایر آهن بدن و به دلیل انجام تمرین های ورزشی به طور معنی داری کاهش یافته است. همچنین تحقیقی که کانادو (۱۹۹۲) روی اسکی بازان حرفه ای انجام داد، کاهش معنی دار فریتین سرم را پس از یک دوره تمرین ۳۳ هفته ای نشان داد. از آنجایی که فریتین سرم، پروتئین مرحله حاد است و از طریق عامل هایی چون عفونت و التهاب افزایش می یابد، نمی تواند معیار دقیقی برای انعکاس ذخایر آهن به شمار رود. از این رو، به منظور دستیابی به نتایج دقیق تر در تحقیقات اخیر، فاکتور ترانسفرین نیز در کنار فریتین اندازه گیری می شود. مالزسکا و همکارانش (۲۰۰۰)، با تحقیق روی ۱۰ زن جودوکار نخبه، تغییرات فریتین سرم آنها را بررسی کردند و دریافتند که تغییرپذیری در آزمودنی ها در چند روز خیلی بالا بوده و غلظت های فریتین کاملاً با فشار تمرین روز قبل ارتباط داشته است. شوماخر و همکارانش (۲۰۰۲)، به منظور ارزیابی تاثیر انواع و حجم های متفاوت فعالیت بدنی بر غلظت فریتین، ترانسفرین و آهن سرم، تحقیقی روی ۳۹ غیر ورزشکار، ورزشکار معمولی و ورزشکار حرفه ای انجام دادند و دریافتند که سطح فریتین بعد از آزمون اول در افراد غیر ورزشکار و بعد از هر دو آزمون در افراد ورزشکار، به طور معنی داری افزایش پیدا کر. ترانسفرین نیز افزایش معنی

گیرد. در پژوهش حاضر تلاش می‌کنیم تاثیر یک دوره قرار گیری در ارتفاع بالا و مصرف یک دوره مکمل آهن پس از آن را بر عوامل هماتولوژیکی بانوان بررسی کنیم.

مواد و روش‌ها:

در این مطالعه ۴۰ دختر به طور داوطلبانه انتخاب و به صورت تصادفی در سه گروه (گروه کنترل، گروه مکمل آهن، گروه تمرین ورزشی) به صورت دوسویه کور انجام گرفت. این تقسیم بندی شامل گروه اول: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه دوم: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + تمرین ورزشی، گروه سوم: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه چهارم: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + تمرین ورزشی، گروه پنجم: گروه کنترل می شود. یکی از معیار ورود به تحقیق برخورداری از سلامت کامل بود که با تایید پزشک گروه صورت گرفت قرارگیری هموگلوبین خون در دامنه طبیعی (۱۵-۱۲ گرم بر دسی لیتر) از طریق آزمایش خون، مشخص گردید برای اینکه بیماری حاد کوهستان نمود پیدا کند آزمودنی ها به ارتفاعات ۳۶۵۰ متری (قله سماموس گیلان) برده شدند تا تاثیر ارتفاع بر بدن مشخص شود. قبل از شروع دوره تمرینی با پرسش نامه محقق ساخته بررسی شد. نهایتاً دامنه سنی شرکت کنندگان ۲۵-۱۹ سال تعیین گردید. معیار خروج از تحقیق شامل آسیب دیدن حین تمرینات، نداشتن بیماری های تنفسی و عدم قرار داشتن در دوره پیرو بود.

پروتکل تمرین هوازی با شدت ۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه: این تمرینات به مدت ۶ هفته و ۲ جلسه در هفته اجرا شد. برنامه ها با ۱۰-۵ دقیقه گرم کردن شروع شد و در این مرحله از انواع دوها، حرکات کششی، نرمشی و جهشی استفاده گردید. پس از آن، دویدن مداوم با آهنگ ثابت و شدت ۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه آزمودنی ها اجرا گردید. زمان دویدن در هر جلسه ۲۰ دقیقه بود و در هر هفته بر شدت آن افزوده شد، به گونه ای که از هفته چهارم به بعد، شدت تمرین در حد ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب ثابت باقی ماند. ضربان قلب بیشینه از فرمول (سن -

داری دار در افراد ورزشکار و غیر ورزشکار بعد از هر دو آزمون آزمایشگاهی نشان داد، اما بعد از تمرین طولانی بدون تغییر باقی ماند. علاوه بر این، سطح آهن سرم بعد از آزمون اول در افراد ورزشکار و بعد از آزمون دوم در افراد غیر ورزشکار به طور معنی داری افزایش یافت بیماری حاد کوهستان یا بیماری حاد ارتفاع از بیماری های اولیه حضور افراد در ارتفاع بالای ۲۵۰۰ متر می باشد که علائمی نظیر سردرد، تهوع، بی خوابی، بی اشتها، بی خواب سبک، سرگیجه و... از علائم اولیه و شایع آن است. به همان میزان که مردان در ارتفاع دچار بیماری حاد کوهستان می شوند، زنان نیز با همان میزان شیوع به بیماری حاد کوهستان مبتلا می گردند و اختلافی در این زمینه ثبت و یا گزارش نشده است (۳، ۴). ظرف چند روز پس از رسیدن به مکان مرتفع افزایش غلظت هموگلوبین پدیدار می گردد، ولی این افزایش اولیه در هموگلوبین نتیجه ی غلظت خون در اثر افت حجم پلاسما می باشد (۵، ۶).

اگر چه پیشرفت های چشمگیری در زمینه های متعدد هماتولوژی و ورزش حاصل شده است، اما تاثیر طولانی مدت تمرینات هوازی بر فاکتورهای خونی در موارد نادری آزمایش شده است. هنوز این تاثیر کاملاً مشخص نیست و تناقض های فراوانی وجود دارد. چگونگی تغییرات بافت خون در اثر فعالیت های بدنی مورد توجه محققان است و با توجه به شیوع بالای کم خونی فقر آهن و حضور بانوان کوهنورد در ارتفاع بالای ۲۷۰۰ متر و همچنین فعالیت های کاری برخی بانوان و با توجه به بالا بودن شیوع این بیماری در زنان در دوران باروری و افزایش احتمال وجود کم خونی فقر آهن غربالگری بانوان کوهنوردی از اهمیت بالایی برخوردار است (۸).

بنابراین در پژوهش حاضر اثر دو دامنه شدت متفاوت از تمرینات هوازی یعنی ۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب متوسط بیشینه، و ۸۰-۹۰ حداکثر ضربان قلب بیشینه بر تغییرات احتمالی ذخایر آهن مورد بررسی قرار گرفت تا یک از طرف به تفاوت های احتمالی مرز این دو دامنه بر عواملی مثل فریتین و هموگلوبین و سایر متغیرهای مورد نظر پرداخته شود و از سوی دیگر، تأثیر مصرف منقطع مکمل آهن در زمان های تمرین طی ۶ هفته، مورد بررسی قرار

جدول ۱ - ویژگی‌های دموگرافی

گروه ها / متغیرها	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)
گروه ۱: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ در صد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل	۲۰/۴۵±۱/۴۱	۱۶۰/۷۲±۴/۸۴	۵۸/۱۸±۱۰/۷۶
گروه ۲: تمرینات با شدت متوسط (۹۰-۸۰ در صد ضربان قلب بیشینه) + تمرین ورزشی	۲۱/۹۴±۱/۱۸	۱۵۸/۱۷±۳/۰۷	۵۹/۱۴±۸/۴۷
گروه ۳: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ در صد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل	۲۲/۶۶±۱/۴۹	۱۵۹/۲۴±۴/۹۳	۵۵/۰۴±۸/۸۶
گروه ۴: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ در صد ضربان قلب بیشینه) + تمرین ورزشی	۲۱/۵۱±۱/۸۱	۱۶۱/۰۴±۳/۵۵	۵۷/۷۳±۹/۱۲
گروه ۴: کنترل	۲۲/۰۴±۱/۱۵	۱۵۹/۸۷±۳/۷۲	۵۸/۶۴±۹/۱۸

۲۲۰ محاسبه شد. برای کنترل شدت تمرین هر ۴ دقیقه یکبار با استفاده از شمارش ضربان قلب در ناحیه کاروتید گردن که قبل از آن به آزمودنی‌ها آموزش داده شده بود، به مدت ۱۰ ثانیه شمارش شده و عدد حاصل در ۶ ضرب شد تا ضربان قلب در یک دقیقه بدست آید. (۱۱)

پروتکل تمرین هوازی با شدت ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه: در این گروه نیز مدت و زمان تمرین و چهارچوب تمرینات مانند گروه قبل بود با این تفاوت که شدت تمرینات در این گروه از ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته اول شروع و

در دو هفته آخر به ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. **نحوه مصرف مکمل آهن و دارونما:** مکمل شامل کپسول آهن حاوی ۱۰۰ میلی گرم ترکیب فرسولفات بود که ۲ ساعت بعد از مصرف شام به مدت ۴ روز در هفته های تمرینی استفاده گردید. به گروه دارونما، کپسول حاوی ۱۰۰ میلی گرم نشاسته داده شد.

محاسبه حداکثر توان هوازی: برای اندازه گیری حداکثر توان هوازی از آزمون میدانی کوپر استفاده گردید. بدین منظور، مسافت طی شده در طی ۱۲ دقیقه دویدن محاسبه شد و VO_{2max} با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید. (۱۳)

$$44/73 \div (504/9 - \text{مسافت طی شده به متر}) = \text{حداکثر اکسیژن مصرفی}$$

نمایش متغیرهای بیوشیمیایی: به منظور اندازه گیری متغیرهای آهن سرم Fe، فریتین سرم Fer، تعداد گلبول قرمز RBC، هموگلوبین Hb و هماتوکریت Hct؛

خونگیری با شرایط مشابه متعاقب ۱۴-۱۲ ساعت ناشتایی در دو مرحله، ۴۸ ساعت پیش و پس از ۶ هفته تمرین صورت گرفت. برای همگنی قبل و بعد از فعالیت به حداقل رساندن تاثیر پذیری شاخص های مد نظر از فعالیت های انجام گرفته؛ از شرکت کنندگان خواسته شد تا ۲ روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت جسمی شدیدی انجام ندهند. سیکل ماهانه آزمودنی ها، دما و ساعت آزمون ثبت شد تا در مرحله بعدی حتی الامکان این شرایط حفظ گردد. از آزمودنی ها در وضعیت نشسته، از سیاهرگ دست راست حدود ۵ میلی لیتر خون گرفته شد و به مدت ۱۰ دقیقه با سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰ دور در دقیقه، سرم آنها جدا و در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد.

روش آماری: برای تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از آمار توصیفی، برای بررسی همگن بودن گروه ها از آزمون تحلیل واریانس چند متغیره و به منظور مقایسه هر یک از متغیرهای موجود در گروه های سه گانه از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه استفاده شد. در صورت معنی دار بودن تفاوت ها، آزمون توکی به کار گرفته شد. کلیه عملیات آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ به اجرا درآمد و سطح معنی داری فرضیه های آماری، $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها:

ویژگی های دموگرافی نمونه های تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

در این پژوهش، ابتدا با استفاده از t وابسته تغییرات پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه مورد بررسی قرار گرفت

جدول ۲ - متغیرهای اندازه‌گیری شده

متغیر	گروه	نوبت	پیش آزمون (M±sd)	پس آزمون (M±sd)	ارزش t	Df	ارزش p
آهن سرم (میکروگرم بر دسی لیتر)	کنترل شدت بالا + مکمل شدت بالا + تمرین شدت متوسط + مکمل شدت متوسط + تمرین	کنترل	۶۹/۷۲	۸۴/۳۵	-۱۷/۲۰	۹	۰/۰۰۱
		شدت بالا + مکمل	۸۵/۹۳	۹۹/۰۴	-۲۳/۹۰	۹	۰/۰۰۱
		شدت بالا + تمرین	۷۸/۳۵	۷۷/۴۵	-۱۷/۸۰	۹	۰/۰۰۱
		شدت متوسط + مکمل	۸۳/۰۱	۱۰۱/۹۵	-۱۹/۲۶	۹	۰/۰۰۱
		شدت متوسط + تمرین	۷۶/۱۲	۸۸/۴۲	-۱۶/۳۷	۹	۰/۰۰۱
هما توکریت (درصد)	کنترل شدت بالا + مکمل شدت بالا + تمرین شدت متوسط + مکمل شدت متوسط + تمرین	کنترل	۳۷/۴۷	۳۷/۵۰	-۳/۲۸	۹	۰/۰۱
		شدت بالا + مکمل	۳۸/۱۷	۳۸/۱۵	۳/۷۷	۹	۰/۰۰۴
		شدت بالا + تمرین	۳۴/۲۸	۳۲/۹۳	۲/۷۸	۹	۰/۰۰۱
		شدت متوسط + مکمل	۳۸/۱۲	۳۸/۱۲	۱/۵۶	۹	۰/۱۵۲
		شدت متوسط + تمرین	۳۳/۱۷	۳۱/۲۳	۱/۰۸	۹	۰/۱۰۰
هموگلوبین (گرم بر دسی لیتر)	کنترل شدت بالا + مکمل شدت بالا + تمرین شدت متوسط + مکمل شدت متوسط + تمرین	کنترل	۱۲/۱۹	۱۲/۲۸	-۰/۳۶۶	۹	۰/۷۲۳
		شدت بالا + مکمل	۱۲/۰۸	۱۲/۲۸	-۰/۷۲۸	۹	۰/۴۸۵
		شدت بالا + تمرین	۱۰/۱۸	۱۰/۰۸	-۰/۳۳۳	۹	۰/۴۴۴
		شدت متوسط + مکمل	۱۲/۱۵	۱۲/۲۲	-۰/۳۵۹	۹	۰/۷۲۸
		شدت متوسط + تمرین	۱۰/۱۲	۱۰/۳۱	-۰/۴۵۶	۹	۰/۳۰۹
فریتین سرم (نانوگرم بر میلی گرم)	کنترل شدت بالا + مکمل شدت بالا + تمرین شدت متوسط + مکمل شدت متوسط + تمرین	کنترل	۲۲/۰۲	۲۲/۷۳	-۱/۱۸	۹	۰/۲۶۸
		شدت بالا + مکمل	۲۲/۱۷	۲۵/۸۲	-۱۰/۲۲	۹	۰/۰۰۱
		شدت بالا + تمرین	۲۱/۶۲	۲۲/۷۳	-۱۰/۷۶	۹	۰/۰۰۱
		شدت متوسط + مکمل	۲۲/۰۳	۲۷/۱۴	-۴/۵۸	۹	۰/۰۰۱
		شدت متوسط + تمرین	۱۹/۱۶	۲۴/۷۳	-۵/۶۷	۹	۰/۰۰۱
ترانسفرین (نانوگرم بر میلی گرم)	کنترل شدت بالا + مکمل شدت بالا + تمرین شدت متوسط + مکمل شدت متوسط + تمرین	کنترل	۲۶۳/۷۳	۲۶۴/۷۵	۱/۶۵	۹	۰/۱۳۲
		شدت بالا + مکمل	۲۶۳/۹۵	۲۶۹/۰۲	۹/۵۶	۹	۰/۰۰۱
		شدت بالا + تمرین	۲۳/۱۰	۲۴۷/۶۳	۷/۰۷	۹	۰/۰۰۱
		شدت متوسط + مکمل	۲۵۷/۵۴	۲۷۶/۷۰	۱۹/۸۳	۹	۰/۰۰۱
		شدت متوسط + تمرین	۲۳۳/۶۹	۲۵۴/۳۸	۱۶/۲۴	۹	۰/۰۰۱
درصد اشباع اکسیژن	کنترل شدت بالا + مکمل شدت بالا + تمرین شدت متوسط + مکمل شدت متوسط + تمرین	کنترل	۸/۳۴	۸/۳۸	-۰/۱۰۷	۹	۰/۹۱۷
		شدت بالا + مکمل	۷/۹۸	۸/۹۲	-۳/۶۱	۹	۰/۰۰۶
		شدت بالا + تمرین	۶/۲۲	۶/۷۴	-۳/۹۹	۹	۰/۰۰۱
		شدت متوسط + مکمل	۷/۹۵	۸۵/۶۱	-۱۵۹/۷۵	۹	۰/۰۰۱
		شدت متوسط + تمرین	۵/۳۸	۷۹/۳۴	-۱۶۸/۰۶	۹	۰/۰۰۱

تمرین هوازی و مکمل آهن و یک دوره قرار گیری در شرایط کوه زدگی تفاوت معنی داری با هم ندارند ($p > 0/05$). در مقایسه نتایج گروه مکمل، قبل و بعد از مصرف مکمل فریتین ($p = 0/001$) و ترانسفرین

که نشان در هر یک از متغیرها در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که جدول ۲ نشان می‌دهد، متغیرهای اندازه گیری شده در گروه کنترل قبل و بعد از شش هفته

جدول ۳ - نتایج آزمون ANOVA بین متغیرهای تحقیق

معناداری	F	میانگین مجذورات	DF	مجموع مجذورات	
		۰/۱۶	۳	۰/۴۹۸	بین گروهی
۰/۸۶۹	۰/۲۳۹	۰/۶۹۴	۳۶	۲۴/۹۹	هموگلوبین درون گروهی
			۳۹	۲۵/۴۹	کل
		۴۳/۵۲	۳	۱۳۰/۵۶	بین گروهی
۰/۰۰	۱۱/۹۹	۳/۶۷	۳۶	۱۳۰/۶۳	فریتین درون گروهی
			۳۹	۲۶۱/۲۰	کل
		۱۷۳۷/۷۹	۳	۵۲۱۳/۳۷	بین گروهی
۰/۰۰	۲۸۷/۰۷	۶/۰۵	۳۶	۲۱۷/۹۲	ترانسفرین درون گروهی
			۳۹	۵۴۳۱/۲۹	کل
		۱۹۰۷۰/۵۵	۳	۵۷۲۱۱/۶۶	بین گروهی
۰/۰۰	۱۰۳۳۸/۸۸	۱/۸۴	۳۶	۶۶/۴۰	PSO درون گروهی
			۳۹	۵۷۲۷۸/۰۷	کل

مکمل ($p=0/001$) نسبت به گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده شد. بر اساس نتایج، بین سطح ترانسفرین سرمی گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده شد ($p=0/001$). مقایسه جفتی گروه‌ها، نتایج نشان داد که سطح ترانسفرین سرمی در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری افزایش نشان داد ($p=0/001$) و در گروه‌های مکمل ($p=0/015$) و تمرین-مکمل ($p=0/001$) نسبت به گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده شد. همچنین، بین گروه‌های تمرین با مکمل آهن ($p=0/001$) و تمرین ورزشی همراه با مصرف مکمل آهن با مکمل آهن ($p=0/001$) تفاوت معناداری مشاهده شد. از طرفی سطح هموگلوبین در گروه‌های مداخله در مقایسه با گروه کنترل تغییر معناداری نداشت ($p>0/05$). بر اساس نتایج، بین سطح آهن سرمی گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده شد ($p=0/001$). مقایسه جفتی گروه‌ها، نتایج نشان داد که سطح آهن سرمی در گروه تمرین ($p=001$) و گروه ترکیب تمرین و مکمل آهن ($p=0/001$) نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری افزایش نشان داد نمودار ۱ اما در گروه مکمل مشاهده نشد. همچنین، مقایسه جفتی گروه‌ها، تفاوت معناداری بین گروه تمرین ورزشی با مکمل آهن و ترکیب تمرین با مکمل آهن با گروه مکمل مشاهده شد ($p=0/001$).

($p=0/001$) تغییر معناداری مشاهده شد، اما در مورد متغیر هموگلوبین ($p=0/485$) تفاوت معناداری مشاهده نشد. در مقایسه نتایج گروه تمرین ورزشی، قبل و بعد از تمرین ورزشی فریتین ($p=0/001$) و ترانسفرین ($p=0/001$) تغییر معناداری مشاهده شد، اما در مورد متغیر هموگلوبین ($p=0/723$) تفاوت معناداری مشاهده نشد. در مقایسه نتایج گروه تمرین ورزشی و مصرف مکمل آهن، قبل و بعد از مصرف مکمل آهن و تمرین ورزشی فریتین ($p=0/001$) و ترانسفرین ($p=0/001$) تغییر معناداری مشاهده شد، اما در مورد متغیر هموگلوبین ($p=0/728$) تفاوت معناداری مشاهده نشد. پس از بررسی تغییرات پیش و پس از اعمال مداخلات، به منظور ارزیابی تغییرات بین گروهی از آزمون ANOVA یک طرفه و در صورت معنی داری از آزمون تعقیبی استفاده شد. بر اساس نتایج، نتایج مطالعه حاضر هیچگونه تغییر قابل ملاحظه‌ای را به دنبال ۸ هفته تمرین با دو شدت ۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه و ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در متغیرهای وابسته بررسی شده نشان نداد. بین سطح فریتین سرمی گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده شد ($p=0/001$). مقایسه جفتی گروه‌ها، نتایج نشان داد که سطح فریتین سرمی در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری افزایش نشان داد ($p=0/001$) و در گروه‌های مکمل ($p=0/015$) و تمرین-

سبب افزایش بازجذب آب در کلیه می‌شود، که این سبب افزایش حجم پلاسما و کاهش هموگلوبین در سطح پلاسما می‌شود (۱۲). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرین ورزشی باعث کاهش سطح هماتوکریت شد که با یافته‌های هگن آر و همکاران همخوانی داشت. در توجیه تغییرات مشابه که در تغییرات هماتوکریت مشاهده شد، می‌توان آن را به ارتباط مستقیم با ترکیبات مهم خون مرتبط با انتقال اکسیژن ربط داد. همچنین، افزایش حجم پلاسما ناشی از تمرین ورزشی را به کاهش هماتوکریت مرتبط دانست. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطح آن سرمی در گروه ورزش با کاهش معناداری روبرو شد، اما در گروه تمرین ورزشی همراه با مصرف مکمل آهن به سبب مصرف آهن افزایش سطح آهن را نشان داد.

هاس و دیگران (۲۰۰۱) بیان کرده‌اند که زنان با افزایش سطوح فعالیت خود ممکن است بتوانند از فواید مواد غذایی حاوی آهن جهت ارتقای تطابق‌های فیزیولوژیک بهره ببرند. آنها مطالعه‌ای در ارتباط با کمبود آهن و کاهش ظرفیت کاری انجام دادند و در نتایج خود مشاهده کردند که بین ظرفیت هوازی افراد و هموگلوبین رابطه وجود دارد. به لحاظ فیزیولوژیکی استقامت به فعالیت اکسیژن، ظرفیت اکسیداتیو (آنزیم‌های اکسیداتیو) و استفاده از آن در کار عضلانی وابسته است. هاس و دیگران تاکید دارند در افراد غیر آنمیک، کاهش ظرفیت اکسیداتیو، مکانیسم اصلی کاهش عملکرد می‌باشد. بنابراین ما دریافتیم با توجه به این که در میزان شاخص وزن و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها تغییری ملاحظه نشد؛ ولی VO_{2max} آنان ارتقا یافت؛ تغییری که شاید بتوان آن را به افزایش ظرفیت استفاده اکسیژن در عضلات نسبت داد و به کارایی بیشتر میوگلوبین عضلانی در نقش‌های متابولیسمی آنان توجه کرد. آنچه مد نظر ما بود، پی بردن به ضررهای احتمالی دفع آهن بر اثر فعالیت بدنی بود که خوشبختانه نتایج حاصل از تحقیق نشان داد انجام ۳۰ دقیقه تمرین منظم با ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه، ۲ بار در هفته؛ ضمن ارتقای سطح VO_{2max} که یکی از شاخصهای مطلوب استقامت قلبی عروقی است، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در شاخص‌های خونی ایجاد نمی‌کند. آکاباس و دولینز (۲۰۰۵) راجع به نیاز زنان فعال به ریزمغذی‌ها به ویژه آهن طی

همچنین، بر اساس تحلیل واریانس یک طرفه، نتایج درصد اشباع اکسیژن بین گروه‌ها دارای تفاوت معناداری می‌باشد ($p=0/001$). مقایسه جفتی گروه‌ها نشان داد که بین گروه مکمل با گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p=0/55$)، اما بین گروه‌های تمرین ورزشی و گروه ترکیب تمرین ورزشی و مکمل آهن با گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده شد ($p=0/001$). همچنین، بین گروه‌های تمرین ورزشی با گروه مکمل و گروه ترکیب تمرین همراه با مکمل آهن تفاوت معناداری مشاهده شد ($p=0/001$).

نتایج تحلیل واریانس یک طرفه، تفاوت معنادار درصد هماتوکریت بین گروه‌ها را نشان داد ($p=0/001$). مقایسه جفتی دو گروه نشان داد که بین گروه‌های مکمل ($p=0/085$) و گروه ترکیب تمرین همراه با مکمل ($p=0/176$) تفاوت معناداری با گروه کنترل مشاهده نشد. همچنین، نتایج نشان داد که بین گروه تمرین ورزشی با گروه مکمل آهن تفاوت معناداری مشاهده شد ($p=0/001$). از طرفی سطح هموگلوبین (H) در گروه‌های مداخله در مقایسه با گروه کنترل تغییر معناداری نداشت ($p>0/05$).

بحث:

نتایج این پژوهش نشان داد که کاهش گلبول‌های قرمز بعد از شش هفته تمرین هوازی و یک دوره قرارگیری در شرایط کوه زدگی معنادار نبود. افزایش معنادار سطح فریتین در طی شش هفته تمرین ورزشی پس از یک دوره کوه زدگی مشاهده شد، اما در گروه‌های دیگر این افزایش مشاهده نشد. کاهش معنادار در سطح ترانسفرین در طی شش هفته تمرین هوازی پس از یک دوره کوه زدگی مشاهده شد. افزایش معنادار در سطح ترانسفرین در طی شش هفته مصرف مکمل آهن و ترکیب تمرین ورزشی و مصرف مکمل آهن مشاهده شد.

یافته‌های مطالعه حاضر کاهش اندک سطح هموگلوبین پلاسما در گروه تمرین ورزشی را نشان داد. می‌توان علت این کاهش را به افزایش حجم پلاسما در طی شش هفته تمرین منظم هوازی و سازگاری بدن در طی این دوره نسبت داد. تمرینات ورزشی منظم سبب ایجاد سازگاری-هایی در بدن از جمله افزایش ترشح هورمون‌های ضد ادراری می‌شود. این افزایش در هورمون‌های ضد ادراری

3) .^۳ Kammerer T, Faihs V, Hulde N, Bayer A, Hübner M, Brettner F, et al. Changes of hemodynamic and cerebral oxygenation after exercise in normobaric and hypobaric hypoxia: associations with acute mountain sickness. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*. 2018;30(1):66.

4) .^۴ Boos CJ, Woods DR, Varias A, Biscocho S, Heseltine P, Mellor AJ. High altitude and acute mountain sickness and changes in circulating endothelin-1, interleukin-6, and interleukin-17a. *High altitude medicine & biology*. 2016;17(1):25-31.

5) .^۵ Alonso I, Matos A, Ribeiro R, Gil Â, Cardoso C, Sardinha LB, et al. Mountain Cycling Ultramarathon Effects on Inflammatory and Hemoglobin Responses. *Medicine and science in sports and exercise*. 2018;50(2):353-60.

6) .^۶ Samuels RW, Danz-Cruz D, Herrera P, Checkley W. A Modified Algorithm For Chronic Mountain Sickness Screening Through Noninvasive Hemoglobin Assessment: A Cross-Sectional Study In Puno Region, Peru. *A77 CHANGES IN THE LUNG DUE TO DIETARY AND ENVIRONMENTAL EXPOSURES: American Thoracic Society*; 2017. p. A7594-A.

7) .^۷ 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.(۲)

8) .^۸ Koike Y, Isozaki A, Nomura Y, Fujitsuka S. Effect of 12 weeks of strenuous physical training on hematological changes. *Military medicine*. 2005;17.۴-۵۹۰۰:(۷)۰

9) .^۹ El-Sayed MS, Ali N, Ali ZE-S. Haemorrhage in exercise and training. *Sports Medicine*. 2005;35(8):649-70.

10) .^{۱۰} İbiş S, Hazar S, Gökdemir K. Aerobik ve anaerobik egzersizlerin hematolojik parametrelere akut etkisi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*. 2010;7(1):71-81.

11) .^{۱۱} Martin H, Kilian P. March hemoglobinuria (Studies on the mechanism of hemolysis and review of the literature). *Folia haematologica; internationales Magazin fur Blutforschung*. 1959;4:92-117.

12) .^{۱۲} Rand PW, Barker N, Lacombe E. Effects of plasma viscosity and aggregation on whole-blood viscosity. *American Journal of*

مطالعه ای بیان کرده اند آنچه که نیاز زنان به آهن را افزایش می دهد، تعریق، ادرار و همولیز داخلی سلول هاست که ممکن است بر اثر ورزش های استقامتی رخ دهد؛ همچنین تغییرات هموگلوبین و فریتین که با تغییرات حجمی پالسمای ایجاد می شود و اثری گذرا دارد را می توان اضافه کرد. آن ها معتقدند که بیشترین غلظت آهن در عرق در طی ۳۰ دقیقه اول تمرین رخ می دهد و میزان ۵/۷ درصد آهن روزانه یا ۱/۲ میلی گرم بر دسی لیتر با تمرین زنان در اولین ساعات روز از دست می رود. در این بین به ویژه میزان نیاز زنان ورزشکار به آهن بیشتر می باشد. و استفاده از مکمل تنها برای کسانی که در سطوح پایین اولیه ای از شاخص های فریتین، آهن و اشباع ترانسفرین قرار دارند، تغییرات بهینه ای را در این شاخص ها به وجود می آورد؛ ولی در سایر افراد با سطوح میانگین طبیعی، تغییری ایجاد نمی شود. در آزمایش های کنترل شده، تاثیر سودمند مکمل آهن تنها در ورزشکاران آنمی ناشی از فقر آهن یا زنان ورزشکار و افراد غیرفعال با فریتین سرم پایین؛ دیده شده است. با توجه به زمان تمرین در تحقیق حاضر که انجام حداقل ۲۰ تا ۳۰ دقیقه با ۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود، افت و خیز قابل توجهی را در ذخایر آهن این آزمودنی ها مشاهده نکردیم؛ بنابراین میزان دفع احتمالی آهن از طریق تعریق در ۳۰ دقیقه و توسط ضربات پا با تغذیه روزانه جایگزین شده است و این آزمودنی ها از تطابق فیزیولوژیکی لازم بهره برده اند. با مطالب گفته شده می توان نتیجه گیری کرد که با شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل آهن می تواند سبب بهبود وضعیت آهن و عوامل هماتولوژی مرتبط با انتقال خون در بدن ورزشکاران و کمک به انتقال اکسیژن در طی فعالیت ورزشی و جلوگیری از آنمی در اثر تمرینات ورزشی می شود.

منابع:

1) Alaunyte I, Stojceska V, Plunkett A. Iron and the female athlete: a review of dietary treatment methods for improving iron status and exercise performance. *Journal of the international society of sports nutrition*. 2015;12(1):38.

2) .^۲ Hall J. 10 Women mountaineers and affect. *Affective Geographies of Transformation, Exploration and Adventure: Rethinking Frontiers*. 2018:58.



Physiology-Legacy Content.
1970;218(3):681-8.

- 13) Yoshimura H, Inoue T, Yamada T, Shiraki K. Anemia during Hard Physical Training (Sports Anemia) and Its Causal Mechanism with Special Reference to Protein Nutrition¹. Human Nutrition and Nutrition and Pesticides in Cattle. 35: Karger Publishers; 1980. p. 1-86.



نفس

سال ۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۵۴ تا ۶۳