

Azizeh Ahmadi Ph.D¹, Rasoul Dokht Abdiyan Ph.D^{2*}

1. Department of Physiology,
University of Tabriz, Tabriz,
Iran

2. Department of Physiology,
Tehran University of Medical
Sciences, Tehran, Iran

Compare the Effects of Two High Intense Interval Training (HIIT) Protocol on Some Hem Rheological Markers in Young Overweight and Obese Women

Received:31 Feb 2017 ; Accepted:6 Jul 2017

Abstract

Background: Manipulation of training variables such as intensity, volume and training session's frequency could affect the exercise compatibility and dynamicity these carry out different physiological adaptations. The purpose of this study is determining the effect of two types high intensity training (HIIT) on some hem rheological factors in young overweight and obese women.

Methods: 24 girls with age $25/75 \pm 1/18$ y, height: $161/29 \pm 4/23$ cm, weight $74/51 \pm 6/27$ kg, fat $30/70 \pm 2/23\%$, BMI $28/66 \pm 1/89$ kg/m² voluntarily participated in this study and randomly divided into three experimental HIIT1 group (n=8), HIIT2 group (n=8) and control group (n=8). The subjects of the group HIIT1 in each session running 30 seconds in four sets with 19 to 20 the rate of perceived exertion (RPE) Borg scale and two minutes of rest between sets. HIIT₂ group running four sets of 60 s with the same intensity and four minutes rest between sets, training protocol performed three times a week and as long as four weeks. 48 hours before and 48 hours after exercise, blood samples were taken. For analyzing data, use Mixed between-within Subjects analysis of variance in level of ($p > 0.05$).

Results: Results showed in levels of RBC, MCV, MCH, hematocrit, hemoglobin wasn't significantly variation and also difference between groups was not significant ($p > 0.05$). RDW was significantly changed only in HIIT2 group ($p < 0.05$) and there was no difference between groups ($p > 0.05$). MCHC in each the experimental groups showed significantly changes, the difference between groups was significant only between each experimental groups with control ($p < 0.01$).

Conclusion: according to the results, it can be said that short term HIIT (30 s) in comparison with midterm HIIT (60 s) probably accompanied with slightly hemolysis side effects.

Keywords: Red blood cell count, Mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), Mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), Red Cell Distribution Width (RDW).

***Corresponding Author:**
Department of Occupational Health,
Tehran University of Medical
Sciences, Tehran, Iran

Tel: 0939-0262804
E-mail: rasoulabdiyan11@gmail.com

مقایسه تأثیر اجرای دو نوع پروتکل تمرین تناوبی شدید (HIIT) بر برخی شاخص‌های هماتولوژیکی خون دختران غیرفعال دارای اضافه‌وزن و چاق

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۱۱/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: دست‌کاری متغیرهای تمرینی چون شدت، حجم و تکرار جلسات تمرین می‌تواند بر سازگاری و پویایی فعالیت بدنی تأثیر گذاشته و سازگاری‌های فیزیولوژیکی متفاوتی را به همراه داشته باشند. هدف از پژوهش حاضر مقایسه تأثیر دو نوع اجرای تمرین تناوبی شدید (HIIT) بر برخی شاخص‌های هماتولوژیکی دختران غیرفعال دارای اضافه‌وزن و چاق است.

مواد و روش‌ها: ۲۴ دختر با میانگین سن $25/75 \pm 1/18$ سال، قد $161/29 \pm 4/23$ سانتی‌متر، وزن $74/51 \pm 6/27$ کیلوگرم، درصد چربی $30/70 \pm 2/23$ و BMI $28/66 \pm 1/89$ داوطلبانه انتخاب شدند و به‌طور تصادفی به سه گروه تمرینی HIIT1 ($n=8$)، گروه HIIT2 ($n=8$) و گروه کنترل ($n=8$) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه HIIT1 در هر جلسه چهار ست ۳۰ ثانیه‌ای دویدن با شدت ۱۹ الی ۲۰ میزان درک فشار (RPE) - مقیاس بورگ و دو دقیقه استراحت بین ست‌ها و گروه HIIT2 چهار ست دویدن ۶۰ ثانیه‌ای با همان شدت و چهار دقیقه استراحت بین ست‌ها را انجام دادند، تمرین سه جلسه در هفته و به مدت چهار هفته اجرا شد. ۴۸ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از تمرین خون‌گیری به عمل آمد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) مخلوط بین گروهی و درون‌گروهی در سطح معنی‌داری ($P < 0/05$) استفاده شد.

یافته‌ها: در متغیرهای شمارش گلبول‌های قرمز، MCV، MCH، HCT و HGB تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد، همچنین تفاوت بین گروه‌ها معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). RDW تنها در گروه HIIT2 معنی‌دار بود ($P < 0/05$)، در بین گروه‌ها تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد ($p > 0/05$)، MCHC در هر گروه تجربی تغییرات معنی‌داری را نشان داد، تفاوت بین گروهی تنها بین گروه‌های تجربی و کنترل معنی‌دار بود ($P < 0/01$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت که احتمالاً تمرینات HIIT کوتاه‌مدت (۳۰ ثانیه‌ای) در مقایسه با میان‌مدت (۶۰ ثانیه‌ای) با عوارض همولیزی اندکی همراه هستند.

کلمات کلیدی: شمارش گلبول‌های قرمز، میانگین حجم گویچه‌ای، میانگین هموگلوبین گویچه‌ای، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز، تغییرات دامنه گستردگی گلبول‌های قرمز.

عزیزه احمدی^۱، رسول دخت عبدیان^{۲*}

^۱ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

^۲ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول:

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

۰۹۳۹-۰۲۶۲۸۰۴

E-mail: rasoulabdiyan11@gmail.com

مقدمه

بررسی است. بر طبق دستورالعمل‌های جامعه قلب اروپا (ESC) و انجمن قلب آمریکا (AHA) فعالیت بدنی افراد سالم نقش محوری در پیشگیری اولیه از این عارضه را دارد.^۱ عنوان‌شده است مدت‌زمان ۲/۵ الی ۵ ساعت تمرین در هفته خطر مرگ‌ومیر ناشی از بیماری قلبی - عروقی را به میزان ۲۰-۳۰ درصد کاهش می‌دهد.^۲

در چند دهه گذشته میزان مرگ‌ومیر ناشی از بیماری عروقی کرونری (CAD) در کشورهای پیشرفته با توسعه مراقبت‌های پزشکی به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. با این حال عوامل عمده دخیل در این عارضه همچنان در سراسر جهان تحت مطالعه و

ناشی از فقر آهن استفاده می‌کنند.^۹ در پژوهشی کاراکوک و همکارانش (۲۰۰۵) پس از ۹۰ دقیقه تمرین فوتبال در متغیرهای MCV و HGB کاهش معناداری را مشاهده کردند.^{۱۰} قنبری نیایکی و همکارانش (۲۰۱۰) نشان دادند در کیک بوکسورهای مرد چهار هفته تمرین بی‌هوای RAST منجر به افزایش معنادار در MCV، HGB و کاهش معنادار در RDW می‌شود.^{۱۱} با توجه به نتایج پژوهش‌ها می‌توان انتظار داشت که همراه با افزایش آمادگی جسمانی در اثر فعالیت‌های ورزشی، ظرفیت حمل اکسیژن از طریق تغییرات عوامل خونی بهبود یابد؛ اما نتایج گوناگون به دست آمده و بعضاً ناهم‌سو است که سبب شده تأثیر فعالیت‌های ورزشی با شدت‌ها و مدت‌های گوناگون بر عوامل همورئولوژیکی بررسی شود؛ پویایی فعالیت بدنی عموماً توسط متغیرهای تأثیرگذار بر سازگاری‌های تمرینی تعیین می‌شوند. فاکتورهایی شامل شدت، حجم و تکرار جلسات تمرین به‌عنوان متغیرهای تمرینی در نظر گرفته می‌شوند. دست‌کاری این متغیرهای تمرینی می‌تواند بر سازگاری و پویایی تمرین تأثیر گذاشته که این با پاسخ وابسته به دوز در ارتباط است. برای اینکه بدن ما به دوزهای تمرینی سازگاری‌های مؤثرتری ارائه دهد. در تجویز فعالیت‌های بدنی تعامل بین ترکیبات بار تمرینی بایستی به‌دقت مدنظر قرار گیرد. اکثر محققین علوم ورزشی عقیده دارند شدت تمرین عنصر کلیدی در پاسخ‌دهی به سازگاری‌های تمرینی است. به نظر می‌رسد دست‌کاری مناسب شدت و حجم تمرین با ثابت نگه‌داشتن تکرار جلسات تمرینی سودمندی‌های ویژه‌ای را در بر خواهد داشت، این پژوهش به دنبال این است که آیا اجرای دو پروتکل از تمرینات تناوبی شدید (HIIT) بر شاخص‌های هماتولوژیکی خون دختران غیرفعال دارای اضافه‌وزن و چاق تأثیرات متفاوت خواهد گذاشت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع کاربردی و روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است. جامعه آماری این پژوهش دانشجویان غیرفعال دارای اضافه‌وزن و چاق ($BMI \leq 26$) ساکن خوابگاه دختران دانشگاه تهران با دامنه سنی ۲۴-۲۸ سال بودند؛ که از بین آن‌ها ۳۰ نفر به‌صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها پس از اطلاع از شرایط تحقیق فرم رضایت‌نامه شخصی شرکت در

در فعالیت‌های متوسط تا سنگین، شرایطی که نیاز بدن به تولید انرژی بالا است، تداوم در افزایش جذب اکسیژن و حمل آن تا سطح مطلوب ضروری است؛ بنابراین ویژگی‌هایی مؤثر بر انتقال اکسیژن و توزیع آن (رئولوژیکی خون) برای درک مکانیسم‌هایی توسعه عملکرد بدن به هنگام فعالیت بدنی مهم است.^۳ در گزارشی زیبو و همکارانش (۱۹۹۰) عنوان کردند افزایش اکسیژن مصرفی بیشینه ناشی از تمرینات بدنی با تغییراتی در دستگاه اریتروسیستی خون محیطی همراه است.^۴ فعالیت ورزشی نیز از طریق افزایش ظرفیت حمل اکسیژن باعث بالا بردن توان هوایی و استقامت بدنی می‌شود. پس تعداد گلبول‌های قرمز خون (RBC) و مقدار هموگلوبین (HGB) در افزایش یا کاهش ظرفیت انتقال اکسیژن از عوامل ضروری هستند.^۵ اکثر مطالعات بیان می‌کنند که فعالیت ورزشی طولانی مدت تأثیر مثبتی بر بدن دارد و از مهم‌ترین تأثیرات آن می‌توان هماتولوژی خون را نام برد. همانند سایر ارگان‌های بدن، خون نیز به فعالیت‌های بدنی ویژه پاسخ یکسانی نمی‌دهد.^۶ با این حال بابک فرزاد و همکارانش (۱۳۸۹) نشان دادند اجرای یک دوره چهارهفته‌ای تمرینات کشتی همراه با آزمون دوییدن سرعتی بی‌هوایی (RAST) به‌عنوان یک پروتکل تمرین تناوبی شدید، دو جلسه در هفته (چهار دقیقه در هر جلسه)، در مدت زمان کوتاه و با حجم کم تمرینات موجب بهبود در اجرای هوایی و بی‌هوایی می‌شود که همراه با تغییرات هماتولوژیکی است.^۷ ساندور و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تأثیر ۲۴ هفته برنامه تمرینی باز توانی قلبی در بیماران ایسکمیک قلبی نشان داد، بعد از ۱۲ هفته تمرین (برنامه تمرینی هوایی ۵۰ تا ۷۰ درصد اکسیژن مصرفی اوج) هماتوکریت، ویسکوزیته خون و پلاسما و تجمع گلبول‌های قرمز به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است.^۱ بی‌زجی و همکارانش (۲۰۱۰) در زنان تکواندوکار نخبه قبل و بعد از ۴ هفته شرکت در برنامه ورزشی تکواندو افزایش معناداری را در سطوح میانگین هموگلوبین گویچه‌ای (MCH) و هماتوکریت (HCT) مشاهده کردند.^۸ هوی جوی و همکاران (۲۰۰۴) پس از مسابقه فوق ماراتون هیچ تغییر معناداری را در میزان متغیرهای میانگین حجم گویچه‌ای (MVC)، MCH، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC)، دامنه گستردگی گلبول‌های قرمز (RDW) مشاهده نکردند، از شاخص RDW به همراه MVC عموماً برای تشخیص کم‌خونی

دقیقه استراحت حاصل از استراحت‌های بین ست‌ها؛ در کل دو ساعت را صرف زمان تمرین کرد. برای گروه HIIT2 در طول چهار هفته تمرین در مجموع ۴۸ دقیقه تمرین با شدت ۱۹-۲۰ RPE با ۱۹۲ دقیقه استراحت، در کل چهار ساعت را صرف زمان تمرین کرد. ضربان قلب آزمودنی‌ها در طول انجام تمرینات به بالاتر از ۱۸۰ ضربه در دقیقه می‌رسید. آزمودنی‌های گروه کنترل در طول این چهار هفته هیچ‌گونه فعالیتی نداشتند.

جمع‌آوری نمونه‌ها

برای اندازه‌گیری قد و وزن آزمودنی‌ها از ترازوی استاندارد پزشکی SECA مدل (220CE) ساخت کشور آلمان مجهز به قد سنج استفاده شد. اندازه‌گیری چربی بدن با استفاده از کالیپر Skin Fold Harpenden، مدل RH15 9LB با دقت ۰/۲ میلی‌متر، ساخت کشور انگلیس به روش چین‌پوستی سه‌نقطه‌ای جکسون - پولاک انجام شد. شاخص توده بدنی افراد از طریق تقسیم وزن آزمودنی‌ها (به کیلوگرم) بر قد (به متر) آن‌ها محاسبه شد. برای پایش ضربان قلب استراحتی و ضربان قلب در طول فعالیت، از ضربان سنج Beurer مدل M80 ساخت کشور آلمان استفاده شد.

نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت پیش از انجام آزمون‌ها و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین تناوبی شدید در محل آزمایشگاه غدد درون‌ریز و متابولیسم، بین ساعت ۹ تا ۱۰ صبح به‌صورت ناشتا گرفته شد. ۵ سی‌سی خون در لوله‌آزمایش حاوی ۲۰۰ میکرولیتر ماده ضد انعقاد EDTA ریخته شد تا اندازه‌گیری‌های CBC انجام شود.

روش‌های آماری

اطلاعات به‌دست‌آمده در این مطالعه بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ صورت گرفت. برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) مخلوط بین گروهی و درون‌گروهی (گروه × زمان) انجام گرفت. در ابتدا برای احراز برابری واریانس‌های خطا بین گروهی نتایج آزمون لون (Levene's test) موردبررسی قرار گرفت. سپس نتایج تفاوت

پژوهش را تکمیل نمودند. پرسشنامه سلامتی و میزان فعالیت توسط آزمودنی‌ها پر شد، هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها سابقه بیماری یا بیماری اثرگذار بر عوامل هماتولوژیک را نداشتند، دارو یا مکمل مصرف نمی‌کردند. همچنین حداقل در شش ماه گذشته سابقه حضور در برنامه‌های ورزشی منظم را نداشتند. داده‌های شش نفر از این آزمودنی‌ها (دو نفر به علت بیماری سرماخوردگی و چهار نفر هم به علت تعداد جلسات تمرینی کمتر) از فرآیند تحقیق کنار گذاشته شدند.

آزمودنی‌های تحقیق با میانگین سن $25/75 \pm 1/18$ سال، قد $161/29 \pm 4/23$ سانتی‌متر، وزن $74/51 \pm 6/27$ کیلوگرم، درصد چربی $30/70 \pm 2/23$ و $28/66 \pm 1/89$ Body mass index (BMI) به‌طور تصادفی به سه گروه HIIT1 (هشت نفر)، گروه HIIT2 (هشت نفر) و گروه کنترل (هشت نفر) تقسیم شدند. گروه‌های تجربی چهار هفته تمرین تناوبی شدید را با شدت ۱۹ الی ۲۰ میزان درک فشار (RPE) Rated Perceived Exertion مقیاس بورگ اجرا کردند^{۱۲} که شدت تمرین برای هر آزمودنی به‌صورت جداگانه محاسبه می‌شد. برای اطمینان از پایش دقیق شدت تمرینات، پایش ضربان قلب هم مدنظر قرار می‌گرفت. برای بررسی آزمون‌های پروتکل تمرینی، تعداد سه نفر از آزمودنی‌های هر گروه به‌طور تصادفی انتخاب شدند و یک هفته قبل از شروع تمرینات، برنامه تمرینی توسط آن‌ها اجرا شد تا اینکه سطح قابل تحمل بودن شدت تمرینات توسط آن‌ها آزمون شود. جلسات تمرینی ابتدا با ۱۵ دقیقه گرم کردن عمومی آغاز می‌شد که شامل پنج دقیقه دویدن نرم، پنج دقیقه تمرینات کششی پویا و پنج دقیقه حرکات جهشی و انفجاری جهت افزایش ضربان قلب تا حد مطلوب اجرا می‌شد. گروه‌های تمرینی یک مسیر تعیین‌شده ۲۰ متری را با حداکثر سرعت به‌صورت رفت و برگشتی می‌دویدند. برنامه تمرینی گروه HIIT1 به‌صورت سه جلسه در هفته و هر جلسه چهار ست ۳۰ ثانیه‌ای دویدن با شدت ۱۹-۲۰ میزان درک فشار (RPE) - مقیاس بورگ و با استراحت دودقیقه‌ای بین ست‌ها، همچنین برای گروه HIIT2 تمرین دویدن سه جلسه در هفته و هر جلسه چهار ست ۶۰ ثانیه‌ای با شدت ۱۹-۲۰ RPE و با استراحت دودقیقه‌ای بین ست‌ها برای گروه‌ها اجرا شد. گروه HIIT1 در طول چهار هفته تمرین در مجموع ۲۴ دقیقه تمرین با شدت ۱۹-۲۰ RPE با در نظر گرفتن مجموع ۹۶

متغیرها همراه با اندازه اثر مداخله تمرینی و سطح معنی داری تغییرات در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، همچنین تفاوت‌های بین گروه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها (میانگین و انحراف استاندارد)

متغیر	گروه HIIT1	گروه HIIT2	گروه کنترل
قد (cm)	۱۶۲/۱۲±۲/۸۵	۱۵۹/۲۵±۵/۸۹	۱۶۲/۵۰±۲/۹۷
وزن (kg)	۷۶/۰۳±۸/۰۹	۷۲/۵۱±۵/۱۹	۷۵/±۵/۴۱
سن (سال)	۲۵/۳۷±۰/۷۴	۲۶/۶۲±۱/۳۰	۲۵/۲۵±۱/۰۳
درصد چربی	۳۰/۳۶±۲/۰۹	۳۰/۴۰±۱/۷۶	۳۱/۳۵±۲/۸۵
BMI	۲۸/۸۷±۲/۲۷	۲۸/۷۵±۱/۸۹	۲۸/۳۸±۱/۷۰

بین گروه‌ها بررسی شد. در صورت معنی‌داری تفاوت بین گروه‌ها، به نتایج آزمون تعقیبی بانفرونی مراجعه می‌شد تا تفاوت بین تعداد مقایسه‌ها مشخص گردد. مقدار خطا در سطح معنی‌داری ($p < 0/05$) محاسبه شد.

یافته‌ها

بررسی آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد، توزیع تمام متغیرهای موردسنجش به صورت طبیعی است. جدول ۱ توصیف آماری مشخصات فردی آزمودنی‌ها در هر گروه (میانگین ± انحراف استاندارد) را نشان می‌دهد. جدول ۲ میانگین و انحراف استاندارد

جدول ۲: میانگین، انحراف استاندارد و نتایج تجزیه و تحلیل استنباطی متغیرهای تحقیق در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیرها	گروه‌ها	پیش از فعالیت	پس از فعالیت	اندازه اثر	مقدار p
شمارش گلبول‌های قرمز	گروه HIIT1	۴/۶۱×۱۰۶±۰/۸۲×۱۰۶	۴/۶۸×۱۰۶±۰/۷۸×۱۰۶	۰/۱۱۱	۰/۱۲۰
	گروه HIIT2	۴/۴۹×۱۰۶±۰/۲۵×۱۰۶	۴/۵۶×۱۰۶±۰/۳۳×۱۰۶	۰/۱۰۴	۰/۱۳۳
	گروه کنترل	۴/۴۷×۱۰۶±۰/۸۳×۱۰۶	۴/۴۷×۱۰۶±۰/۷۶×۱۰۶	۰/۰۰۱	۰/۹۳۳
MCV (fI)	گروه HIIT1	۷۹/۸۳±۸/۰۵	۸۱/۹۳±۶/۸۸	۰/۰۵۹	۰/۲۶۴
	گروه HIIT2	۸۱/۱۳±۸/۷۰	۸۳/۴۳±۷/۰۷	۰/۰۷۰	۰/۲۲۲
	گروه کنترل	۸۰±۸/۱۳	۷۸/۸۴±۹/۱۶	۰/۱۶۷	۰/۰۰۶
MCH (g/dl)	گروه HIIT1	۲۵/۸۶±۴/۳۲	۲۷/۸۱±۲/۲۲	۰/۱۰۷	۰/۱۲۸
	گروه HIIT2	۲۶/۶۱±۴/۶۲	۲۸/۹۶±۱/۸۰	۰/۱۴۸	۰/۰۷۰
	گروه کنترل	۲۷/۱۲±۳/۴۴	۲۶/۷۵±۲/۷۱	۰/۰۰۴	۰/۷۶۴
MCHC (Pg)	گروه HIIT1	۳۲/۹۸±۲/۰۶	۳۵/۵۰±۱/۳۹	۰/۳۶۷	**۰/۰۰۲
	گروه HIIT2	۳۳/۵۰±۲/۴۴	۳۵/۶۷±۱/۴۴	۰/۳۰۳	**۰/۰۰۷
	گروه کنترل	۳۲/۶۲±۲/۲۶	۳۲/۶۸±۲/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۹۳۲
RDW (%)	گروه HIIT1	۴۳/۷۱±۶/۰۹	۴۴/۶۲±۶/۰۹	۰/۰۵۹	۰/۲۶۴
	گروه HIIT2	۴۰/۶۰±۳/۳۱	۴۲/۶۳±۲/۶۶	۰/۲۳۸	*۰/۰۱۸
	گروه کنترل	۴۱/۵۶±۳/۷۸	۴۱/۶۶±۴/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۹۰۱
(g/l) HGB	گروه HIIT1	۱۲/۶۲±۱/۵۸	۱۲/۶۶±۱/۷۹	۰/۰۰۱	۰/۸۶۶
	گروه HIIT2	۱۲/۵۶±۱/۳۸	۱۲/۴۶±۱/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۶۵۳
	گروه کنترل	۱۲/۵۲±۱/۱۹	۱۲/۴۵±۱/۱۲	۰/۰۰۶	۰/۷۳۶
HCT (%)	گروه HIIT1	۳۷/۱۶±۲/۰۷	۳۷/۴۲±۱/۹۸	۰/۰۲۷	۰/۴۵۴
	گروه HIIT2	۳۶/۹۳±۲/۹۹	۳۶/۹۵±۲/۶۰	۰/۰۰۱	۰/۹۷۱
	گروه کنترل	۳۴/۵۲±۲/۹۸	۳۴/۷۰±۲/۱۲	۰/۰۱۲	۰/۶۱۶

گروه تجربی تمرین تناوبی شدید-۱ (HIIT1)، گروه تجربی تمرین تناوبی شدید-۲ (HIIT2)، میانگین حجم گویچه‌ای (MCV)، میانگین هموگلوبین گویچه‌ای (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC)، دامنه گستردگی گلبول‌های قرمز (RDW)، هموگلوبین (HGB)، هماتوکریت (HCT). کوهن اندازه اثر (۰/۲) پایین، (۰/۵) متوسط و (۰/۸ بالا) ذکر کرده است. ^{۱۳} * سطح معنی‌داری ($p < 0/01$)، * سطح معنی‌داری ($P < 0/05$).

(MCH)، هماتوکریبت (HCT) و هموگلوبین (HGB) مشاهده نکردیم. با این حال بر اثر تمرین ما شاهد افزایش تقریبی ۲ درصدی شمارش گلبول‌های قرمز و MCV در هر دو گروه تجربی بودیم، در فاکتور شمارش گلبول‌های قرمز اندازه اثر تمرین (۰/۱۱۱) در گروه HIIT1 در مقایسه با گروه HIIT2 (۰/۱۰۴) اندکی بالاتر بود، در میانگین شاخص MCH به ترتیب شاهد افزایش ۷ درصدی در گروه HIIT1 افزایش ۸ درصدی در گروه HIIT2 بودیم که اندازه اثر تمرین در دو گروه تجربی قابل ملاحظه نیست (جدول ۲). به نظر می‌رسد در دختران چاق دارای اضافه‌وزن میانگین HGB و HCT خیلی تحت تأثیر تمرینات شدید کوتاه‌مدت قرار نمی‌گیرد یا حداقل تمریناتی با شدت‌های بالا در بازه زمانی کوتاه تأثیری بر این شاخص‌ها ندارد. عنوان شده است که شمار گلبول‌های قرمز در گردش خون می‌تواند در اثر فعالیت ورزشی شدید با رهايش سلول‌های قرمز ذخیره‌شده در طحال افزایش یابد،^{۱۴} با این وجود در پژوهش حاضر افزایش شمار گلبول‌های قرمز به میزان کمتری مشاهده شد. احتمالاً این متغیر در مقایسه با سازگاری ناشی از تمرینات شدید بیشتر تحت تأثیر پاسخ به تمرینات شدید قرار می‌گیرد. بر همین اساس برن و همکارانش (۱۹۹۸) پدیده همورئولوژیکی ورزش را به این صورت توضیح داده‌اند. افزایش در ویسکوزیته خون که از شیفت مایع و تغییر در ویژگی‌های رئولوژیکی اریتروسیت‌ها ناشی می‌شود، از تأثیرات فعالیت بدنی شدید کوتاه‌مدت است. با این حال تأثیرات فعالیت بدنی با شدت متوسط بعد از سازگاری تمرینی، معکوس کردن تأثیرات حاد فعالیت ورزشی است که با افزایش جریان خون و حجم پلاسما همراه است.^{۱۴} در مطالعه‌ای بابک فرزاد و همکارانش (۱۳۸۹) اثر یک دوره ۴ هفته‌ای تمرین تناوبی شدید (آزمون دویدن سرعتی بی‌هوازی) همراه با تمرینات کششی (دو جلسه در هفته، چهار دقیقه در هر جلسه) را بر منتخبی از شاخص‌های هماتولوژیکی بررسی کردند و افزایش معنی‌داری در مقدار HGB و میانگین MCH در گروه تجربی مشاهده کردند. حال اینکه در یافته‌های ما افزایش MCH معنی‌دار نبود و HGB تحت تأثیر تمرین قرار نگرفت. در کل یافته‌های ما با نتایج بخشی از یافته‌های قبلی نظیر مطالعات حمید اراضی و همکاران (۲۰۱۳)،^{۱۵} کاراکوک و همکارانش (۲۰۰۵)،^{۱۰} قنبری نیاکی و همکارانش (۱۳۸۴)^{۱۶} همسو بوده ولی با بخشی از

در فاکتورهای تعداد گلبول‌های قرمز، MCV، MCH، HGB و HCT به ترتیب بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$) همچنین در تفاوت بین گروه‌ها و اثر تعاملی بین دو نوع مداخله تمرینی (گروه × زمان) تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$). فاکتورهای MCHC بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه HIIT1 و HIIT2 تغییرات معنی‌داری را نشان داد ($p < 0/01$). تفاوت بین گروهی در پس‌آزمون بین گروه HIIT1 و کنترل ($p = 0/008$) و بین گروه HIIT2 و کنترل ($p = 0/005$) تغییرات معنی‌داری داشت. بین گروه HIIT1 و HIIT2 تفاوت معنی‌دار نبود ($p = 1/00$). اثر تعاملی بین دو نوع مداخله تمرینی (گروه × زمان) معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). در فاکتور RDW تغییرات بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تنها در گروه HIIT2 معنی‌دار بود ($p < 0/05$), در گروه HIIT1 ($p = 0/264$) و کنترل ($p = 0/901$) بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. تفاوت بین گروهی و اثر تعاملی بین دو نوع مداخله تمرینی (گروه × زمان) تغییرات معنی‌داری را نشان نداد ($p > 0/05$).

بحث

در میانگین غلظت MCHC ما شاهد افزایش معنی‌دار ۷ درصدی در هر دو گروه تمرینی بودیم که اندازه اثر تمرین (۰/۳۶۷) در گروه HIIT1 در مقایسه با گروه HIIT2 (۰/۳۰۳) اندکی بالاتر است، همچنین مشاهده می‌کنیم که اندازه اثر تمرین هر دو گروه تجربی در حد متوسط می‌باشد، در میانگین RDW ما شاهد افزایش غیر معنی‌دار ۱/۵ درصدی در گروه HIIT1 با اندازه اثر تمرین (۰/۰۵۹) در مقایسه با افزایش معنی‌دار ۵ درصدی در گروه HIIT2 با اندازه اثر تمرین (۰/۲۳۸) بودیم. از آنجایی که سرزندگی مطلوب و تندرستی به هماهنگی و عملکرد بهینه دستگاه‌های مختلف بدن از جمله گردش خون وابسته است. در راستای این امر، این پژوهش به بررسی تأثیر اجرای دو نوع شیوه تمرین تناوبی شدید (HIIT) بر برخی شاخص‌های هماتولوژیکی خون در دختران غیرفعال دارای اضافه‌وزن و چاق پرداخته است. این درست است که ما بهبود معنی‌داری را در برخی شاخص‌ها مثل شمارش گلبول‌های قرمز، میانگین حجم گویچه‌ای (MCV)، میانگین هموگلوبین گویچه‌ای

می‌توان اظهار داشت که احتمالاً تمرینات تناوبی شدید کوتاه‌مدت (۳۰ ثانیه‌ای) در مقایسه با میان‌مدت (۶۰ ثانیه‌ای) با عوارض همولیزی اندکی همراه هستند. در پژوهشی که به بررسی اثر دو نوع تمرین در زنان بزرگسال غیرفعال پرداخته، نشان داده شده که هر دو نوع تمرینات دوچرخه کارسنج با شدت ۸۰ درصد و ۴۰ درصد در حدود ۱۲ هفته (۳ تا ۵ روز در هفته) موجب افزایش MCH و MCHC می‌شود، با این حال در این مطالعه تمرین استقامتی علی‌رغم شدت فعالیت نتوانسته بر عواملی مثل هموگلوبین تام، حجم سلول‌های قرمز، حجم خون و حجم پلاسما تأثیر بگذارد.^{۲۰} این نتایج با یافته‌های ما همسو است. علاوه بر آن در پژوهشی که بر روی زنان انجام شده، تمرین‌های متوسط طولانی همراه با کاهش سطح هموگلوبین بوده است.^{۲۱} همچنین یافته‌های ویلکینسون و همکارانش (۲۰۰۲) نشان دادند، ۶ هفته تمرین تناوبی شدید (تمرینات تناوبی شدید به همراه تمرینات استقامتی ۵ روز در هفته) همراه با کاهش معنی‌دار در مقدار هموگلوبین، هماتوکریت و شمارش گلبول‌های قرمز بود. این محققان علت کاهش در هموگلوبین را کاهش در هماتوکریت ذکر کرده‌اند. این نتایج پیشنهاد می‌کند ۶ هفته تمرین تناوبی شدید می‌تواند بر ذخایر آهن تأثیر بگذارد که این کاهش در ذخایر آهن می‌تواند به‌طور معکوس بر عملکرد هوازی تأثیر بگذارد.^{۲۲} یافته‌های این پژوهش پیشنهاد می‌کند یک دوره تمرینات HIIT کوتاه‌مدت ۳۰ ثانیه‌ای (جمعاً دو دقیقه تمرین در هر جلسه) در مقایسه با HIIT میان‌مدت ۶۰ ثانیه (جمعاً چهار دقیقه تمرین در هر جلسه) در مدت‌زمان کوتاه و با حجم بسیار کم تمرینات، با تأثیرات عوارض همولیزی کمتر، افزایش آمادگی جسمانی را فراهم می‌آورد که همراه با بهبود تغییرات هماتولوژیکی بر عملکردهای هوازی و بی‌هوازی مؤثر خواهد بود.

یافته‌های زیبو و همکارانش (۱۹۹۰)،^۴ باربارا و همکارانش (۲۰۱۴)،^۱ بی‌زجی و همکارانش (۲۰۱۰)،^۸ هوی جوی (۲۰۰۴)،^۹ نعمتی و همکاران (۱۳۹۰)^۵ ناهم‌سو است. دلیل این موضوع را می‌توان در برخی از تفاوت‌ها مثل نوع تمرینات استفاده شده، شدت تمرینات، جنسیت و سطح آمادگی آزمودنی‌ها جستجو کرد. با توجه به این که در برخی مطالعات آزمودنی‌ها را ورزشکاران تمرین کرده تشکیل می‌دهند، احتمالاً فعالیت انجام شده توسط آن‌ها همراه با فرآیند همولیز بوده است. چنانچه بویاجیوف و همکارانش (۲۰۰۰) گزارش کردند در ورزشکاران تمرین کرده، در مقایسه با افراد تمرین نکرده تعداد سلول‌های قرمز و هموگلوبین پایین‌تری مشاهده می‌شود.^{۱۷} به نظر می‌رسد در فعالیت‌های ورزشی پربرخورد و فعالیت‌های شدید، به دلیل افزایش همولیز کاهش معناداری این متغیرها قابل توجه باشد. از غلظت شاخص‌های MCH، MCHC و RDW می‌توان برای بررسی تغییرات ریخت‌شناسی گلبول‌های قرمز و تشخیص نوع آنمی استفاده کرد. مقایسه این متغیرها در افراد ورزشکار و غیر ورزشکار تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد که ناشی از افزایش هموپوویزیس haemopoiesis است.^{۱۸} دامنه پراکندگی گلبول‌های قرمز در تمامی انواع آنمی‌ها (ناشی از ورزش، فقر آهن، کمبود ویتامین B و کمبود اسیدفولیک) افزایش می‌یابد؛ که تفاوت در اندازه گلبول‌های قرمز را نشان می‌دهد و به حد طبیعی رسیدن آن، نشانه به حد طبیعی رسیدن ذخایر مغز استخوان است.^{۱۹} با توجه به نتایج (جدول ۲) دامنه پراکندگی گلبول‌های قرمز در مطالعه حاضر تنها در گروه HIIT2 افزایش معنی‌داری را نشان داد. به نظر می‌رسد در فرآیند همولیز و تغییرات در گلبول‌های قرمز خون، نوع HIIT (کوتاه‌مدت، میان‌مدت و طولانی‌مدت) به‌کاربرده شده عامل تأثیرگذار و کلیدی باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده

References

1. Sandor B, Nagy A, Toth A, et al. Effects of Moderate Aerobic Exercise Training on Hemorheological and Laboratory Parameters in Ischemic Heart Disease Patients. *PLoS one*. 2014;9(10):e110751.
2. Corrà U, Piepoli MF, Carré F, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training Key components of the position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of

the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European heart journal* 2010;31(16):1967-74.

3. Connes P, Simmonds MJ, et al. Exercise hemorheology: classical data, recent findings and unresolved issues. *Clinical hemorheology and microcirculation* 2013;53(1):187-99.

4. Szygula Z. Erythrocytic system under the influence of physical exercise and training. *Sports Medicine* 1990;10(3):181-97.
5. nemati Gho, rahmani nia F, mirzaei B. The effect of Eccentric contraction on blood hematological changes in young male nonathletes. *Exercise Physiology* 2009;15:71-82. [In Persian].
6. Koc H, Tekin A, Ozturk A, et al. The effect of acute exercises on blood hematological parameters in handball players. *African Journal of Microbiology Research* 2012;6(9):2027-32.
7. Babak F, Gharakhanlou R, Bayat M, et al. the effect of intense interval training on the selection of indicators of aerobic, anaerobic and hematological athletes. *Research in Sport Science* 2008, 10.8-69. [In Persian].
8. BEZCİ Ş, KAYA Y. The Analyze of Hematological Parameters of Elite Women Taekwondoers before and after Training. *Pamukkale J Sport Sci*. 2010;1(2):1-16.
9. Wu H-J, Chen K-T, Shee B-W, et al. Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. *World Journal of Gastroenterology* 2004;10(18):2711-4.
10. Karakoc Y, Duzova H, Polat A, et al. Effects of training period on haemorheological variables in regularly trained footballers. *British journal of sports medicine* 2005;39(2):e4-e.
11. Ghanbari Niaki A, Mohammadi S. Effect of 4 Weeks of an Aerobic (RAST) Training on Hematological Changes In Male Kick-Boxers. *Journal of Applied Exercise Physiology (Journal of Sports Science)* 2010;5(10):75-87.
12. Borg G. Simple rating methods for estimation of perceived exertion. *Physical work and effort*. 1976:39-46.
13. Pallant J. *SPSS survival manual: A step-by-step guide to data analysis using SPSS version 15*. Maidenhead, Berkshire, England: McGraw-Hill Education. 2007.
14. Brun J, Khaled S, Raynaud E, et al. The triphasic effects of exercise on blood rheology: which relevance to physiology and pathophysiology? *Clinical hemorheology and microcirculation* 1998;19(2):89-104.
15. arazi H, rahmati S, pahlevan zade m. the effect of a specialized training session on hematologic indices in Aerobic Gymnastics national team of Iran. *Journal of Applied Biological Sciences in Sports* 2011.(1).58-69
16. Ghanbari niaki A. The effects of circle resistance training sessions on hematological changes Physical education students. *J Sports Scie* 2003;(2).77-88 [In Persian].
17. Arazi H, Salehi A, Hosseini Y, et al. The response of hematological factors to a circuit resistance training program with various intensities in athlete male students. *Scientific Journal of Iranian Blood Transfusion Organization* 2012;9(1).
18. Joksimović A, Stanković D, Ilić D, et al. Hematological profile of Serbian youth national soccer teams. *Journal of human kinetics* 2009;22:51-9.
19. Ashenden M, Pyne D, Parisotto R, et al. Can reticulocyte parameters be of use in detecting iron deficient erythropoiesis in female athletes? *The Journal of sports medicine and physical fitness* 1999;39(2):140-6.
20. Branch 3rd J, Pate R, Bourque S, et al. Exercise training and intensity does not alter vascular volume responses in women. *Aviation, space, and environmental medicine* 1999;70(11):1070-6.
21. Preziosi P, Prual A, Galan P, et al. Effect of iron supplementation on the iron status of pregnant women: consequences for newborns. *The American journal of clinical nutrition* 1997;66(5):1178-82.
22. Wilkinson J, Martin D, Adams A, et al. Iron status in cyclists during high-intensity interval training and recovery. *International journal of sports medicine* 2002;23(8):544-8.