

## اثر تغییرات حجم و شدت تمرین هوازی بر استقامت قلبی تنفسی و ضربان قلب استراحتی مردان جوان

نویسندگان: ماندانا غلامی\*، لیلا صباغیان راد، حسین عابد نطنزی

استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه تربیت بدنی، تهران، ایران  
نویسنده مسئول: دکتر ماندانا غلامی  
Email: Gholami\_m962@yahoo.com

### چکیده

**مقدمه و هدف:** استقامت قلبی-تنفسی و ضربان قلب استراحتی، راهنمای مناسب برای آگاهی از وضعیت آمادگی قلبی و ریوی افراد است. هدف از این تحقیق، بررسی اثر یک دوره تمرین‌های استقامتی با حجم و شدت متفاوت بر استقامت قلبی تنفسی و ضربان قلب استراحتی است.

**مواد و روش‌ها:** ۴۵ مرد دانشجوی سالم غیرورزشکار (میانگین سن  $25 \pm 1/87$  سال، وزن  $71 \pm 1/95$  کیلوگرم و قد  $175 \pm 2/30$  سانتی‌متر) به صورت تصادفی به سه گروه یک، دو و سه تقسیم شدند. در شش هفته اول گروه یک ( $n = 15$ ) یک جلسه در هفته و به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب نخیره بیشینه (MRHR)، گروه دو ( $n = 15$ ) دو جلسه در هفته و به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت ۶۰ درصد MRHR و در گروه سه ( $n = 15$ ) سه جلسه در هفته و به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت ۵۰ درصد MRHR؛ و در دو هفته آخر گروه یک با شدت ۷۵ درصد MRHR، گروه دو با شدت ۶۵ درصد MRHR و گروه سه با شدت ۵۵ درصد MRHR روی نوارگردان به مدت هشت هفته می‌دویدند.

**نتایج:** نتایج نشان دادند که اختلافی معنی‌دار در میزان تغییر  $VO_{2max}$  بین گروه سه و گروه یک وجود ندارد. علاوه بر این، تمرین گروه سه کاهشی معنی‌دار را در ضربان قلب استراحتی نسبت به گروه یک موجب شد.

**نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌های تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که تمرین هوازی با شدت پایین و زمان طولانی‌تر، اثری بیشتر نسبت به شدت بالا با زمان کمتر بر افزایش  $VO_{2max}$  و کاهش ضربان قلب استراحتی می‌گذارد.

**واژگان کلیدی:** استقامت قلبی تنفسی، ضربان قلب استراحتی، تمرین هوازی

دوماهنامه علمی-پژوهشی  
دانشگاه شاهد  
سال هیجدهم - شماره ۹۶  
دی ۱۳۹۰

دریافت: ۱۳۹۰/۶/۱۵  
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۰/۱۰/۴  
پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰

## مقدمه

استقامت قلبی تنفسی به عنوان یکی از اجزای اصلی آمادگی جسمانی شناخته شده است (۱ و ۲). به احتمال، یکی از مهم ترین عوامل موفقیت در ورزش های استقامتی هوازی، استقامت قلبی تنفسی است (۳-۱).  $VO_{2max}$  شاخصی قابل اندازه گیری است و میزان استقامت قلبی-تنفسی را نشان می دهد. آمادگی قلبی-تنفسی صرف نظر از سن، جنس، نژاد و سطح آمادگی اولیه با تمرین های ورزشی افزایش می یابد (۴ و ۵). مطابق با توصیه های انجمن قلب آمریکا هر فرد بزرگسال باید برای حفظ یا بهبود استقامت قلبی تنفسی، ۳۰ دقیقه یا بیشتر فعالیت جسمانی با شدت متوسط همه یا بیشتر روزهای هفته را داشته باشد (۶). گورملی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) بیان کرده اند که شدت یا مقدار بیشتر ورزش با مزایای بیشتری از ورزش همراه است اما در خصوص ویژگی شدت هر ورزش اطلاعات دقیقی موجود نیست (۷)، اگرچه رابطه وابسته به دوز ورزش در مقاله منتشر شده از کالج طب ورزشی آمریکا (۱۹۹۵) شناخته شد و طی اعلامیه هایی بیان شد که اگر شدت بالا و شدت متوسط با زمانی بیشتر و با هزینه انرژی مشابه انجام شوند، تغییر در آمادگی قلبی عروقی مشابه است (۶). سوین<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۶) خاطر نشان ساخته اند که فعالیت های با شدت بیشتر، مزایای سلامتی بیشتری را نسبت به ورزش های با شدت متوسط ایجاد می کنند؛ از جمله شیوع کمتر بیماری های قلبی-عروقی که با خطرهای کمتری نیز مرتبط اند (۷ و ۸). مطالعاتی بسیار اندک برای بررسی شدت، مدت و تعداد فعالیت جسمانی مستقل از سهم آنها برای کل میزان فعالیت جسمانی انجام شده- است. به دلیل وابستگی به میزان دوز ورزشی الزامی است که دستورالعمل های ورزشی در دسترس توضیح- دهند که چگونه آمادگی قلبی تنفسی بهینه می شود؛ در این راستا با توجه به اطلاعات محدود و گاه متناقض در زمینه مورد نظر محقق در نظر دارد تا اثرهای شدت های

متفاوت تمرین ورزشی را بر استقامت قلبی تنفسی و ضربان قلب بررسی کنید.

ادونوون<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) خاطر نشان ساخته است که تمرین ورزشی شدید با شدت ۶۰ تا ۸۴ درصد ذخیره اکسیژن مصرفی (۶۰ تا ۸۴ درصد  $\dot{V}O_{2R}$ ) ظرفیت هوازی را بیشتر از تمرین با شدت متوسط (۴۰-۵۹ درصد  $\dot{V}O_{2R}$ ) افزایش داد (۴)؛ از سوی دیگر، دستورالعمل های دیگری از سوی کالج طب ورزشی آمریکا، یکسان بودن آمادگی قلبی تنفسی را پس از شدت های متفاوت نشان- دادند که البته با شرط برابری هزینه انرژی، تفاوتی مشاهده نشد (۶)؛ هر چند بخشی دیگر از تحقیقات، هیچ تفاوتی را پس از شدت های متفاوت ورزشی بین گروه ها نشان ندادند (۲، ۹ و ۱۰).

مطالعات همه گیرشناسی (۱۱-۱۳) خاطر نشان کرده اند که افزایش ضربان قلب استراحتی، خطر مرگ و میر ناشی از بیماری های قلبی-عروقی را افزایش می دهد. ویلمور و کاستیل (۲۰۰۵) ضربان قلب استراحتی را در افراد بی تحرک پس از تمرین کردن نشان دادند که به طور معنی- داری کاهش می یابد (۱۴). قابل ذکر است که مطالعات بسیار کمی، نقش بالقوه شدت ورزشی را در کاهش ضربان قلب استراحتی بررسی کرده اند؛ در مجموع، هفت مورد از مطالعات (۷-۱۸، ۱۹، ۱۰ و ۱۵) حجم تمرین را کنترل کرده اند؛ از میان تحقیقات فوق، بعضی از آنان اثر شدت را مشاهده کردند. نموتو<sup>۴</sup> (۲۰۰۷) ذکر کرد که ۶۴ درصد  $\dot{V}O_{2R}$  کاهش ضربان قلب استراحتی را نسبت- به ۴۱ درصد  $\dot{V}O_{2R}$  سبب شد؛ البته کاهش ضربان قلب استراحتی در هیچ یک از مردان مشاهده نشد، هر چند تعداد مردان اندک بوده است (۱۷). در مطالعه کورنلیسن<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) در مردان و زنان ۵۵ سال به بالا مشاهده شد که شدت ۶۶ درصد  $\dot{V}O_{2R}$  باعث کاهشی معنی دار را در ضربان قلب استراحتی نسبت به ۳۳ درصد  $\dot{V}O_{2R}$  موجب شد (۱۹). گورملی (۲۰۰۸) زمانی که چهار شدت متفاوت را بررسی می کرد، تفاوتی در ضربان

3. O'Donovan .G

4. Nemoto etal

5. Cornelissen etal

1. Gormley etal

2. Swain etal

متغیرهای وابسته این تحقیق، ضربان قلب استراحتی و حداکثر اکسیژن مصرفی  $\dot{V}O_{2max}$  بودند. اطلاعات با استفاده از طرح اندازه‌گیری  $3^*2$  تکرارشونده آنالیز شدند.

روش اجرای کار و ابزار. بعد از غربال‌کردن، آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در یکی از سه گروه (گروه ۱ یا شدت کم، گروه ۲ یا شدت متوسط و گروه ۳ یا شدت شدید) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها آموزش داده شدند که سه ساعت قبل از شروع تمرین از کافئین، غذای سنگین یا ورزش سنگین بپرهیزند و عادات پیشین مربوط به شیوه زندگی و رژیم غذایی را از آنچه به آنها توصیه شده است، تغییر ندهند. آزمودنی‌ها قبل از شروع دوره تمرینی دو بار به مدت ۳۰ دقیقه با دویدن روی تردمیل آشنا شدند. دوره گرم‌کردن و سردکردن به مدت ۵ دقیقه با ۵۰ درصد از  $\dot{V}O_{2max}$  پیش‌بینی شده بود. سطوح شدت تمرین برای دستیابی به اهداف مطالعه از قبل انتخاب شد (۶). تست ورزش و تمرین ورزشی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی‌آباد کتول انجام شد.

قد و وزن اندازه‌گیری و شاخص توده بدنی محاسبه شد (۲۱). برای اندازه‌گیری ضربان قلب، تسمه‌ای روی سینه نصب (Polar S625X) و از ساعت ضربان سنج پلار استفاده شد و همچنین برای اطمینان از دقت ساعت پلار از تمام آزمودنی‌ها خواستند که نبض رادیال را حساب کنند بدین صورت که ضربان قلب استراحت خود را به مدت سه روز و هر روز سه بار به مدت ۱۵ ثانیه، هنگام صبح و قبل از برخاستن از بستر روی شریان رادیال در مچ دست حساب کرده، در عدد چهار ضرب کنند. هر دو اندازه‌گیری‌ها، یعنی نبض رادیال و ضربان سنج پلار یک عدد را نشان دادند. برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی از آزمون بیشینه تعدیل شده بروس استفاده شد؛ این تست شامل چند مرحله دویدن فزاینده است. پروتکل تعدیل شده بروس<sup>۱</sup> ساده‌تر از پروتکل بروس است؛ این پروتکل برای افرادی که سطح آمادگی جسمانی بالایی ندارند یا افراد بیمار طراحی شده است

قلب استراحتی پیدانکرد (۷)؛ در مطالعه‌ای دیگر ۷۲ درصد  $\dot{V}O_{2R}$  باعث کاهش معنی‌دار ضربان قلب استراحتی نسبت به ۵۰ درصد  $\dot{V}O_{2R}$  شد (۲۰)؛ بنابراین مطالعاتی دیگر برای تکمیل اطلاعات درباره این پرسش که «آیا ضربان قلب استراحتی با تمرین‌های با شدت بیشتر اتفاق می‌افتد یا با شدت کمتر؟»، مورد نیاز است. هدف اول مطالعه حاضر، این بود که بررسی کند «آیا برای پیشرفت ظرفیت هوازی، تمرین ورزشی مداوم با شدت بالا در یک جلسه و دو جلسه در هفته مؤثرتر از تمرین با شدت متوسط سه جلسه در هفته در مردان جوان سالم است؟». تعدادی از مطالعات که تمرین‌های با شدت زیاد و متوسط را مقایسه کرده‌اند، یافته‌اند که تمرین‌های با شدت بالا مؤثرند در حالی که تعدادی دیگر از مطالعات، تغییری مشاهده نکردند؛ به‌علاوه، تحقیقاتی که تمرین ورزشی شدید یک یا دو جلسه در هفته را با هزینه انرژی برابر مقایسه کنند، انجام نشده است؛ هدف دوم مطالعه حاضر، این بود که ضربان قلب استراحتی را در سه گروه با شدت مختلف مقایسه کند.

## مواد و روش‌ها

آزمودنی‌های این تحقیق، داوطلبانه از میان دانشجویان مرد و از طریق دعوت عمومی در تابلوی اعلانات دانشگاه آزاد اسلامی انتخاب شدند که شرایط زیر را داشتند: ۱. سنین بین ۲۰ تا ۳۰ سال؛ ۲. بهره‌مندی از سلامتی بدین معنی که دیابت، کنسر یا بیماری قلبی نداشته باشند؛ ۳. شاخص توده بدنی کمتر از ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع؛ ۴. عدم شرکت در برنامه منظم ورزشی و ۵. عدم استفاده از دخانیات. قبل از شرکت در مطالعه، آزمودنی‌ها موافقت کردند که به‌صورت تصادفی در یکی از سه گروه شرکت کنند (شدت کم، شدت متوسط، شدت شدید) و نیز در هیچ برنامه تمرینی خارج از مطالعه فوق شرکت نکنند. پس از توضیح پروتکل کار، آزمودنی‌ها رضایت‌نامه را نیز امضا کردند؛ در ضمن ذکر شد که پیش و پس از اعمال متغیر مستقل که تمرین ورزشی هوازی به مدت هشت هفته است، متغیرهای وابسته اندازه‌گیری می‌شوند.

1. Bruce Robert A. 1963

محاسبه شد. آثار تمرین روی متغیرهای وابسته (ضربان قلب استراحتی و  $\dot{V}O_{2max}$ ) با آزمون تحلیل واریانس دو-طرفه عاملی استفاده شد (ANOVA) و به منظور بررسی وجود معنی داری میان گروه‌ها، آزمون تعقیبی توکی به-کاررفت. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزار SPSS-17 و برنامه Excel در سطحی معنی دار  $P \leq 0/05$  برای تمام آزمون‌های آماری انجام شد.

### نتایج

ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ آمده است. از آنجا که همه آزمودنی‌ها دانشجوی دوره کارشناسی دانشگاه بودند، دامنه سنی شرکت کنندگان بسیار محدود بود و توزیع متغیرها طبیعی و نیز تجانس واریانس وجود داشت. با اندازه‌گیری شاخص‌ها در پیش-آزمون، تغییراتی معنی دار مشاهده نشد. در پس‌آزمون ویژگی‌های آنروپومتریکی نیز تغییرهایی معنی دار دیده نشد؛ آزمودنی‌ها می‌بایست هشت هفته در تمرین شرکت می‌کردند.

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس نشان می‌دهد که اختلافی معنی دار در میزان تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های ۱، ۲ و ۳ وجود دارد ( $P=0/001$ )؛  $F(2,42)=9/409$  و همچنین آزمون تعقیبی توکی نشان می‌دهد که تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی میان گروه ۳ و گروه ۱ معنی دار است ( $P=0/001$ )؛ به علاوه، اختلافی معنی دار در میزان تغییر ضربان قلب استراحتی در گروه‌های ۱، ۲ و ۳ وجود دارد ( $P=0/026$ )؛  $F(2,42)=3/969$  و آزمون تعقیبی توکی نشان می‌دهد که تغییرات ضربان قلب استراحت میان گروه ۳ و ۱ معنی دار است ( $P=0/021$ ).

نمودار ۱ و ۲، تغییرهای  $\dot{V}O_{2max}$  و ضربان قلب استراحت را در گروه‌های ۱، ۲ و ۳ نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌بینید، تغییرهایی معنی دار هم در  $\dot{V}O_{2max}$  و هم ضربان قلب استراحتی میان گروه‌های ۱ و ۳ آشکار است.

بدین دلیل که از شیب کمتری استفاده می‌شود. شامل هفت مرحله ۳ دقیقه‌ای است و این مزیت را دارد که دوره گرم کردن با شیب صفر یعنی به صورت افقی و سرعت ۱/۵ مایل بر ساعت شروع می‌شود؛ بنابراین با تغییر مراحل به شیب و سرعت افزوده می‌شود؛ افراد در مرحله چهارم با شیب ۱۵ درصد و در مرحله پنجم با شیب ۱۸ درصد می‌دوند (۲۲). فشار کار توسط افزایش شیب و سرعت نوارگردان افزایش می‌یابد تا جایی که آزمودنی نمی‌تواند به فعالیت ادامه دهد. زمان فعالیت تا رسیدن به خستگی، اندازه‌گیری شده و در معادله زیر قرار داده می‌شود تا حداکثر اکسیژن مصرفی با واحد میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه به دست آید:

پروتکل تمرینی: در شش هفته اول پس از گرم کردن گروه ۱ هر جلسه به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه و یک بار در هفته، گروه ۲ هر جلسه به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه و دو بار در هفته، گروه ۳ هر جلسه به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه و سه بار در هفته به تمرین پرداختند و پس از تمرین اصلی پنج دقیقه به سرد کردن پرداختند. در دو هفته آخر به منظور اعمال اضافه بار گروه ۱ با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه، گروه ۲ با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه، گروه ۳ با شدت ۵۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه با همان حجم، به تمرین پرداختند. از آزمودنی‌های گروه ۱ و ۲ خواسته شد که در تمام جلسات شرکت کنند؛ آنها حق غیبت نداشتند ولی در گروه ۳ می‌توانستند یک جلسه را در طول دوره تمرین شرکت نکنند؛ همچنین به آزمودنی‌ها توضیح داده شد که در غیر این صورت از مطالعه خارج می‌شوند.

روش آماری: برای توصیف آماری داده‌ها از میانگین و انحراف معیار اطلاعات استفاده شد. تجانس واریانس‌ها و آزمون طبیعی بودن توزیع متغیرها در گروه‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون‌های لوین و کولموگروف اسمیرنوف

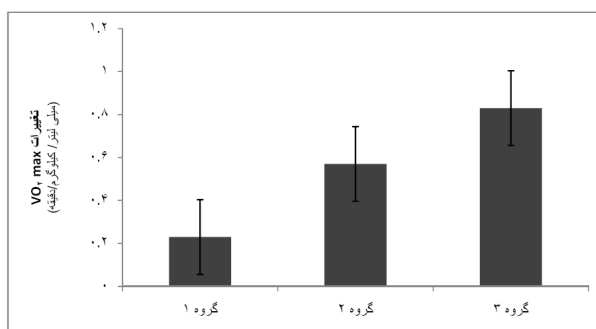
جدول شماره ۱. توصیف ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه ۱ n=۱۵	گروه ۲ n=۱۵	گروه ۳ n=۱۵
سن (سال)	۲۵/۴۰ ± ۲/۳	۲۵/۱۰ ± ۳/۸	۲۵/۳۷ ± ۳/۴
قد (سانتی‌متر)	۱۷۷ ± ۷/۵	۱۷۳/۴۰ ± ۷/۳	۱۷۷/۳۰ ± ۶/۲
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۷۰ ± ۵/۶	۷۰/۵۰ ± ۴/۸	۷۲/۸۰ ± ۵/۳

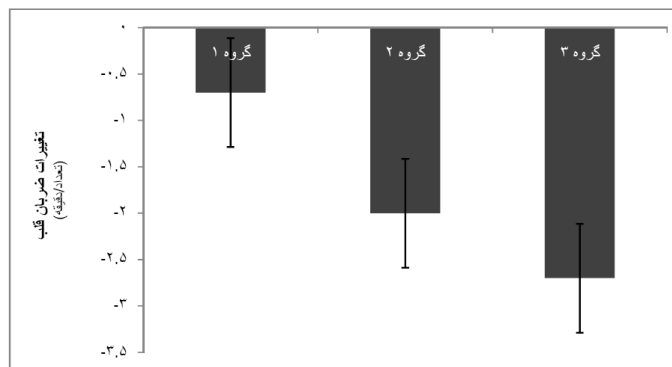
داده‌ها به صورت (انحراف معیار ± میانگین) بیان شده‌اند

جدول شماره ۲. نتایج ضربان قلب استراحتی و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های ۱، ۲ و ۳

ردیف	آزمودنی‌ها متغیرها	گروه ۱ تعداد = ۱۵	گروه ۲ تعداد = ۱۵	گروه ۳ تعداد = ۱۵
۱	میانگین ضربان قلب استراحت قبل از تمرین (تعداد/دقیقه)	۶۸/۷۳ ± ۱/۷۰	۶۸/۸۰ ± ۱/۷۸	۶۷/۸۶ ± ۱/۹۹
۲	میانگین ضربان قلب استراحت بعد از تمرین (تعداد/دقیقه)	۶۸/۰۰ ± ۱/۶۹	۶۶/۸۶ ± ۲/۲۳	۶۵/۲۰ ± ۴/۰۹
۳	میانگین میزان تغییرات ضربان قلب استراحتی قبل و بعد از تمرین	- ۰/۷۳ ± ۰/۷۰	- ۱/۹۳ ± ۱/۳۸	- ۲/۶۶ ± ۲/۸۹
۴	میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی نسبی قبل از تمرین (میلی‌لیتر/ کیلوگرم/دقیقه)	۴۲/۶۰ ± ۱/۸۷	۴۲/۴۲ ± ۱/۸۷	۴۲/۴۰ ± ۱/۸۲
۵	میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی نسبی بعد از تمرین (میلی‌لیتر/ کیلوگرم/دقیقه)	۴۲/۷۸ ± ۱/۷۷	۴۲/۹۶ ± ۱/۷۱	۴۳/۲۹ ± ۱/۸۵
۶	میانگین میزان تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی نسبی قبل و بعد از تمرین	۰/۱۷ ± ۰/۴۹	۰/۵۴ ± ۰/۴۳	۰/۸۸ ± ۰/۴۱



نمودار شماره ۱. تغییرهای VO<sub>2</sub>max در گروه‌های ۱، ۲ و ۳ به دنبال هشت هفته تمرین هوازی با شدت‌های مختلف



نمودار شماره ۲. تغییرات ضربان قلب استراحتی در گروه‌های ۱، ۲ و ۳ به دنبال هشت هفته تمرین هوازی با شدت‌های مختلف

ضربان، مک میلان و همکاران<sup>۲</sup> (۲۴) در تمرین متوسط تا شدید ده هفته‌ای در فوتبالیست‌های حرفه‌ای و هارلی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۵) که نتایج همه آنها حاکی از افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در پی تمرین است. در بیشتر تحقیقات مذکور، شدت‌های متوسط تا بیشینه تمرین، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در اتمام دوره تمرین سبب شده است؛ البته این افزایش معنی‌دار در تحقیق حاضر در گروه ۳ مشاهده شد ولی در گروه ۱ و ۲ مشاهده نشد؛ این مسئله احتمال دارد بر اثر کاهش زمان صرف شده در تمرین‌های مورد نظر در گروه ۱ و ۲ باشد، هرچند شدت تمرین بالا بوده است.

محققانی دیگر درباره عوامل اثرگذار روی متغیرهای وابسته مورد نظر، تعداد جلسات تمرینی را بررسی کرده‌اند از جمله یافته‌های تحقیقات گولدر و همکاران<sup>۴</sup> (۲۶)، مورياس جان و همکاران<sup>۵</sup> (۲۷)، وانگ سون چنگ و همکاران<sup>۶</sup> (۲۸)، ناتان و همکاران<sup>۷</sup> (۲۹)، رابرسون و همکاران<sup>۸</sup> (۳۰). یافته‌های این تحقیق را که تعداد جلسات بیشتر در هفته باعث افزایش بیشتر را در میزان  $\dot{V}O_{2max}$  تأیید می‌کنند.

از طرفی، نتایج تحقیقات فکس و همکاران<sup>۹</sup> و مک

### بحث و نتیجه‌گیری

یافته اصلی تحقیق حاضر این بود که میزان  $\dot{V}O_{2max}$  در گروه ۲ و گروه ۳ بعد از هشت هفته تمرین افزایشی معنی‌دار داشته است؛ همچنین اختلافی معنی‌دار در میزان تغییر  $\dot{V}O_{2max}$  در گروه ۳ با گروه ۱ وجود داشت؛ علاوه بر این پروتکل تمرینی گروه ۳، کاهش بیشتر را در ضربان قلب استراحتی نسبت به گروه ۱ طی هشت هفته در مردان جوان سالم بی‌تحرك سبب شده است. بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، استنباط می‌شود که به منظور افزایش  $\dot{V}O_{2max}$ ، سه جلسه تمرین در هفته با شدت ۵۰ تا ۵۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه دارای اثرگذاری بیشتری نسبت به یک جلسه تمرین در هفته با شدت ۷۰-۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه است. تحقیق حاضر، اولین تحقیقی است که در کشورمان پاسخ‌های وابسته به دوز ورزش را بر  $\dot{V}O_{2max}$  و ضربان قلب استراحتی مورد بررسی قرار داده است.

نتایج ذکر شده با نتایج یافته‌های تحقیقات اخیر که در این زمینه انجام شد، همخوانی دارد که از جمله به شرح زیرند: یافته‌های اودونوون و همکاران (۴) طی ۲۴ هفته تمرین در دو شدت متوسط و زیاد، هلگراد و همکاران<sup>۱</sup> (۲) طی هشت هفته تمرین سه جلسه‌ای با شدت‌های متفاوت، بول و همکاران (۲۳) طی هشت هفته تمرین سه جلسه‌ای با ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر

2. McMillan K, et al  
3. Hurlly. R. et al  
4. Goulder, Jessica et al  
5. Murias, Juan M et al  
6. Wang, Soun-Cheng et al  
7. Nathan T et al  
8. Daniel W Roberson et al  
9. Fox. et al

1. Helgerud J, etal

کیفیت و مدت زمان تمرین؛ تارهای عضلانی کند، انقباض بیشتر ظرفیت اکسیدی عضله را افزایش می‌دهد؛ نسبت واحد حرکتی عضله به‌طور ژنتیکی تعیین می‌شود و بنابراین نسبت توانایی‌های شخص در واکنش به تمرین استقامتی و افزایش  $VO_{2max}$  محدودیت‌های ژنتیکی دارد (۴). همانند دیگر عوامل، آمادگی جسمانی استقامت دستگاه گردش خون و تنفس را می‌توان از طریق تمرین‌های مخصوص به مقداری قابل‌ملاحظه افزایش داد.

مک میلان معتقد است تمرین استقامتی به مدت دو تا سه ماه در افرادی افزایش به‌طور متوسط در حدود ۱۵ درصد در  $VO_{2max}$  را در پی دارد. دامنه توسعه  $VO_{2max}$  درباره افرادی که برنامه تمرینی را با مقادیر بالای اکسیژن مصرفی بیشینه شروع می‌کنند، کمتر از ۲ تا ۳ درصد، و درباره افرادی که مقادیر سطح اولیه  $VO_{2max}$  آنها پایین‌تر است، بالاتر از ۳۰ تا ۵۰ درصد است (۲۴). برای پیشگیری از اختلاف ذکر شده، آزمودنی‌ها پس از غربالگری و تست شدن در پیش‌آزمون، دارای سطح یکسانی از استقامت قلبی-تنفسی بودند. همچنان که شخص تمرین‌های منظم و به‌نسبت شدید را پشت‌سر می‌گذارد،  $VO_{2max}$  افزایش می‌یابد تا رسیدن به حداکثر ظرفیت بر اثر تغییرهایی که در دستگاه‌های مختلف بدن ایجاد می‌شود، برای نمونه، ریه‌ها می‌توانند هوای بیشتری را تهیه کنند و اکسیژنی بیشتر را به خون برسانند؛ در نتیجه قلب نیرومندتر می‌شود و می‌تواند خونی بیشتر را با هر ضربان به دستگاه عروقی وارد کند؛ مقدار خون در بدن بیشتر می‌شود و تعداد مویرگ‌های اطراف تارهای عضلانی افزایش می‌یابد و در نهایت، فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده انرژی، افزایش می‌یابد؛ در نتیجه مواد سوختی، بهتر تجزیه می‌شوند (۱۴)؛ بنابراین هر قدر  $VO_{2max}$  بیشتر باشد، آمادگی قلبی - تنفسی نیز بالاتر است و منطقی خواهد بود که در ورزش‌هایی که ماهیت استقامتی دارند، بالاتر باشد؛ از این رو می‌توان این گونه بیان کرد که با توجه به اینکه گروه تمرینی ۳، مدت زمانی بیشتر را در یک هفته برای تمرین صرف کرده‌اند، به احتمال فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده انرژی در آنها بیشتر افزایش یافته-

دوگال و همکاران<sup>۱</sup> با تحقیق حاضر در یک راستا نبود؛ شاید دلیل آن شکل، نوع و ماهیت تمرین اعمال شده توسط محققان مورد نظر باشد که با تحقیق حاضر تفاوت داشت؛ چنانکه فکس و همکاران پس از هفت تا سیزده هفته تمرین تناوبی هفته‌ای پنج جلسه تمرین در دانشجویان، تغییرهای قابل‌مشاهده را درک نکردند (۳۱)؛ این عدم تغییر همچنین در تحقیق مک دوگال و همکاران که به بررسی عملکرد شنا در ده هفته سه جلسه‌ای می‌پردازند، دوبره مورد تأیید قرار گرفت (۳۲)؛ بنابراین احتمال دارد که به‌غیر از شدت و تعداد جلسات تمرین، نوع تمرین و مهارت به‌کارگرفته‌شده با همان حجم تمرینی نیز باعث دستکاری حداکثر اکسیژن مصرفی را سبب شوند.

طبق اصل ویژگی تمرین، برای تقویت آمادگی قلبی تنفسی، رشد کارایی قلب، عروق و تنفس باید مورد توجه قرار گیرند. انقباض دستگاه‌های عضلانی بزرگ در حالتی موزون و ممتد، برای تقویت آمادگی قلبی تنفسی ضروری است (۱۴)؛ بنابراین فعالیت‌های عضلانی کوتاه‌مدت برای تقویت آمادگی قلبی-تنفسی به اندازه کافی مناسب نیستند بلکه فعالیت‌های عضلانی بلندمدت مناسب‌ترند. هلگراد (۲) معتقد است میزان افزایش  $VO_{2max}$  به شدت، مدت و تکرار و هله‌های تمرین، سطح آمادگی آزمودنی‌ها و ژنتیک بستگی دارد. افزایش  $VO_{2max}$  از بهبود حمل و تحویل اکسیژن به عضلات اسکلتی از طریق افزایش حجم ضربه‌ای، افزایش دانسیته مویرگی و میتوکندریایی و در نتیجه، افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات فعال سرچشمه می‌گیرد؛ افزایش دانسیته مویرگی و میتوکندریایی و در نتیجه، افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات فعال صورت می‌گیرد. میزان  $VO_{2max}$  از ظرفیت بسیار پایین در افراد بیمار مزمن تا ظرفیت ورزشکاران استقامتی آماده و نخبه بسیار متفاوت است (۱۴،۳). از دیدگاه /ودونون، عواملی که به‌منظور تأثیرگذاری بر  $VO_{2max}$  با یکدیگر ترکیب می‌شوند، عبارت‌اند از: نسبت زیاد واحدهای حرکتی کند انقباض، ظرفیت‌های قلبی-عروقی زیاد مرکزی و محیطی و

1. Mac dougall et al

شد و در دیگری، ضربان قلب از ۶۹/۷ به ۶۶/۸ در گروه تجربی رسید (۳۶)؛ این نتایج یادشده از کاهش ضربان قلب استراحتی با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

در تحقیق حاضر با توجه به اینکه گروه ۱ مدت زمانی کمتر را برای تمرین صرف کرده است و از طرفی، گروه ۳ مدت زمانی بیشتر را صرف کرده است، اختلافی معنی دار در میزان تغییرات ضربان قلب استراحتی در بین این دو گروه وجود دارد که این می تواند به دلیل فشار بیشتر ناشی از تمرین بر قلب باشد که گروه ۳ وارد کرده است، زیرا هرچه تمرین ها طولانی تر بوده، در یک دوره تمرینی طولانی تر انجام شوند، کاهش ضربان قلب استراحتی متعاقب تمرین های ورزشی، معنی دارتر و بیشتر می شود. ساختارهای دقیق این کاهش به طور کامل شناخته نشده اند؛ با این وجود به نظر می رسد تمرین استقامتی سبب می شود تا گره سینوسی قلب بیشتر تحت تأثیر استیل کولین، هورمون پاراسمپاتیکی با اثر کاهندگی روی ضربان قلب قرارگیرد؛ این اثر به احتمال، با کاهش هم-زمان فعالیت عصب سمپاتیک در حال استراحت همراه است؛ این سازگاری تمرین تا حدی ضربان قلب استراحتی پایین ورزشکاران استقامتی مرد و زن را توجیه می کند؛ از طرفی، تمرین استقامتی عضله قلب را قوی می کند که با هر انقباض به تولید ضربه ای قوی تر قادر شود و حجم ضربه ای بیشتری را در هر ضربه اعمال کند تا با کمتر شدن ضربان، خون بیشتری به عضلات فعال برسد. ضربان قلب استراحتی، از این نظر اهمیت دارد که راهنمایی مناسبی برای آگاهی از وضعیت ورزشکار و حالت تمرین او است (۳۷).

با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهاد می شود برای افزایش استقامت قلبی ریوی و کاهش ضربان قلب استراحت به جای تمرین های شدید با حجم کم از تمرین های بلندمدت با شدت پایین استفاده شود.

است که این افزایش می تواند به تقویت بیشتر در  $VO_{2max}$  در گروه ۳ منجر شود.

یکی از محدودیت های این تحقیق این بود که آزمودنی ها از نظر اندازه و ترکیب بدن، اندازه گیری نشدند و چنین برآورد شده است که ۱ درصد از امتیازها به افزایش  $VO_{2max}$  ناشی از اختلاف در وزن بدون چربی مربوط است اما از طرفی می دانیم که میزان  $VO_{2max}$  به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن ذکر می شود نه وزن بدون چربی بدن؛ بنابراین می توان از عامل بالا صرف نظر کرد. سایر عوامل بر  $VO_{2max}$  ویژگی جنسیت و سن آزمودنی ها اثرگذارند که با کنترل جنسیت و سن، اثر احتمالی مخدوش کننده این عوامل حذف می شود.

ضربان قلب استراحتی: رابطه مثبت، فزاینده و مستقلی میان ضربان قلب استراحتی و شیوع بیماری های قلبی-عروقی در زنان و مردان سالم وجود دارد (۳۳)؛ افزایش ضربان قلب با افزایش خطر مرگ به طور معکوس در ارتباط است، ضربان قلب استراحت یکی از عواملی است که بر طول عمر تأثیر دارد (۳۴).

اغلب اوقات، RHR می تواند نشان دهنده وضعیت آمادگی قلبی - تنفسی باشد (۱۲). مطابق با یافته های این تحقیق، ضربان قلب استراحتی در گروه ۳ کاهش یافت و در سایر تحقیقات نیز بیان شد که ضربان قلب استراحتی می تواند پس از تمرین در افراد بی تحرک کم شود (۱۴). تحقیقاتی بسیار تأثیر تمرین را بر ضربان قلب استراحتی بررسی کرده اند اما در خصوص تأثیر شدت های مختلف تمرین، تحقیقاتی بسیار اندک وجود دارند. در سه نمونه از تحقیقات هیچ تغییری مشاهده نشد (۷، ۱۶ و ۱۸)؛ این نتایج با یافته های تحقیق حاضر متناقض اند؛ این عدم تشابه می تواند به احتمال به دلیل سن بالای آزمودنی ها باشد که در گروه های سالمند و میانسال بررسی شد؛ اما تحقیق حاضر در گروه جوان انجام شد؛ بنابراین تفاوت سنی زیادی میان تحقیق حاضر و تحقیق ذکر شده وجود دارد؛ همچنین ماهیت متفاوت نوع تمرین اعمال شده باشد، در دو نمونه دیگر از تحقیقات انجام شده در این زمینه کاهش ضربان قلب استراحتی به دنبال تمرین مشاهده شد (۱۰ و ۱۵). در یکی از تحقیقات دیگر ۳/۴ - ضربه در دقیقه (۳۵) کاهش مشاهده -



### منابع

1. Åstrand PO, Rodahl K. Textbook of Work Physiology. New York: McGraw-Hill; 1986.
2. Helgerud JK, Wang HE, Berg KP, Bjerkaas M, T. Helgersen SC, Hjorth N, Bach R, Hoff J. Aerobic High-Intensity Intervals Improve VO<sub>2</sub>max More Than Moderate Training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2007; 39(4), 665-671.
3. Saltin, B. Maximal oxygen uptake: limitations and malleability. In: International Perspectives in Exercise Physiology, Nazar K. and Terjung R L. (Eds.). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers. 1990.
4. O'Donovan G, Owen A, Bird SR, Kearney EM, Nevill AM, Jones DW, Woolf-May K. Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. *J Appl Physiol.* 2005;98:1619-25.
5. Skinner JS, Jaskolski A, Jaskolska A, Krasnoff J, Gagnon J, Leon AS, Rao DC, Wilmore JH, Bouchard C. Age, sex, race, initial fitness, and response to training: the HERITAGE Family Study. *J Appl Physiol* 2001; 90: 1770-1776.
6. American College of Sports Medicine. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975-991.
7. Gormley SE, Swain DP, High R, Spina RJ, Dowling EA, Kotipalli US, Gandrakotar. Effect of Intensity of Aerobic Training on V̇O<sub>2</sub>max. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008; 40(7):1336-1343.
8. Swain, DP, Franklin BA. Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *Am. J. Cardiol.* 2006; 97:141-147.
9. Branch JD, Pate RR, Bourque SP. Moderate intensity exercise training improves cardiorespiratory fitness in women. *J Womens Health Gend Based Med.* 2000;9:65-73.
10. Leutholtz BC, Keyser RE, Heusner WW, Wendt VE, Rosen L. Exercise training and severe caloric restriction: effect on lean body mass in the obese. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76:65-70.
11. Diaz A, Bourassa M, Guertin M, et al Long-term prognostic value of resting heart rate in patients with suspected or proven coronary artery disease. *Eur Heart J.* 2005; 26:967-974.
12. Fox K, Ford I, Steg PG, et al. Heart rate as a prognostic risk factor in patients with coronary artery disease and left-ventricular systolic dysfunction (BEAUTIFUL): a subgroup analysis of a randomised controlled trial. *Lancet.* 2008; 372:817-821.
13. Tverdal A, Hjellvik V, Selmer R. Heart rate and mortality from cardiovascular causes: a 12 year follow-up study of 379,843 men and women aged 40-45 years. *Eur Heart J.* 2008;29:2772-2781.
14. Wilmore JH and Costill DL. Physiology of Sport and Exercise. Champaign, IL: Human Kinetics. 2005.
15. Braith RW, Pollock ML, Lowenthal DT, Graves JE, Limacher MC. Moderate- and high-intensity exercise lowers blood pressure in normotensive subjects 60 to 79 years of age. *Am J Cardiol.* 1994; 73:1124-8.
16. Gossard D, Haskell WL, Taylor CB, et al. Effects of low and high-intensity home-based exercise training on functional capacity in healthy middle-aged men. *Am J Cardiol.* 1986;57:446-9.
17. Nemoto K, Gen-No H, Masuki S, Okazaki K, Nose H. Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc.* 2007; 82:803-11.
18. Tashiro E, Miura S, Koga M, et al. Crossover comparison between the depressor effects of low and high work-rate exercise in mild hypertension. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 1993; 20: 689-96.
19. Cornelissen VA, Verheyden B, Aubert AE, Fagard RH. Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability. *Hum Hypertense.* 2010; 24(3):175-82.
20. Loimaala A, Huikuri H, Oja P, Pasanen M, Vuori I. Controlled 5-mo aerobic training improves heart rate but not heart rate variability or baroreflex sensitivity. *J Appl Physiol.* 2000; 89: 1825-9.
21. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. *Phys Sportsmed.* 1985;13:76-90.
22. Bruce RA, Kasumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J.* 1973; 85:546-562.
23. Boule NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis is of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia.* 2003; 46(8):1071-1081.
24. McMillan K, et al. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players, *British Journal of Sports Medicine.* 2005; 39:273-277.
25. Hurly R, Bossetti BM, O'Dorisio TM, Tenison EB, et al. The effect of exercise training on body weight and peptide hormone patterns in normal weight. *Journal of sport medicine physiology fitness.* 1991;31(1): 52-56.
26. Goulder J, Spitz MG, Weaver KN, Rola KS, Mitchell JB. The Effects of Endurance Training and Short-term High Intensity Sprint Training on Performance and Endurance Related Variables in Well-trained Endurance Cyclists, *International Journal of Exercise Science: Conference Abstract Submissions.* 2010; 2(2): Article 12.
27. Murias JM, Kowalchuk J M, Paterson DH. Mechanisms for Increases in VO<sub>2</sub>max with Endurance Training In Older and Young Women. *Medicine. Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2010. In press.
28. Wang SC, Wang YS, Huang YJ, Chiang TJ, Tasy SJ, Lin HF, Hsieh YC. The Effects Of FATmax Endurance Training On Maximal Fat Oxidation Rate And Aerobic Power. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2009; 41(5):498-503.

29. Nathan TJ, Jennifer AM, Coleen MD, Witkowski S, Hagberg JM. Endurance exercise training effects on body fatness,  $\dot{V}O_2\max$ , HDL-C subfractions, and glucose tolerance are influenced by a PLIN haplotype in older Caucasians. *J Appl Physiol*. Mar. 2010; 108(3):498-506.
30. Roberson DW, Astorino TA, Ryan PA, Trost E, Jurancich M. Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) on Cardiovascular Function and muscular Force. *Med Sci Sport Exercise*. 2010; 42:138-39.
31. Fox EL, Bartels ER, et al. Frequency and duration of interval training programs and changes in aerobic power. *Journal of Applied Physiology*. 1975; 38(3): 481-484.
32. Macdougall JD, Hicks AL, et al. Muscle performance and enzymatic adaptation to sprint interval training, *Journal of Applied Physiology*. 1998; 84(6):2138-42.
33. Cooney MT, Vartiainen E, Laakitainen T, A Juolevi A, Dudina A, Graham IM. Elevated resting heart rate is an independent risk factor for cardiovascular disease in healthy men and women. *American Heart Journal*, 2010; 159(4): 612-619.
34. Zhang GQ, Zhang W. Heart rate lifespan, and mortality risk. *Ageing Res Rev*. 2009; 8(1):52-60.
35. Sloan RP, Shapiro PA, DeMeersman RE, Bagiella E, Brondolo EN, McKinley PS, Slavov I, Fang Y, Myers MM. The Effect of Aerobic Training and Cardiac Autonomic Regulation in Young Adults. *American Journal of Public Health*. 2009; 99(5): 921-928.
36. Zhang J. Effects of exercise and custom-made orthotics on blood pressure and heart rate variability: a randomized controlled pilot study. 2007; 6(2):56-65. References and further reading may be available for this article. To view references and further reading you must purchase this article.
37. Tori J. et al. Effect of time of day on adaptive response to a 4 week aerobic exercise program. *Journal of sports medicine physiology Fitness*. 1992; 32(4):348 – 52.

**Daneshvar**

**Medicine**

## **The effect of changes in volume and intensity of aerobic training on cardiorespiratory endurance and resting heart rate in young males**

**Mandana Gholami<sup>1</sup>, Leila Sabbaghian Rad<sup>2</sup>, Hosein Abed Natanzi<sup>3</sup>**

1,2,3: Assistant Professor, Department of Physical Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Email: Gholami\_m962@yahoo.com

### **Abstract**

**Background and Objective:** Cardiorespiratory endurance and resting heart rate is the proper guide for cardiorespiratory fitness of people. The aim of this research was to survey the effect of training intensity and volume changes on cardiorespiratory endurance and resting heart rate.

**Materials and Methods:** Forty-five non-athletic healthy B. Sc male students (with an average age of  $25\pm 1/87$  years, weight  $71\pm 1/95$  kg and height  $175\pm 2/30$  cm) were randomly divided into three groups including: 1G, 2G and 3G groups. In first six weeks, 1G (n=15) run for 15 min with an intensity of 70% maximum reserve heart rate (MRHR), 1day/week; 2G (n=15) (at 15 min, 60% MRHR, 2 days/week); and 3G (n=15) (at 15 min, 50% MRHR, 3days/week) for 8 weeks. At the last two weeks, 1G run at 75% MRHR, 2G at 65% MRHR, and 3G at 55% MRHR.

**Results:** Findings showed that there was a significant difference in  $VO_{2max}$  change in 1G and 3G groups. Also, 3G showed a more significant reduction in resting heart rate than 1G.

**Conclusion:** Based on these findings, it seems that aerobic training with low intensity and long period has more effects on cardiorespiratory fitness and resting heart rate than high intensity and short period training.

**Key words:** Cardiorespiratory endurance, Resting heart rate, Aerobic training

*Scientific-Research  
Journal of Shahed  
University  
Seventeenth Year,  
No.96  
December, January  
2011-2012*

Received: 6/9/2011

Last revised: 25/12/2011

Accepted: 10/1/2012