دانشور
پزشکی

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

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

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 ۱/۸۷± ۲۵ سال، وزن ۱/۹۵ ±۷۱ کیلوگرم و قد ۲/۳۰±۱۷۵ سانتی‌متر) به‌صورت تصادفی به سه گروه یک، دو و سه تقسیم‌شدند. در شش هفته اول گروه یک (n =۱۵) یک جلسه در هفته و به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه (MRHR)، گروه دو (n =۱۵) دو جلسه در هفته و به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت ۶۰ درصد MRHR و در گروه سه (n =۱۵) 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 نشان‌دادند که اختلافی معنی‌دار در میزان تغییر vo_{2max} بین گروه سه و گروه یک وجود دارد. علاوه‌براین، تمرین گروه سه کاهشی معنی‌دار را در ضربان قلب استراحتی نسبت‌به گروه یک موجب شد.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های تحقیق حاضر به‌نظرمی‌رسد که تمرین هوازی با شدت پایین و زمان طولانی‌تر، اثری بیشتر نسبت‌به 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

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

استقامت قلبی تنفسی به‌عنوان یکی از اجزای اصلی آمادگی جسمانی شناخته‌شده‌است (۱ و۲). به‌احتمال، یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در ورزش‌های استقامتی هوازی، استقامت قلبی تنفسی است (۳-۱). VO_{2max} شاخصی قابل اندازه‌گیری است و میزان استقامت قلبی-تنفسی را نشان‌می‌دهد. آمادگی قلبی-تنفسی صرف‌نظر از سن، جنس، نژاد و سطح آمادگی اولیه با تمرین‌های ورزشی افزایش‌می‌یابد (٤ و٥). مطابق با توصیه‌های 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 داشته‌باشد (٦). *گورملی*[1] *و همکاران* (۲۰۰۸) بیان-کرده‌اند که شدت یا مقدار بیشتر ورزش با مزایای بیشتری از ورزش همراه است اما درخصوص ویژگی شدت هر ورزش اطلاعات دقیقی موجود نیست (۷)، اگرچه رابطه وابسته به دوز ورزش در مقاله منتشرشده از کالج طب ورزشی آمریکا (۱۹۹۵) شناخته‌شد و طی اعلامیه‌هایی بیان‌شد که اگر شدت بالا و شدت متوسط با زمانی بیشتر و با هزینه انرژی مشابه انجام‌شوند، تغییر در آمادگی قلبی عروقی مشابه است (٦). *سوین*[2] *و همکاران* (۲۰۰٦) خاطرنشان‌ساخته‌اند که فعالیت‌های با شدت بیشتر، مزایای سلامتی بیشتری را نسبت‌به ورزش‌های با شدت متوسط ایجادمی‌کنند؛ از جمله شیوع کمتر بیماری‌های قلبی- عروقی که با خطرهای کمتری نیز مرتبط‌اند (۷ و۸). مطالعاتی بسیار اندک برای بررسی شدت، مدت و تعداد فعالیت جسمانی مستقل از سهم آنها برای کل میزان فعالیت جسمانی انجام‌شده-است. به دلیل وابستگی به میزان دوز ورزشی الزامی است که دستورالعمل‌های ورزشی در دسترس توضیح-دهند که چگونه آمادگی قلبی تنفسی بهینه می‌شود؛ در این راستا با توجه به اطلاعات محدود و گاه متناقض در زمینه موردنظر محقق درنظردارد تا اثرهای شدت‌های متفاوت تمرین ورزشی را بر استقامت قلبی تنفسی و ضربان قلب بررسی‌کنید.

ادونوون[3] (۲۰۰۵) خاطرنشان‌ساخته‌است که تمرین ورزشی شدید با شدت ٦۰ تا ۸٤ درصد ذخیره اکسیژن مصرفی (٦۰ تا ۸٤ درصد $\dot{V}O_2R$) ظرفیت هوازی را بیشتر از تمرین با شدت متوسط (٤۰-٥۹ درصد $\dot{V}O_2R$) افزایش‌داد (٤)؛ ازسوی‌دیگر، دستورالعمل‌های دیگری از سوی کالج طب ورزشی آمریکا، یکسان‌بودن آمادگی قلبی تنفسی را پس از شدت‌های متفاوت نشان-دادند که البته با شرط برابربودن هزینه انرژی، تفاوتی مشاهده‌نشد (٦)؛ هرچند بخشی دیگر از تحقیقات، هیچ تفاوتی را پس از شدت‌های متفاوت ورزشی بین گروه‌ها نشان‌ندادند (۲، ۹ و۱۰).

مطالعات همه‌گیرشناسی (۱۱-۱۳) خاطرنشان‌کرده‌اند که افزایش ضربان قلب استراحتی، خطر مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی را افزایش‌می‌دهد. *ویلمور و کاستیل* (۲۰۰٥) ضربان قلب استراحتی را در افراد بی‌تحرک پس از تمرین‌کردن نشان‌دادند که به‌طور معنی-داری کاهش‌می‌یابد (۱٤). قابل ذکر است که مطالعات بسیار کمی، نقش بالقوه شدت ورزشی را در کاهش ضربان قلب استراحتی بررسی‌کرده‌اند؛ درمجموع، هفت مورد از مطالعات (۷-۱۸، ۱۹، ۱۰ و ۱٥) حجم تمرین را کنترل‌کرده‌اند؛ از میان تحقیقات فوق، بعضی از آنان اثر شدت را مشاهده‌کردند. *نموتو*[4] (۲۰۰۷) ذکرکرد که ٦٤ درصد $\dot{V}O_2R$ کاهش ضربان قلب استراحتی را نسبت-به ٤۱ درصد $\dot{V}O_2R$ سبب‌شد؛ البته کاهش ضربان قلب استراحتی در هیچ‌یک از مردان مشاهده‌نشد، هرچند تعداد مردان اندک بوده‌است (۱۷). در مطالعه *کورنلیسن*[5] (۲۰۱۰) در مردان و زنان ٥٥ سال به بالا مشاهده‌شد که شدت ٦٦ درصد $\dot{V}O_2R$ باعث کاهشی معنی‌دار را در ضربان قلب استراحتی نسبت‌به ۳۳ درصد $\dot{V}O_2R$ موجب شد (۱۹). *گورملی* (۲۰۰۸) زمانی که چهار شدت متفاوت را بررسی‌می‌کرد، تفاوتی در ضربان

1. Gormley etal
2. Swain etal
3. O'Donovan .G
4. Nemoto etal
5. Cornelissen etal

Archive of SID
www.SID.ir

قلب استراحتی پیدانکرد (۷)؛ در مطالعه‌ای دیگر ۷۲ درصد $\dot{V}O_2R$ باعث کاهش معنی‌دار ضربان قلب استراحتی نسبت‌به ۵۰ درصد $\dot{V}O_2R$ شد (۲۰)؛ بنابراین مطالعاتی دیگر برای تکمیل اطلاعات دربارهٔ این پرسش که «آیا ضربان قلب استراحتی با تمرین‌های با شدت بیشتر اتفاق‌می‌افتد یا با شدت کمتر؟»، مورد نیاز است .

هدف اول مطالعه حاضر، این بود که بررسی‌کند «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 مقایسه‌کرده‌اند، یافته‌اند که تمرین‌های با شدت بالا مؤثرند درحالی‌که تعدادی دیگر از مطالعات، تغییری مشاهده‌نکردند؛ به‌علاوه، تحقیقاتی که تمرین ورزشی شدید یک یا دو جلسه در هفته را با هزینه انرژی برابر مقایسه‌کنند، انجام‌نشده‌است؛ هدف دوم مطالعه حاضر، این بود که ضربان قلب استراحتی را در سه گروه با شدت مختلف مقایسه‌کند.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌های این تحقیق، داوطلبانه از میان دانشجویان مرد و از طریق دعوت عمومی در تابلوی اعلانات دانشگاه آزد اسلامی انتخاب‌شدند که شرایط زیر را داشتند :۱. سنین بین ۲۰ تا ۳۰ سال؛ ۲. بهره‌مندی از سلامتی بدین معنی که دیابت، کنسر یا بیماری قلبی نداشته‌باشند؛ ۳. شاخص توده بدنی کمتر از ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع؛ ٤.عدم شرکت در برنامه منظم ورزشی و ۵. عدم استفاده از دخانیات. قبل از شرکت در مطالعه، آزمودنی‌ها موافقت‌کردند که به‌صورت تصادفی در یکی از سه گروه شرکت‌کنند (شدت کم، شدت متوسط، شدت شدید) و نیز در هیچ برنامه تمرینی خارج از مطالعه فوق شرکت‌نکنند. پس از توضیح پروتکل کار، آزمودنی‌ها رضایت‌نامه را نیز امضاکردند؛ درضمن ذکر-شد که پیش و پس از اعمال متغیر مستقل که تمرین ورزشی هوازی به مدت هشت هفته است، متغیرهای وابسته اندازه‌گیری می‌شوند.

متغیرهای وابسته این تحقیق، ضربان قلب استراحتی و حداکثر اکسیژن مصرفی VO_{2max} بودند. اطلاعات با استفاده از طرح اندازه‌گیری ۳*۲ 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) قرارگرفتند. آزمودنی‌ها آموزش‌داده-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 توصیه‌شده‌است، تغییرندهند. 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 VO_{2max} پیش‌بینی‌شده‌بود. سطوح شدت تمرین برای دستیابی به اهداف مطالعه از قبل انتخاب‌شد (٦). تست ورزش و تمرین ورزشی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی‌آباد کتول انجام‌شد.

قد و وزن اندازه‌گیری و شاخص توده بدنی محاسبه-شد (۲۱). برای اندازه گیری ضربان قلب، تسمه‌ای روی سینه نصب (**Polar S625X**) و از ساعت ضربان سنج پلار استفاده‌شد 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 حساب‌کرده، در عدد چهار ضرب‌کنند. هر دو اندازه‌گیری‌ها، یعنی نبض رادیال و ضربان سنج پلار یک عدد را نشان‌دادند. برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی از آزمون بیشینه تعدیل‌شده بروس استفاده‌شد؛ این تست شامل چند مرحله دویدن فزاینده است. پروتکل تعدیل‌شده بروس[1] ساده‌تر از پروتکل بروس است؛ این پروتکل برای افرادی که سطح آمادگی جسمانی بالایی ندارند یا افراد بیمار طراحی‌شده‌است

1. Bruce Robert A.1963

Archive of SID
www.SID.ir

بدین دلیل که از شیب کمتری استفاده‌می‌شود. شامل هفت مرحله ۳ دقیقه‌ای است و این مزیت را دارد که دوره گرم‌کردن با شیب صفر یعنی به‌صورت افقی و سرعت ۱/۵ مایل بر ساعت شروع‌می‌شود؛ 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 ادامه‌دهد. زمان فعالیت تا رسیدن به خستگی، اندازه‌گیری‌شده و در معادلهٔ زیر قرارداده‌می‌شود تا حداکثر اکسیژن مصرفی با واحد میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه به‌دست‌آید:

پروتکل تمرینی: در شش هفته اول پس از گرم‌کردن 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 ٦۰ 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 سردکردن پرداختند. در دو هفته آخر به‌منظور اعمال اضافه‌بار گروه ۱ با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه، گروه ۲ با شدت ٦۵ 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 خواسته‌شد که در تمام جلسات شرکت‌کنند؛ آنها حق غیبت نداشتند ولی در گروه ۳ می‌توانستند یک جلسه را در طول دوره تمرین شرکت‌نکنند؛ همچنین به آزمودنی‌ها توضیح‌داده‌شد که درغیراین‌صورت از مطالعه خارج‌می‌شوند.

روش آماری: برای توصیف آماری داده‌ها از میانگین و انحراف معیار اطلاعات استفاده‌شد. تجانس واریانس‌ها و آزمون طبیعی بودن توزیع متغیرها در گروه‌ها به‌ترتیب با استفاده از آزمون‌های لوین و کولموگروف اسمیرنوف محاسبه‌شد. آثار تمرین روی متغیرهای وابسته (ضربان قلب استراحتی و VO_{2max}) با آزمون تحلیل واریانس دو-طرفه عاملی استفاده‌شد (ANOVA) و به‌منظور بررسی وجود معنی‌داری میان گروه‌ها، آزمون تعقیبی توکی به-کاررفت. تجزیه‌وتحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SPSS-17 و برنامه Excel در سطحی معنی‌دار P≤0/05 برای تمام آزمون‌های آماری انجام‌شد.

نتایج

ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ آمده‌است. ازآنجاکه همه آزمودنی‌ها دانشجوی دوره کارشناسی دانشگاه بودند، دامنه سنی شرکت‌کنندگان بسیار محدود بود و توزیع متغیرها طبیعی و نیز تجانس واریانس وجودداشت. با اندازه‌گیری شاخص‌ها در پیش-آزمون، تغییراتی معنی‌دار مشاهده‌نشد. در پس‌آزمون ویژگی‌های آنتروپومتریک نیز تغییرهایی معنی‌دار دیده-نشد؛ آزمودنی‌ها می‌بایست هشت هفته در تمرین شرکت‌می‌کردند.

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس نشان‌می‌دهد که اختلافی معنی‌دار در میزان تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های۱، ۲ و ۳ وجوددارد (P=۰/۰۰۱ ؛ ۹/٤۰۹= (F۲,٤۲) و همچنین آزمون تعقیبی توکی نشان-می‌دهد که تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی میان گروه ۳ و گروه ۱ معنی‌دار است (P=۰/۰۰۱)؛ به‌علاوه، اختلافی معنی‌دار در میزان تغییر ضربان قلب استراحتی در گروه‌های۱، ۲ و ۳ وجوددارد (P=۰/۰۲٦ ؛ ۳/۹٦۹= (F)(۲,٤۲) و آزمون تعقیبی توکی نشان‌می‌دهد که تغییرات ضربان قلب استراحت میان گروه ۳ و ۱ معنی-دار است (P =۰ /۰۲۱).

نمودار ۱ و ۲، تغییرهای VO_{2max} و ضربان قلب استراحت را در گروه‌های۱، ۲ و ۳ نشان‌می‌دهد. همان-طورکه می‌بینید، تغییرهایی معنی‌دار هم در VO_{2max} و هم ضربان قلب استراحتی میان گروه‌های ۱ و ۳ آشکار است.

Archive of SID

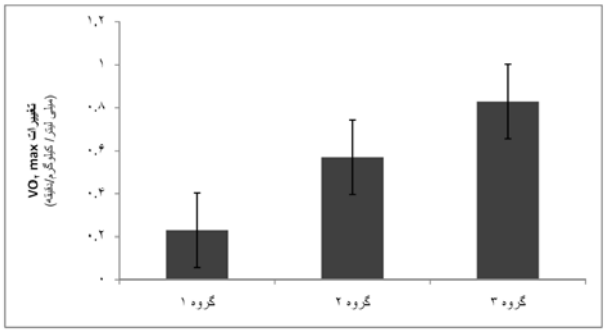
www.SID.ir

جدول شماره ۱. توصیف ویژگی‌های عمومی‌آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه ۱ n=۱۵	گروه ۲ n=۱۵	گروه ۳ n=۱۵
سن (سال)	**۲۵/٤۰± ۲/۳**	**۲۵/۱۰ ± ۳/۸**	**۲۵/۳۷ ± ۳/٤**
قد (سانتی‌متر)	**۱۷۷ ± ۷/۵**	**۱۷۳/٤۰ ± ۷/۳**	**۱۷۷/۳۰ ± ٦/۲**
وزن (کیلوگرم)	**۷۳/۷۰ ± ۵/٦**	**۷۰/۵۰± ٤/۸**	**۷۲/۸۰ ± ۵/۳**
داده‌ها به صورت (انحراف معیار ± میانگین) بیان شده‌اند			

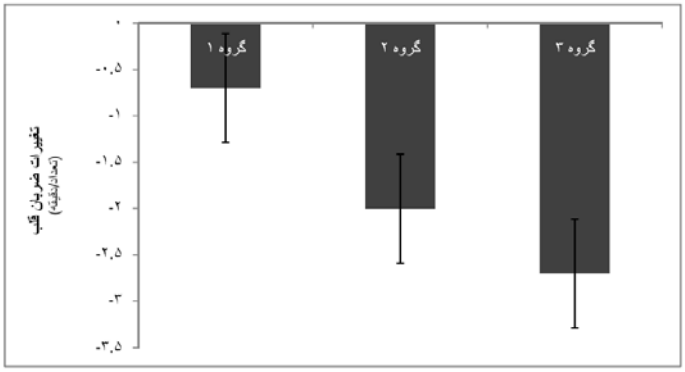
جدول شماره ۲. نتایج ضربان قلب استراحتی و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های ۱، ۲ و ۳

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_{2max} در گروه‌های ۱، ۲ و ۳ به دنبال هشت هفته تمرین هوازی با شدت‌های مختلف

www.SID.ir



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

بحث و نتیجه‌گیری

یافته اصلی تحقیق حاضر این بود که میزان VO_{2max} در گروه ۲ و گروه ۳ بعد از هشت هفته تمرین افزایشی معنی‌دار داشته‌است؛ همچنین اختلافی معنی‌دار در میزان تغییر VO_{2max} در گروه ۳ با گروه ۱ وجودداشت؛ علاوه‌براین پروتکل تمرینی گروه ۳، کاهشی بیشتر را در ضربان قلب استراحتی نسبت‌به گروه ۱ طی هشت هفته در مردان جوان سالم بی‌تحرک سبب‌شده‌است. بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، استنباط‌می‌شود که به‌منظور افزایش VO_{2max}، سه جلسه تمرین در هفته با شدت ۵۰ تا ۵۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشینه دارای اثرگذاری بیشتری نسبت‌به 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 VO_{2max} و ضربان قلب استراحتی مورد بررسی قرارداده‌است.

نتایج ذکرشده با نتایج یافته‌های تحقیقات اخیری که در این زمینه انجام‌شد، همخوانی‌دارد که از جمله به شرح زیرند: یافته‌های *اودونوون و همکاران* (٤) طی ٢٤ هفته تمرین در دو شدت متوسط و زیاد، *هلگراد و همکاران*[1] (۲) طی هشت هفته تمرین سه جلسه‌ای با شدت‌های متفاوت، *بول و همکاران* (۲۳) طی هشت هفته تمرین سه جلسه‌ای با ٦٠ تا ٧٠ درصد حداکثر ضربان، *مک میلان و همکاران*[2] (٢٤) در تمرین متوسط تا شدید ده هفته‌ای در فوتبالیست‌های حرفه‌ای و *هارلی و همکاران*[3] (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 سبب‌شده‌است؛ البته این افزایش معنی‌دار در تحقیق حاضر در گروه ۳ مشاهده‌شد ولی در گروه ۱ و ۲ مشاهده‌نشد؛ این مسئله احتمال‌دارد بر اثر کاهش زمان صرف‌شده در تمرین‌های موردنظر در گروه ۱ و ۲ باشد، هرچند شدت تمرین بالا بوده‌است.

محققانی دیگر دربارهٔ عوامل اثرگذار روی متغیرهای وابسته موردنظر، تعداد جلسات تمرینی را بررسی‌کرده‌اند از جمله یافته‌های تحقیقات *گولدر و همکاران*[4] (۲٦)، *موریاس جان و همکاران*[5] (۲۷)، *وانگ سون چنگ و همکاران*[6] (۲۸)، *ناتان و همکاران*[7] (۲۹)، *رابرسون و همکاران*[8] (۳۰)، یافته‌های این تحقیق را که تعداد جلسات بیشتر در هفته باعث افزایشی بیشتر را در میزان vo_{2max} تأییدمی‌کنند.

ازطرفی، نتایج تحقیقات *فکس و همکاران*[9] و *مک*

1. Helgerud J, etal

2. McMillan K, et al
3. Hurly. 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

Archive of SID

www.SID.ir

دوگال و همکاران[1] با تحقیق حاضر در یک راستا نبود؛ شاید دلیل آن شکل، نوع و ماهیت تمرین اعمال‌شده توسط محققان موردنظر باشد که با تحقیق حاضر تفاوت‌داشت؛ چنانکه *فکس و همکاران* پس از هفت تا سیزده هفته تمرین تناوبی هفته‌ای پنج جلسه تمرین در دانشجویان، تغییرهای قابل‌مشاهده را درک‌نکردند (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 قرارگرفت (۳۲)؛ بنابراین احتمال‌دارد که به‌غیراز شدت و تعداد جلسات تمرین، نوع تمرین و مهارت به‌کارگرفته‌شده با همان حجم تمرینی نیز باعث دستکاری حداکثر اکسیژن مصرفی را سبب‌شوند.

طبق اصل ویژگی تمرین، برای تقویت آمادگی قلبی تنفسی، رشد کارایی قلب، عروق و تنفس باید مورد توجه قرارگیرند. انقباض دستگاه‌های عضلانی بزرگ در حالتی موزون و ممتد، برای تقویت آمادگی قلبی تنفسی ضروری است (۱٤)؛ 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 وهله‌های تمرین، سطح آمادگی آزمودنی‌ها و ژنتیک بستگی‌دارد. افزایش VO_{2max} از بهبود حمل و تحویل اکسیژن به عضلات اسکلتی از طریق افزایش حجم ضربه‌ای، افزایش دانسیته مویرگی و میتوکندریایی و درنتیجه، افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات فعال سرچشمه‌می‌گیرد؛ افزایش دانسیته مویرگی و میتوکندریایی و درنتیجه، افزایش برداشت اکسیژن توسط عضلات فعال صورت‌می‌گیرد. میزان VO_{2max} از ظرفیت بسیار پایین در افراد بیمار مزمن تا ظرفیت ورزشکاران استقامتی آماده و نخبه بسیار متفاوت است (۱٤،۳). از دیدگاه *اودونون*، عواملی که به‌منظور تأثیرگذاری بر VO_{2max} با یکدیگر ترکیب‌می‌شوند، عبارت‌اند از: نسبت زیاد واحدهای حرکتی کند انقباض، ظرفیت‌های قلبی- عروقی زیاد مرکزی و محیطی و کیفیت و مدت زمان تمرین؛ تارهای عضلانی کند، انقباض بیشتر ظرفیت اکسیدی عضله را افزایش‌می‌دهد؛ نسبت واحد حرکتی عضله به‌طور ژنتیکی تعیین‌می‌شود و بنابراین نسبت توانایی‌های شخص در واکنش به تمرین استقامتی و افزایش VO_{2max}، محدودیت‌های ژنتیکی دارد (٤). همانند دیگر عوامل، آمادگی جسمانی استقامت دستگاه گردش خون و تنفس را می‌توان از طریق تمرین‌های مخصوص به مقداری قابل‌ملاحظه افزایش‌داد.

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 درپی‌دارد. دامنه توسعه VO_{2max} دربارهٔ افرادی که برنامه تمرینی را با مقادیر بالای اکسیژن مصرفی بیشینه شروع‌می‌کنند، کمتر از ۲ تا ۳ درصد، و دربارهٔ افرادی که مقادیر سطح اولیه VO_{2max} آنها پایین‌تر است، بالاتر از ۳۰ تا ۵۰ درصد است (۲٤). برای پیشگیری از اختلاف ذکرشده، آزمودنی‌ها پس از غربالگری و تست‌شدن در پیش‌آزمون، دارای سطح یکسانی از استقامت قلبی-تنفسی بودند. همچنان که شخص تمرین‌های منظم و به‌نسبت شدید را پشت‌سر-می‌گذارد، VO_{2max} افزایش‌می‌یابد تا رسیدن به حداکثر ظرفیت بر اثر تغییرهایی که در دستگاه‌های مختلف بدن ایجادمی‌شود، برای نمونه، ریه‌ها می‌توانند هوای بیشتری را تهویه‌کنند و اکسیژنی بیشتر را به خون برسانند؛ در-نتیجه قلب نیرومندتر می‌شود و می‌تواند خونی بیشتر را با هر ضربان به دستگاه عروقی واردکند؛ مقدار خون در بدن بیشتر می‌شود و تعداد مویرگ‌های اطراف تارهای عضلانی افزایش‌می‌یابد و درنهایت، فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده انرژی، افزایش‌می‌یابد؛ درنتیجه مواد سوختی، بهتر تجزیه‌می‌شوند (۱٤)؛ بنابراین هرقدر VO_{2max} بیشتر باشد، آمادگی قلبی – تنفسی نیز بالاتر است و منطقی خواهدبود که در ورزش‌هایی که ماهیت استقامتی دارند، بالاتر باشد؛ از این‌رو می‌توان این گونه بیان‌کرد که با توجه به اینکه گروه تمرینی ۳، مدت زمانی بیشتر را در یک هفته برای تمرین صرف‌کرده‌اند، به‌احتمال فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده انرژی در آنها بیشتر افزایش‌یافته-

1. Mac dougall et al

Archive of SID

www.SID.ir

است که این افزایش می‌تواند به تقویت بیشتر در VO_{2max} در گروه ۳ منجرشود.

یکی از محدودیت‌های این تحقیق این بود که آزمودنی‌ها از نظر اندازه و ترکیب بدن، اندازه‌گیری‌نشدند و چنین برآوردشده‌است که ۱ درصد از امتیازها به افزایش VO_{2max} ناشی از اختلاف در وزن بدون چربی مربوط است اما ازطرفی می‌دانیم که میزان VO_{2max} به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن ذکرمی‌شود نه وزن بدون چربی بدن؛ بنابراین می‌توان از عامل بالا صرف‌نظرکرد. سایر عوامل بر VO_{2max} ویژگی جنسیت و سن آزمودنی‌ها اثرگذارند که با کنترل جنسیت و سن، اثر احتمالی مخدوش‌کننده این عوامل حذف‌می‌شود.

ضربان قلب استراحتی: رابطه مثبت، فزاینده و مستقلی میان ضربان قلب استراحتی و شیوع بیماری‌های قلبی- عروقی در زنان و مردان سالم وجوددارد (۳۳)؛ افزایش ضربان قلب با افزایش خطر مرگ به‌طور معکوس در ارتباط است، ضربان قلب استراحت یکی از عواملی است که بر طول عمر تأثیردارد (۳٤).

اغلب‌اوقات، RHR می‌تواند نشان‌دهنده وضعیت آمادگی قلبی – تنفسی باشد (۱۲). مطابق با یافته‌های این تحقیق، ضربان قلب استراحتی در گروه ۳ کاهش‌یافت و در سایر تحقیقات نیز بیان‌شد که ضربان قلب استراحتی می‌تواند پس از تمرین در افراد بی‌تحرک کم شود (۱٤). تحقیقاتی بسیار تأثیر تمرین را بر ضربان قلب استراحتی بررسی- کرده‌اند اما درخصوص تأثیر شدت‌های مختلف تمرین، تحقیقاتی بسیار اندک وجوددارند. در سه نمونه از تحقیقات هیچ تغییری مشاهده‌نشد (۷، ۱٦ و۱۸)؛ این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر متناقض‌اند؛ این عدم تشابه می‌تواند به‌احتمال به دلیل سن بالای آزمودنی‌ها باشد که در گروه‌های سالمند و میانسال بررسی‌شد؛ اما تحقیق حاضر در گروه جوان انجام‌شد؛ بنابراین تفاوت سنی زیادی میان تحقیق حاضر و تحقیق ذکرشده وجوددارد؛ همچنین ماهیت متفاوت نوع تمرین اعمال شده باشد، در دو نمونهٔ دیگر از تحقیقات انجام‌شده در این زمینه کاهش ضربان قلب استراحتی به دنبال تمرین مشاهده‌شد (۱۰ و۱۵). در یکی از تحقیقات دیگر ۳/٤ – ضربه در دقیقه (۳۵) کاهش مشاهده- شد و در دیگری، ضربان قلب از ٦۹/۷ به ٦٦/۸ در گروه تجربی رسید (۳٦)؛ این نتایج یادشده از کاهش ضربان قلب استراحتی با نتایج تحقیق حاضر همخوانی‌دارد.

در تحقیق حاضر با توجه به اینکه گروه ۱ مدت‌زمانی کمتر را برای تمرین صرف‌کرده‌است و ازطرفی، گروه ۳ مدت‌زمانی بیشتر را صرف‌کرده‌است، اختلافی معنی‌دار در میزان تغییرات ضربان قلب استراحتی در بین این دو گروه وجوددارد که این می‌تواند به دلیل فشار بیشتر ناشی از تمرین بر قلب باشد که گروه ۳ واردکرده‌است، زیرا هرچه تمرین‌ها طولانی‌تر بوده، در یک دوره تمرینی طولانی‌تر انجام‌شوند، کاهش ضربان قلب استراحتی متعاقب تمرین‌های ورزشی، معنی‌دارتر و بیشتر می‌شود. ساختارهای دقیق این کاهش به‌طورکامل شناخته‌نشده- اند؛ بااین‌وجود به‌نظرمی‌رسد تمرین استقامتی سبب- می‌شود تا گره سینوسی قلب بیشتر تحت تأثیر استیل کولین، هورمون پاراسمپاتیکی با اثر کاهندگی روی ضربان قلب قرارگیرد؛ این اثر به‌احتمال، 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 توجیه‌می‌کند؛ ازطرفی، تمرین استقامتی عضله قلب را قوی‌می‌کند که با هر انقباض به تولید ضربه‌ای قوی‌تر قادر شود و حجم ضربه‌ای بیشتری را در هر ضربه اعمال‌کند تا با کمترشدن ضربان، خون بیشتری به عضلات فعال برسد. ضربان قلب استراحتی، از این نظر اهمیت‌دارد که راهنمایی مناسبی برای آگاهی از وضعیت ورزشکار و حالت تمرین او است (۳۷).

با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهادمی‌شود برای افزایش استقامت قلبی ریوی و کاهش ضربان قلب استراحت به‌جای تمرین‌های شدید با حجم کم از تمرین‌های بلندمدت با شدت پایین استفاده‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1. A°Strand 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 VO2max 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 V˙ O2max. 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 0f 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. Diabetolgia. 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 VO2max 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.

Archive of SID

www.SID.ir

29. Nathan TJ, Jennifer AM, Coleen MD, Witkowski S, Hagberg JM .Endurance exercise training effects on body fatness, $\dot{V}O_2max$, 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((HIIT(On Cardiovascular Function and muscular Force. Med Sci Sport Exercise.2010;42:138-39.

31. Fox EL, Bartels ER, etal. 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, etal. 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.

Archive of SID

www.SID.ir

Daneshvar

Medicine

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

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

Mandana Gholami[1], Leila Sabbaghian Rad [2], Hosein Abed Natanzi [3]
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±1/87 years, weight 71±1/95 kg and height 175±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

www.SID.ir