

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده‌ی علوم تربیتی و روانشناسی

گروه آموزشی تربیت بدنی و علوم ورزشی

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی گرایش فیزیولوژی ورزشی

عنوان:

بررسی تأثیر هشت هفته فعالیت بدنی با شدت تمرینی بین آستانه هوازی و آستانه بی

هوازی بر متغیرهای قلبی- تنفسی مردان جوان غیر فعال

استاد راهنما:

دکتر لطفعلی بلبلی

استاد مشاور:

دکتر معرفت سیاه کوهیان

پژوهشگر:

مهران سکاکی

شهریور ۹۲

تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقرّرات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب مهران سکاکی دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی گرایش فیزیولوژی ورزشی دانشکده‌ی علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۰۱۱۱۷۳۱۰۶ که در تاریخ ۹۲/۶/۱۲ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان بررسی تأثیر هشت هفته فعالیت بدنی با شدت تمرینی بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی بر متغیرهای قلبی- تنفسی مردان جوان غیرفعال دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

- این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
- مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.
- این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.
- در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مأخذ ذکر نموده‌ام.
- چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
- در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
- چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو:

امضا

تاریخ

عنوان پایان نامه: بررسی تأثیر هشت هفته فعالیت بدنی با شدت تمرینی بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی بر متغیرهای قلبی- تنفسی مردان جوان غیرفعال	
استاد راهنما: دکتر لطفعلی بلبل استاد مشاور: دکتر معرفت سیاه‌کوهیان	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: تربیت بدنی و علوم ورزشی
گرایش: فیزیولوژی ورزشی	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: علوم تربیتی و روان‌شناسی	تاریخ دفاع: ۱۳۹۲/۰۶/۱۳
	تعداد صفحه: ۷۱
چکیده:	
<p>تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرین ورزشی در محدوده بین آستانه‌ی هوازی و آستانه بی‌هوازی بر متغیرهای قلبی- تنفسی مردان جوان غیرفعال انجام شد. روش تحقیق: بدین منظور ۲۰ مرد غیرفعال با میانگین سنی $20/44 \pm 1/01$ سال، قد $179/67 \pm 5/97$ سانتی‌متر و توده بدن $70/75 \pm 3/83$ کیلوگرم به طور تصادفی در دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. تمرینات به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه اجرا شد. آزمودنی‌ها در سه مرحله (پیش‌آزمون، میان‌آزمون و پس‌آزمون) آزمون فزاینده نوارگردان را برای تعیین شاخص‌های قلبی-تنفسی اجرا کردند. داده‌ها با روش اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری ($P < 0/05$) تجزیه و تحلیل شدند. نتایج: تغییرات معنی‌داری در VO_{2max}، HR_{max}، P_{ETCO_2}، P_{ETO_2} متعاقب تمرین ذکر شده وجود نداشت. اما vVO_{2max}، RER به گونه‌ای معنی‌دار افزایش یافت ($P < 0/05$). به‌علاوه، کاهش معنی‌داری در ضربان قلب و فشار خون سیستول و دیاستول در گروه تمرینی وجود داشت ($P < 0/05$). همچنین تفاوت‌هایی در متغیرهای اندازه‌گیری شده بین گروه تمرینی و کنترل وجود داشت اما معنی‌دار نبود. نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که، تمرین ورزشی فاکتورهای قلبی- تنفسی مورد نظر را بهبود می‌بخشد، اما تمرین با شدتی بالاتر نسبت به شدت ۷۵٪ در بهبود متغیرهای قلبی - تنفسی مردان تمرین نکرده مؤثرتر است.</p>	
کلیدواژه‌ها: تمرین ورزشی، آستانه‌ی هوازی، آستانه بی‌هوازی، متغیرهای قلبی- تنفسی، VO_{2max}	

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
---------------------	------

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- بیان مسئله	۳
۱-۳- فرضیات	۸
۱-۴- تعریف عملیاتی واژه ها و اصطلاحات	۹
۱-۴-۱- آستانه ی تهویه ای (VT)	۹
۱-۴-۲- توان هوازی بیشینه (VO2max)	۹
۱-۴-۳- نسبت تبادل تنفسی (RER)	۹
۱-۴-۴- آستانه هوازی (LTP1)	۹
۱-۴-۵- آستانه بی هوازی (LTP2)	۱۱
۱-۴-۶- توده بدون چربی	۱۱
۱-۴-۷- نبض اکسیژن (O2-puls)	۱۱
۱-۴-۸- مدل Dmax	۱۲
۱-۵- اهداف تحقیق	۱۲
۱-۵-۱- هدف کلی	۱۲
۱-۵-۲- اهداف ویژه	۱۲
۱-۶- ضرورت و اهمیت تحقیق	۱۳
۱-۷- محدودیت های تحقیق	۱۵
۱-۷-۱- محدودیت های قابل کنترل	۱۵
۱-۷-۲- محدودیت های غیر قابل کنترل	۱۵

فصل دوم: مبانی نظری پژوهش

۱۷	۱-۲- مقدمه
۱۷	۲-۲- مفهوم آستانه بی هوازی
۱۸	۳-۲- آستانه بی هوازی و تمرین
۱۹	۴-۲- تمرین هوازی
۲۰	۵-۲- تمرین بی هوازی
۲۱	۶-۲- مفهوم LTP_2 ، LTP_1 ، MLSS، RER
۲۲	۷-۲- پیشینه تحقیق

فصل سوم: روش‌شناسی تحقیق

۳۰	۱-۳- مقدمه
۳۰	۲-۳- روش تحقیق
۳۰	۳-۳- طرح تحقیق
۳۰	۴-۳- جامعه آماری
۳۱	۵-۳- نمونه و روش نمونه‌گیری
۳۱	۶-۳- متغیرهای تحقیق
۳۱	۱-۶-۳- متغیرهای مستقل
۳۱	۲-۶-۳- متغیرهای وابسته
۳۲	۷-۳- روش‌های جمع‌آوری اطلاعات
۳۳	۱-۷-۳- اندازه‌گیری قد و وزن
۳۳	۲-۷-۳- اندازه‌گیری ترکیب بدنی
۳۵	۳-۷-۳- روش اندازه‌گیری متغیرهای قلبی-تنفسی

۳۵	۳-۷-۴- روش برآورد توان هوازی بیشینه (VO2max)
۳۵	۳-۷-۵- روش تعیین آستانه تهویه ای (VT)
۳۶	۳-۷-۶- روش تعیین آستانه بی هوازی (AT)
۳۶	۳-۷-۷- روش های غیر تهاجمی تعیین آستانه بی هوازی
۳۶	۳-۷-۷-۱- روش RER
۳۶	۳-۷-۷-۲- روش نقطه شکست ضربان قلب (Dmax)
۳۷	۳-۷-۸- روش اجرای پروتکل وابسته به فرد
۳۸	۳-۷-۹- روش های آماری

فصل چهارم: نتایج و یافته‌های تحقیق

۴۰	۴-۱- مقدمه
۴۰	۴-۲- یافته‌های توصیفی تحقیق
۴۱	۴-۳- یافته‌های استنباطی
۴۱	۴-۳-۲- آزمون فرضیه اول
۴۳	۴-۴-۱- آزمون فرضیه دوم
۴۵	۴-۵-۱- آزمون فرضیه سوم
۴۷	۴-۶-۱- آزمون فرضیه چهارم
۴۹	۴-۶-۱- آزمون فرضیه پنجم
۵۰	۴-۷-۱- آزمون فرضیه ششم
۵۲	۴-۸-۱- آزمون فرضیه هفتم
۵۴	۴-۹-۱- آزمون فرضیه هشتم
۵۶	۴-۱۰-۱- آزمون فرضیه نهم
۵۸	۴-۱۱-۱- آزمون فرضیه دهم

فصل پنجم: نتیجه گیری و بحث

۶۳	۱-۵- مقدمه
۶۳	۲-۵- بحث
۶۳	۱-۲-۵- شاخص های قلبی- تنفسی
۶۶	۳-۵- نتیجه گیری
۶۶	۴-۵- پیشنهادات
۶۶	۱-۴-۵- پیشنهادات کاربردی
۶۶	۲-۴-۵- پیشنهاداتی برای تحقیقات آینده
۶۷	منابع

فهرست جدول ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۲. شدت تمرینات هوازی	۲۰
جدول ۴-۱. میانگین و انحراف استاندارد شاخص های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی گروه تجربی	۴۱
جدول ۴-۲. میانگین و انحراف استاندارد شاخص های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی گروه کنترل	۴۱
جدول ۴-۳. نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر برای vVO_{2max} در گروه تمرینی	۴۲
جدول ۴-۴. نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر برای vVO_{2max} در گروه کنترل	۴۲
جدول ۴-۵. تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر بر روی vVO_{2max} بین دو گروه	۴۳
جدول ۴-۶. نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر برای VO_{2max} در گروه تجربی	۴۴
جدول ۴-۷. نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر برای VO_{2max} در گروه کنترل	۴۴
جدول ۴-۸. تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر بر روی VO_{2max} بین دو گروه	۴۴
جدول ۴-۹. نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر برای $P_{ET}O_2$ در گروه	۴۵

- جدول ۴-۱۰. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای $P_{ET}O_2$ در گروه کنترل ۴۶
- جدول ۴-۱۱. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی $P_{ET}O_2$ بین دو گروه ۴۷
- جدول ۴-۱۲. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای $P_{ET}CO_2$ در گروه تجربی ۴۷
- جدول ۴-۱۳. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای $P_{ET}CO_2$ در گروه کنترل ۴۸
- جدول ۴-۱۴. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی $P_{ET}CO_2$ بین دو گروه ۴۸
- جدول ۴-۱۵. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای HRmax در گروه تجربی ۴۹
- جدول ۴-۱۶. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای HRmax در گروه کنترل ۴۹
- جدول ۴-۱۷. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی HRmax بین دو گروه ۵۰
- جدول ۴-۱۸. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای O_2 -Pulse در گروه تجربی ۵۱
- جدول ۴-۱۹. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای O_2 -Pulse در گروه کنترل ۵۱
- جدول ۴-۲۰. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی O_2 -Pulse بین دو گروه ۵۱
- جدول ۴-۲۱. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای نسبت تبادل تنفسی در گروه تمرینی تجربی ۵۲
- جدول ۴-۲۲. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای نسبت تبادل تنفسی در گروه تمرینی کنترل ۵۳
- جدول ۴-۲۳. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی نسبت تبادل تنفسی بین دو گروه ۵۳
- جدول ۴-۲۴. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای ضربان قلب استراحت در گروه تجربی ۵۴
- جدول ۴-۲۵. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای ضربان قلب استراحت در گروه کنترل ۵۵
- جدول ۴-۲۶. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی ضربان قلب استراحت بین دو گروه ۵۵
- جدول ۴-۲۷. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر فشار خون سیستولی در گروه تجربی ۵۶
- جدول ۴-۲۸. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای فشار خون سیستولی در گروه کنترل ۵۷
- جدول ۴-۲۹. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی فشار خون سیستولی بین دو گروه ۵۷
- جدول ۴-۳۰. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر فشار خون دیاستولی در گروه تجربی ۵۸

جدول ۴-۳۱. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای فشار خون دیاستولی در گروه تجربی ۵۹

جدول ۴-۳۲. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی فشار خون دیاستولی بین دو گروه ۵۹

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۲. افزایش منحنی خطی لاکتات خون در ارتباط با بار کار ۲۲	۲۲
شکل ۲-۲. تعیین آستانه بی‌هوازی به روش RER ۲۲	۲۲
شکل ۲-۳. نتایج پیش‌تست و پس‌تست ۳ گروه در دوی ۳۰۰۰ متر ۲۴	۲۴
شکل ۱-۳. دستگاه قد و وزن سنج Seca ۳۳	۳۳
شکل ۲-۳. دستگاه چربی سنج مدل Lange ۳۴	۳۴
شکل ۳-۳. فشار سنج دیجیتالی ۳۵	۳۵
شکل ۴-۳. اجرای پروتکل وابسته به فرد ۳۵	۳۵
شکل ۱-۴. تغییرات میزان $\dot{V}O_{2max}$ گروه تمرینی و کنترل در سه مرحله ۴۳	۴۳
شکل ۲-۴. تغییرات میزان VO_{2max} گروه تمرینی و کنترل در سه مرحله ۴۵	۴۵
شکل ۳-۴. تغییرات میزان $P_{ET}O_2$ گروه تمرینی و کنترل در سه مرحله ۴۷	۴۷
شکل ۴-۴. تغییرات میزان $P_{ET}CO_2$ گروه تمرینی و کنترل در سه مرحله ۴۸	۴۸
شکل ۵-۴. تغییرات میزان HRmax گروه تمرینی و کنترل در سه مرحله ۵۰	۵۰
شکل ۶-۴. تغییرات میزان O_2 -Pulse گروه تمرینی و کنترل در سه مرحله ۵۲	۵۲
شکل ۷-۴. تغییرات میزان نسبت تبادل تنفسی گروه تجربی و کنترل در سه مرحله ۵۴	۵۴
شکل ۸-۴. تغییرات میزان ضربان قلب استراحت گروه تجربی و کنترل در سه مرحله ۵۶	۵۶
شکل ۹-۴. تغییرات میزان فشار خون سیستولی گروه تجربی و کنترل در سه مرحله ۵۸	۵۸
شکل ۱۰-۴. تغییرات میزان فشار خون دیاستولی گروه تجربی و کنترل در سه مرحله ۶۰	۶۰

فصل اول

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

بحث اجرای انسان موجب علاقمندی بخش وسیعی از مردم شده است. علاوه بر ورزشکار، رشد آگاهی علمی در بین مربیان و محققان، تعقیب رکوردهای ورزشی توسط مردم و جمع آوری دقیق اطلاعات توسط تشکیلات ورزشی گوناگون و همچنین نگهداری مناسب آن‌ها توسط رسانه‌های گروهی، مهم‌ترین شواهد برای این مدعاست (آکادمی تربیت بدنی آمریکا^۱، ۱۹۸۴). فعالیت ورزشی به هر منظور که باشد، مستلزم توجه به سه اصل مدت، شدت و حجم است و نیز نوع فعالیت که در برخی متون بدان اشاره شده است (گائنی و همکاران، ۱۳۸۱). انواع مختلف تمرینات باعث بهبود اجرا و بهبود متغیرهای فیزیولوژیک وابسته می‌شود به نظر می‌رسد که این بهبود وابسته به نوع، مدت و فرکانس تمرین متغیر است البته نوع و مدت دوره ریکاوری بین وهله تمرین نیز مهم است (اسفرجانی و همکاران^۲، ۲۰۰۶). مطالعات نشان داده‌اند که شدت تمرین مهم‌ترین پارامتر تمرینی مؤثر بر آمادگی قلبی تنفسی است (موجیکا^۳، ۱۹۹۸). آستانه بی‌هوازی یا آستانه لاکتات به عنوان شدتی از تمرین تعریف شده است که با اسیدوز سوخت و سازی و نیز با تغییرات تبادل گازها در ریه‌ها مرتبط است (واسرمن و همکاران^۴، ۱۹۷۳). همچنین شدتی از کار یا میزان اکسیژن مصرفی (VO_2) می‌باشد که با شروع اسیدوز سوخت و سازی تعیین شده و با تغییرات در تبادل گازهای تنفسی همراه است (راجرز و همکاران^۵، ۱۹۹۵). به طور کلی مدت فعالیت ورزشی با شدت آن ارتباط تنگاتنگی دارد از این رو در تلفیق این دو برای دستیابی به سازگاری‌های بیولوژیکی مورد نظر می‌توان از سه منطقه تمرینی استفاده کرد، منطقه اول مدت زیاد و شدت کم منطقه دوم شدت و مدت متوسط که در این منطقه تولید و دفع لاکتات در حالت تعادل قرار دارد و منطقه سوم

1 - American academy of physical education papers.

2 - Esfarjani et al.

3 - Mujika et al.

4 - Wasserman et al.

5 - Rogers et al.

که مدت‌ش کوتاه اما شدت آن بالاتر از آستانه لاکتات است، این شدت موجب تجمع لاکتات می‌شود. در تحقیقی اینگام و همکاران^۱ (۲۰۰۸) نشان دادند که هر دو برنامه تمرینی با شدت پایین و تمرین ترکیبی با شدت بالا و پایین باعث بهبود عملکرد و VO_{2peak} (اکسیژن مصرفی اوج) به یک اندازه مشابه می‌شوند، در حالی که تمرین با شدت پایین واکنش لاکتات خون را نسبت به تمرین ترکیبی بیشتر کاهش می‌شود. آستانه بی‌هوازی یا آغاز انباشت لاکتات خون سرعتی از اکسیژن مصرفی یا میزان کاری می‌باشد که با انباشت لاکتات خونی معادل ۴ میلی گرم بر دسی لیتر همراه است. تعیین آستانه بی‌هوازی برای برنامه ریزی دقیق شدت تمرینات، همواره یکی از مباحث مهم و مورد توجه پژوهشگران و متخصصان علوم ورزشی بوده است، زیرا یکی از بحث‌انگیزترین و مهم‌ترین مباحث در حوزه علم ورزش، برآورد آستانه بی‌هوازی با استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیکی کمی است (گائینی و همکاران، ۱۳۸۱). همچنین مطالعات به طور مکرر، همبستگی بالایی را بین عملکرد در ورزش‌های استقامتی همچون دویدن و دوچرخه سواری را با حداکثر بار کار یکنواخت در آستانه لاکتات یافته‌اند (مک آردل و کچ^۲، ۱۹۹۶). اگر چه عوامل فیزیولوژیکی دقیق آستانه لاکتات هنوز حل نشده است، اما مکانیسم‌های کلیدی مانند کاهش دفع لاکتات، افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی تند انقباض، عدم تعادل بین گلیکولیز و تنفس میتوکندریایی و ایسکمی (کاهش جریان خون) یا هیپوکسی (کاهش حجم اکسیژن در خون) در آن دخالت دارند (رابرتس و روبرگز^۳، ۱۹۹۷). به هر حال، بیشتر محققان اخیراً گزارش کرده‌اند که آستانه لاکتات مناسب‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌ی اجرا در ورزش‌های استقامتی است.

۱-۲- بیان مسئله

آستانه بی‌هوازی، به عنوان شدت کار یا میزان اکسیژن مصرفی (VO_2) تعریف شده است که با اسیدوز سوخت و سازی شروع شده و با تغییرات در تبادل گازهای تنفسی مرتبط است. تعیین آستانه بی‌هوازی برای برنامه ریزی دقیق شدت تمرینات، یکی از موضوعات مهم و مورد توجه پژوهشگران بوده است (سیاه-

1 -Ingham et al.

2 - McArdle et al.

3 -Robergs et al.

کوهیان و همکاران، ۱۳۸۲). به نظر می‌رسد که در بین چهار عامل برنامه تمرینی (نوع تمرین، تعداد جلسات تمرین، مدت تمرین و شدت تمرین) شدت تمرین مهمترین عامل در یک برنامه تمرینی است. شدت تمرین را می‌توان به طور کلی بر اساس ضربان قلب تمرین (THR)، معادل سوخت و سازی (MET) یا میزان درک فشار (RPE) مشخص کرد (جک ال و کاستیل، ۱۳۸۵).

مناطق شدت فعالیت را می‌توان پایه‌گذاری کرد از تجمع لاکتات خون در یک فعالیت فزاینده (کیندرمن و سیمون^۱، ۱۹۷۹) در این راستا شدت‌های کمتر از آستانه‌ی لاکتات می‌تواند طبقه بندی شود به عنوان منطقه یک، بین آستانه‌ی لاکتات و LTP^۲ منطقه دو و بالاتر از LTP (نقطه شکست لاکتات) منطقه سه (اسکینر و مکلیلان^۳، ۱۹۸۰) در منطقه اول لاکتات خون نزدیک به سطح استراحت باقی خواهد ماند اما در ادامه با افزایش فعالیت، لاکتات نیز افزایش می‌یابد و تولید و برداشت آن در منطقه دو متعادل می‌باشد و در ادامه تولید در منطقه سه به شدت بر برداشت برتری می‌یابد. به هر حال زمان تمرینی در هر کدام از این سه منطقه‌ی شدت تمرینی برای سازگاری فیزیولوژیک بهینه و جلوگیری از افزایش بیش از حد بار استرسی به خاطر فعالیت بیش از حد هنوز نیازمند ارزیابی‌های بیشتر است. مطالعات کمی در این باره بر روی قهرمانان ارزیابی کرده زمان فعالیت در این مناطق را (سیلر و جرلند^۴، ۲۰۰۶). مطالعات انجام شده نشان دادند که در افراد حرفه‌ای زمان گذرانده شده در این سه منطقه بدین ترتیب است. ناحیه‌ی یک ۸۰٪، ناحیه‌ی دو ۱۵٪ و ناحیه‌ی سه ۵٪ که این زمان به گفته‌ی استیون-لانا^۵ (۲۰۰۵) برای افراد نیمه حرفه‌ای به ترتیب ۷۱٪، ۲۱٪ و ۸٪ است.

هنگام فعالیت ورزشی، نقطه انتقال از متابولیسم هوازی به بی‌هوازی، که به عنوان آستانه لاکتات (LT) شناخته می‌شود، تغییرات برجسته انباشتگی لاکتات خون با افزایش بار کار را نشان می‌دهد. LT به عنوان شاخصی برای ارزیابی آمادگی هوازی (اینگام و همکاران^۶، ۲۰۰۸) و تجویز شدت ورزشی مناسب

1 - Kindermann et al.
2 - Lactate Turnpoint
3 - Skinner & McLellan
4 - Seiler & Kjerland
5 - Esteve-Lanao
6 - Ingham et al.

(بروگمستر و همکاران^۱، ۲۰۰۵) به کار می‌رود. برای تعیین آستانه لاکتات روش‌های متعددی وجود دارد اما به طور کلی شامل روش‌های تهاجمی و غیر تهاجمی می‌باشد، توافق همگانی درباره‌ی این موضوع که کدام یک از این روش‌ها بهتر است، وجود ندارد. دقیق‌ترین روش‌ها در تعیین آستانه‌ی بی‌هوازی، روش‌های تهاجمی است که مستلزم گرفتن نمونه‌های خونی متعدد است. از سویی، روش‌های غیر تهاجمی مختلفی برای برآورد آستانه‌ی بی‌هوازی وجود دارد که این روش‌ها بر ارتباط بین ضربان قلب - بار کار و تعیین نقطه شکست ضربان قلب (HRDP)^۲ (چمورا و همکاران^۳، ۲۰۱۰؛ راجرز و همکاران^۴، ۱۹۹۵) یا تغییر در پارامترهای گازی و تعیین نقطه جبران تنفس استوارند (کیانی و همکاران، ۲۰۰۹).

افزایش غلظت لاکتات خون در طول افزایش تدریجی شدت کار، با استفاده از مدل دو نقطه‌ای به جای مدل‌هایی که یک نقطه شکست دارند، بهتر توصیف می‌گردد. تعداد زیادی از مطالعات، دو آستانه تهویه‌ای را در طول فعالیت ورزشی تا حد واماندگی، شناسایی کرده‌اند. از نقطه نظر فیزیولوژیکی، سه مرحله تأمین انرژی و دو نقطه شکست را می‌توان با افزایش شدت تمرین تعریف کرد. اصطلاحات زیادی برای توصیف نقطه شکست اول و دوم، در مطالعات مختلف بکار رفته است، اما طبق نظر اسکینر و مکلیلان، اولین آستانه، «آستانه هوازی LT_1^5 » و دومین آستانه، «آستانه بی‌هوازی LT_2^6 » نامیده می‌شود. به هر حال، نقاط مختلفی که با استفاده از روش‌های متفاوت به عنوان آستانه لاکتات تعیین می‌شوند، موجب ارائه نتایج مختلفی می‌شوند. بعلاوه، عبارت آستانه لاکتات، که به صورت مترادف برای هر دو نقطه شکست، یعنی آستانه اول و دوم لاکتات به کار رفته است، موجب نوعی سردرگمی در مباحث مربوط به تمرینات بی‌هوازی یا تمرینات آستانه لاکتات و تعیین شدت مناسب ورزشی شده است (بیندر و همکاران^۶، ۲۰۰۸). مطالعات نشان داده‌اند که سازگاری تمرین، به فاکتورهایی مانند شدت، حجم و فرکانس تمرین و همچنین سطح آمادگی جسمانی اولیه وابسته است. علاوه بر این آستانه بی‌هوازی به

1 - Burgomaster et al.

2 - Heart rate deflection point.

3 - Chmura et al.

4 - Rogers et al.

5 - Lactate threshold.

6 - Binder et al.

عنوان وسیله‌ای برای پیش بینی عملکرد ورزشکاران استقامتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (کوئن و همکاران^۱، ۲۰۰۱).

اخیراً تعدادی از مطالعات مناطق تمرینی را بر اساس آستانه‌ی تهویه‌ای به سه منطقه مشخص کرده‌اند (سیلر و کجرلند، ۲۰۰۶؛ استیون-لانا، ۲۰۰۵). این منطقه‌های تمرینی عبارتند از: منطقه یک، تمرین با شدت پایین که زیر اولین آستانه تهویه‌ی (VT) انجام می‌شود؛ منطقه دو، تمرین با شدت متوسط در دامنه شدت بین VT و آستانه جبران تنفسی (RCT)؛ و منطقه سه، تمرین هوازی با شدت بالا که در بالاتر از RCT اجرا می‌شود (سیاه کوهیان و همکاران، ۱۳۸۲). همچنین، شواهدی وجود دارد که، برای هر دو ورزشکار نخبه و غیر نخبه، هنگامی که تمرین در ناحیه یک بیشتر از ۸۰ درصد زمان و تمرین در ناحیه‌های دو و سه کمتر از ۲۰ درصد را تشکیل دهند دستاوردهای فیزیولوژیکی و عملکردی بیشتری را بدست خواهند آورد (نیل و همکاران^۲، ۲۰۱۱).

در این راستا، پول و گیسر تأثیر تمرینات تداومی و تناوبی را بر تغییرات آستانه لاکتات و تهویه‌ای مورد مطالعه قرار دادند. آزمودنی‌ها ۱۷ مرد بی‌تمرین بودند که به طور تصادفی در سه گروه، ۵۵ دقیقه تمرین تداومی با حدود VO_{2max} ۵۵٪ (حداکثر اکسیژن مصرفی)، ۳۵ دقیقه تمرین تداومی تقریباً ۷۰٪ VO_{2max} و تمرین تناوبی ۱۰×۲ دقیقه با VO_{2max} ۱۰۵٪ با ۲ دقیقه استراحت بین هر ست قرار گرفتند. آزمودنی‌های هر سه گروه به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه در تمرین‌ها شرکت کردند. بعد از هشت هفته تمرین VO_{2max} و آستانه تهویه‌ای (VT) در هر سه گروه افزایش یافته بود. یافته‌ی آن‌ها توسط مطالعه‌ای که بامبینی و سینگ با طرحی مشابه در همان سال انجام دادند مورد تأیید قرار گرفت. محققین نشان دادند که ۸ هفته تمرین با شدت تمرینی ۹۵-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه هیچ تغییری در اکسیژن مصرفی بیشینه نداشته اما زمان مسابقه را بهبود می‌بخشد. همچنین کاهش معنی‌داری را در غلظت لاکتات پلاسما در شدت‌های ۸۵ و ۹۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه مشاهده کردند اما هیچ تفاوتی در لاکتات پلاسما در ۶۵، ۷۵ یا ۸۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه یا آستانه تهویه‌ای بعد از

1 - Coen et al.

2 - Neal et al.

افزایش شدت تمرینی مشاهده نکردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که تغییرات در لاکتات پلاسما از تغییرات در آستانه تهویه‌ای جدا است و دوندگانی که قبلاً تمرین کرده‌اند می‌توانند شدت تمرینی خود را به منظور بهبود عملکرد استقامتی از طریق کاهش لاکتات بدون تغییری در اکسیژن مصرفی بیشینه و VT افزایش دهند (ایسویدو و گلدفارب^۱، ۱۹۸۹).

هلگرود و همکارانش^۲ (۲۰۰۷) در تحقیقی که بر روی چهل مرد سالم انجام داده بودند به این نتیجه رسیدند که تمرین اینتروال هوازی با شدت بالا منجر به افزایش معنی‌داری در VO_{2max} در مقایسه با تمرین با شدت‌های تمرینی آهسته در مسافت طولانی و در آستانه لاکتات می‌شود. همچنین حجم ضربه ای (SV) به طور معنی‌داری تقریباً ۱۰ درصد بعد از تمرین اینتروال افزایش یافته بود. نتایج حاکی از آن بود که تمرین اینتروال استقامتی با شدت هوازی بالا نسبت به انجام همان کار کلی در هر دو تمرین آستانه لاکتات یا در ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به طور معنی‌داری بیشترین تأثیر را در بهبود VO_{2max} دارد. و تغییرات در VO_{2max} با تغییرات در SV در ارتباط است که نشان دهنده ارتباط بین این دو است.

محققین با هدف بررسی تأثیر دو برنامه تمرینی با شدت تمرینی پایین و تمرین مختلط با شدت پایین و بالا بر روی واکنش‌های فیزیولوژیکی و عملکردی مردان قایقران انجام دادند که به این نتیجه رسیدند هر دو برنامه تمرینی با شدت پایین و تمرین مختلط با شدت بالا و پایین باعث بهبود عملکرد و VO_{2peak} به یک اندازه مشابه می‌شوند، در حالی که تمرین با شدت پایین واکنش لاکتات خون به یک شدت تمرینی معین را نسبت به تمرین مختلط بیشتر کاهش می‌دهد. در ادامه پژوهشگران نشان دادند که هر دو برنامه تمرینی با شدت پایین و تمرین مختلط با شدت بالا و پایین باعث بهبود عملکرد و VO_{2peak} به یک اندازه مشابه می‌شوند، در حالی که تمرین با شدت پایین واکنش لاکتات خون به یک شدت تمرینی معین را نسبت به تمرین مختلط بیشتر کاهش می‌دهد (اینگام و همکاران، ۲۰۰۸).

1 - Acevedo and Goldfarb.

2 - Helgerud et al.

اخيراً در پژوهشی با عنوان تأثیر تمرین دوی سرعت تناوبی (SIT) بر جودوکاران نخبه ۲۹ جودوکار را در دو گروه دوی سرعت تناوبی و کنترل مورد بررسی قرار دادند. چربی بدن و عملکرد هوازی (VO_{2max} ، HR_{max} و ضربان قلب بعد از مسابقه) بعد از ۴ و ۸ هفته تمرین تغییر معنی‌داری نکردند. با این حال، حداکثر توان هوازی و میانگین قدرت در گروه تمرین دوی تناوبی حدود ۱۶٪ و ۱۷٪ در ۴ هفته و ۱۷٪ و ۲۲٪ بعد هشت هفته تمرین در مقایسه با مقادیر پایه افزایش معنی‌داری داشت. همچنین غلظت لاکتات خون بعد از تمرین فزاینده در گروه تمرین تناوبی در مقایسه با گروه کنترل بعد از ۱۰ تا ۱۵ دقیقه برگشت به حالت اولیه به طور معنی‌داری کاهش یافته بود. نتایج آن‌ها نشان داد که برنامه تمرین دوی تناوبی برای جودوکاران زنده می‌تواند برای افزایش توان بی‌هوازی در یک دوره کوتاه در طول تمرینات خارج از فصل مؤثر باشد (کیم و همکارانش^۱، ۲۰۱۱).

به هر حال اثرات حاصل از تمرین تحت تأثیر عوامل بسیاری قرار می‌گیرند، از جمله این عوامل شدت تمرینی می‌باشد. مطالعات صورت گرفته در زمینه شدت تمرینی در گروه‌های مختلف تا حدودی متناقض است. همچنین تا کنون تحقیقی در خصوص تأثیر شدت تمرینی در بین آستانه‌هوازی و آستانه بی‌هوازی بر متغیرهای قلبی تنفسی انجام نشده است. از این رو هدف از پژوهش حاضر پاسخ‌گویی به این سؤال است که تمرین در شدت بین آستانه‌هوازی و آستانه بی‌هوازی بر متغیرهای قلبی ریوی افراد غیر فعال چه تأثیری می‌گذارد؟

۱-۳- فرضیات

- (۱) هشت هفته تمرین با شدت تمرینی بین آستانه‌هوازی و آستانه بی‌هوازی، بر نسبت تبادل تنفسی (RER) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.
- (۲) هشت هفته تمرین با شدت تمرینی بین آستانه‌هوازی و آستانه بی‌هوازی، بر فشار سهمی اکسیژن تنفسی ($P_{ET}O_2$) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.

- ۳) هشت هفته تمرین با شدت تمرینی بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی، بر فشار سهمی دی‌اکسید کربن (P_{ETCO_2}) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.
- ۴) هشت هفته تمرین با شدت تمرینی بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی، بر حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.
- ۵) هشت هفته تمرین با شدت تمرینی بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی بر، سرعت در حداکثر جذب اکسیژن (vVO_{2max}) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.
- ۶) هشت هفته تمرین با شدت تمرینی بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی بر نبض اکسیژن (O_2 -Pulse) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.
- ۷) هشت هفته تمرین با شدت تمرینی بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی بر ضربان قلب بیشینه (HR_{max}) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.
- ۸) هشت هفته تمرین، با شدت بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی بر ضربان قلب استراحت (RHR) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.
- ۹) هشت هفته تمرین، با شدت بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی بر فشار خون سیستولی (SBP) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.
- ۱۰) هشت هفته تمرین، با شدت بین آستانه هوازی و آستانه بی‌هوازی بر فشار خون دیاستولی (DBP) پسران جوان غیر ورزشکار تأثیر دارد.

۴-۱- تعریف عملیاتی واژه‌ها و اصطلاحات

۴-۱-۱- آستانه‌ی تهویه‌ای (VT)

آستانه تهویه‌ای به عنوان شدتی از فعالیت ورزشی که بالاتر از آن به طور ناگهانی افزایش غیر خطی در تهویه دقیقه‌ای هنگام تمرینات با شدت فزاینده صورت می‌گیرد، تعریف می‌شود (بودنر و همکاران^۱،

1 - Bodner et al.

۲۰۰۰). در این تحقیق اولین آستانه تهویه‌ای (VT_1) به عنوان افزایش در معادله تهویه‌ای اکسیژن (VE/VO_2) هم زمان با شکست حالت خطی تهویه، بدون اینکه معادله تهویه‌ای دی‌اکسیدکربن (VE/VCO_2) افزایش یابد برآورد می‌شود. همچنین دومین آستانه تهویه (VT_2) به عنوان شدتی که در آن معادله تهویه‌ای دی‌اکسیدکربن (VE/VCO_2) شروع به افزایش می‌کند در نظر گرفته شد (سیلر و کجرلند، ۲۰۰۶).

۱-۴-۲- توان هوازی بیشینه (VO_{2max})

حداکثر حجم اکسیژنی که بدن در طول فعالیت بدنی شدید مصرف می‌کند تحت عنوان حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) نامیده می‌شود (گمنسکی^۱، ۲۰۰۵). منظور از توان هوازی بیشینه در این تحقیق نقطه‌ای است که در آن اکسیژن مصرفی (VO_2) در حین اجرای آزمون وابسته به فرد به حالت فلات می‌رسد و از طریق دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی تعیین شد.

۱-۴-۳- نسبت تبادل تنفسی (RER)

نسبت تبادل تنفسی (RER) نسبت بین مقدار دی‌اکسید کربن آزاد شده و اکسیژن مصرفی است (VCO_2/VO_2) (بیندر و همکاران، ۲۰۰۸). منظور از RER در این تحقیق، مقدار نسبت تبادل تنفسی است که از طریق دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی ثبت شد.

۱-۴-۴- آستانه هوازی (LTP_1)

در هنگام افزایش بار کار از شدت پایین به بالا میزان لاکتات خون تقریباً از ۲ mmol/l افزایش می‌یابد و همچنین میزان VE/VO_2 به طور نامتناسب افزایش می‌یابد که تحت عنوان آستانه هوازی یا LTP_1 تعریف می‌شود (بودنر و همکاران، ۲۰۰۰). منظور از LTP_1 در این تحقیق، افزایش معادله تهویه‌ای اکسیژن (VE/VO_2) هم زمان با شکست حالت خطی تهویه، بدون اینکه معادله تهویه‌ای دی‌اکسیدکربن (VE/VCO_2) افزایش یابد می‌باشد.