Sport and Biomotor Sciences
ورزش و علوم زیست حرکتی

تاثیر الگوی باردهی در پروتکل‌های درمانده‌ساز بر آستانه بی‌هوازی دختران جوان غیرفعال

سودابه مرتضی وند [۱]، ***معرفت سیاه کوهیان**** [۲]، ***لطفعلی بلبلی*** [۳]

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشیار دانشگاه محقق اردبیلی

۳- استادیار دانشگاه محقق اردبیلی

*** نشانی نویسنده مسئول:** اردبیل- انتهای خیابان دانشگاه - دانشگاه محقق اردبیلی- دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی- دکتر معرفت سیاه‌کوهیان

E-mail: m_siahkohian@uma.ac.ir

وصول: ۹۱/۱۱/۳ **اصلاح: ۹۱/۱۲/۱۲** **پذیرش:۹۲/۲/۱۷**

چکیده

مقدمه: آستانه بی‌هوازی بعنوان شدت کار یا میزان اکسیژن مصرفی (VO_2) تعریف شده است که با تغییرات در تبادل گازهای تنفسی به دنبال شروع اسیدوز سوخت و سازی همراه است.

هدف: پژوهش حاضر برای ارزیابی تاثیر تغییر الگوی بار دهی در دو پروتکل درمانده ساز برای تعیین آستانه بی هوازی در دختران جوان غیرفعال انجام شد.

روش‌شناسی: به همین منظور، تعداد ۱۵ نفر از دانشجویان دختر غیر فعال با میانگین و انحراف استاندارد سنی ۱/۱۲±۲۰/٤۲ سال، قد ٥/۸±۱٦۱/٦٤ سانتی‌متر، وزن ٥/٤۸±٥٤/۹۲ کیلوگرم و حداکثر اکسیژن مصرفی ۳/٤۳±۲٦/۲۳ میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه به صورت در دسترس انتخاب شدند. آستانه بی‌هوازی آزمودنی‌ها با استفاده از نقطه جبران تنفس در دو پروتکل درمانده ساز محاسبه شد.پروتکل اول با شیب ۱۰٪ و سرعت ۲/۵ کیلومتر بر ساعت آغاز و در هر سه دقیقه شیب ۲٪ و سرعت ۱ کیلومتر برساعت تا مرحله بازماندگی آزمودنی افزوده می‌شد؛ در حالی که در پروتکل دوم، آزمون با ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه آزمودنی آغاز و به مدت یک دقیقه ادامه می‌یافت. در هر دقیقه سرعت نوارگردان به میزان ۲ کیلومتر بر ساعت تا مرحله بازماندگی آزمودنی افزوده شد. در طول اجرای هر دو پروتکل، گازهای تنفسی آزمودنی‌ها توسط دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی جمع‌آوری شد. برای تحلیل داده ها از دو مدل آماری مختلف استفاده شد. برای ارزیابی همگرایی بین دو پروتکل، از مدل گرافیکی بلاند- آلتمن و روش آماری ICC و برای مقایسه آستانه بی‌هوازی برآورد شده در دو پروتکل از آزمون تی همبسته استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد گرچه تغییر نوع پروتکل در مانده ساز، با استفاده از آزمون تی همبسته تفاوت معنی داری را در آستانه بی‌هوازی برآورد شده نشان نمی‌دهد؛ با این حال، با استفاده از مدل گرافیکی بلاند- آلتمن و روش آماری ICC ، همگرایی متوسطی در دو پروتکل مشاهده شد (۲۰/۲+ تا ۲۱/۸- =CI ٪۹۵ ،۱/۹٦± ؛ ۰/٤۳۹۹ = ICC).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با توجه به همگرایی نه چندان قابل اعتماد بین آستانه بی‌هوازی برآورد شده در دو پروتکل، با افزایش مدت اجرای آزمون درمانده ساز، آستانه بی‌هوازی برآورد شده تحت تاثیر قرار می‌گیرد که با استفاده از آزمون تی همبسته قابل تشخیص نیست و از این رو، نه تنها در استفاده از این نوع پروتکل‌ها برای برآورد آستانه بی‌هوازی باید تردید نمود، بلکه باید از روش های آماری قوی تر برای تفسیر نتایج بهره جست.

واژه‌های کلیدی: *آستانه بی‌هوازی، نقطه جبران تنفس، پروتکل درمانده ساز.*

مقدمه

آستانه بی‌هوازی (LTP_2) یکی از پارامترهای ظرفیت هوازی است که نشانه انتقال از متابولیسم هوازی به بی‌هوازی است و می تواند تعیین کننده محدوده شدت فعالیت های بدنی باشد (۱،۲،۳). در حقیقت آستانه بی‌هوازی بعنوان شدت کار یا میزان اکسیژن مصرفی (VO_2) تعریف شده است که با تغییرات در تبادل گازهای تنفسی به دنبال شروع اسیدوز سوخت و سازی همراه است (٤،٥،٦). بر همین اساس تعیین آستانه‌ی بی‌هوازی یکی از مباحث مهم و مورد توجه پژوهشگران و متخصصان علوم ورزشی برای برنامه ریزی دقیق شدت تمرینات بوده است، زیرا برآورد آن با استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیکی کمی، یکی از پر اهمیت ترین و بحث برانگیزترین مباحث در حوزه علم ورزش است (۷،۸).

چگونگی تغییرات لاکتات خون، پاسخ تهویه ریوی و الگوی تغییرات گازهای تنفسی از پروتکل ورزشی تبعیت می کند (۸). دقیق‌ترین روش برای برآورد آستانه دوم، روش تهاجمی است که مستلزم گرفتن نمونه‌های خونی مکرر در حین آزمون‌های ورزشی فزاینده و تعیین مقدار لاکتات خون است. از سویی، روش‌های غیرتهاجمی مختلفی برای برآورد آستانه‌ی بی‌هوازی وجود دارد که این روش‌ها بر ارتباط بین ضربان قلب–بار کار و تعیین نقطه شکست ضربان قلب (HRDP) یا تغییر در پارامترهای گازی و تعیین نقطه جبران تنفس استوارند (۱،٤،٥،٦،۱۰،۱۱،۱۲).

در آزمون های ورزشی فزاینده، دو آستانه لاکتات قابل تشخیص می باشد که برای برآورد سطح آمادگی جسمانی و یا تجویز برنامه های تمرینی مورد استفاده قرار می گیرد. گرچه در ادبیات تحقیق واژگان زیادی برای توصیف این دو آستانه ارائه شده است، با این حال، واژه آستانه بی هوازی به طور مترادف برای هر دو آستانه بی هوازی اول (LTP_1) و دوم (LTP_2) به کار برده شده است که سرمنشاء بسیاری از اختلاف نظرها می باشد. آستانه اول را آستانه هوازی و آستانه دوم را آستانه بی هوازی می‌نامند (۹). در آزمون‌های ورزشی فزاینده، فاصله بین آستانه اول تا آستانه دوم را مرحله ایزوکپنیک بافری و فاصله بین آستانه دوم تا مرحله بازماندگی را به عنوان مرحله هیپوکپنیک بیش تهویه ای در نظر می‌گیرند (۵).

در طول یک بار کاری فزاینده، تهویه دقیقه ایی (VE) به منظور جلوگیری از کاهش PH و افزایش بیش از حد اسیدیته خون، در حد زیادی افزایش می یابد. این افزایش غیر خطی در VE نسبت به VCO_2 به عنوان نقطه جبران تنفس تعریف می‌شود که به عنوان ابزاری برای تعیین آستانه‌ی بی‌هوازی مورد استفاده قرار می گیرد (١٤). نقطه جبران تنفس در نتیجه بافرینگ یون‌های هیدروژن به وسیله بی کربنات و تولید نهایی دی اکسید کربن در آستانه بی‌هوازی اتفاق می افتد. در تحقیقات بسیاری، از تغییرات تبادل پارامترهای گازی در برآورد آستانه لاکتات استفاده شده است که نتایج این تحقیقات نشان دهنده اعتبار بالای این روش‌ها در تعیین آستانه بی هوازی است (۲،٤،۱۰،۱۲،۱٤،۱٥). از طرفی پاسخ های تهویه و الگوی تغییرات گازهای تنفسی به پروتکل ورزشی مورد استفاده وابسته است و مدت پروتکل تمرینی یکی از عوامل مهمی است که می‌تواند HRDP را تحت‌الشعاع قرار دهد. به عبارتی تغییر در ماهیت پروتکل تمرینی، موجب تغییر در پاسخ ضربان قلب شده و در نتیجه انحراف HRPC تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱).

با توجه به این که ضربان قلب در طول یک‌بار کار فزاینده به عنوان مرجع تصمیم‌گیری در برآورد آستانه بی‌هوازی موردتوجه قرار می‌گیرد، پروتکل‌های میدانی و آزمایشگاهی نسبتاً زیادی با هدف وقوع HRDP و از این رو، برآورد آستانه بی‌هوازی به روی چرخ کارسنج و نوارگردان طراحی و ارائه شده است (۸). پروتکل های ارائه شده، اساساً وابسته به زمان و یا وابسته به مسافت هستند. با توجه به ادبیات تحقیق، کلیه پروتکل های ارائه

شده مبتنی بر مراحل زمانی ثابت (افزایش بار کار در واحدهای زمانی معین) یا مسافت ثابت(افزایش بار کار در مسافت معین) هستند (۵). در این خصوص نشان داده شده است که در پروتکل‌های وابسته به زمان در مقایسه با پروتکل‌های وابسته به مسافت، احتمال وقوع HRDP بیشتر است (۵). در عین حال، در اکثر موارد، محققان با توجه به گستره و تنوع روش‌شناسی تحقیق خود، نتوانسته‌اند وقوع HRDP را مشاهده نمایند (۹). در این راستا، میکولیک و همکارانش(۱۹۹۸) گزارش کردند که گرچه صددرصد آزمودنی‌های شرکت کننده (n=۸) با استفاده از پروتکل میدانی کانکانی HRDP را از خود نشان دادند، با این حال، تنها ۵۰ درصد از آزمودنی‌ها (n=٤) با استفاده از پروتکل تریدمیل HRDP را از خود نشان دادند. بنابراین، میزان انحراف HR، بستگی زیادی به نوع پروتکل مورد استفاده دارد (٦).

اردوگان و همکارانش برای تعیین HRDP، با استفاده از پروتکل تمرینی به روی نوارگردان، سرعت های مختلف را مورد مقایسه قرار دادند. در این راستا، دوندگان جوان و تمرین کرده دو نوع پروتکل تمرینی بر روی نوارگردان را با استفاده از پروتکل استاندارد (افزایش سرعت نوارگردان به اندازه‌ی یک کیلومتر بر ساعت در دقیقه تا حالت بازماندگی) و پروتکل سریع (افزایش سرعت نوارگردان به اندازه‌ی یک کیلومتر بر ساعت در هر۳۰ ثانیه تا حالت بازماندگی) به پایان رساندند. نتایج کار این پژوهشگران حاکی از آن بود که HRDP تعیین شده در دو پروتکل، همبستگی بسیار بالایی با هم داشته (r=۰/۹۲) و شباهت زیادی به همدیگر دارد. با توجه به نتایج نتیجه‌گیری شد که هر دو پروتکل می‌تواند در HRDP مورد استفاده واقع شود (۱۱).

از طرف دیگر، بیندر و همکارانش با استفاده از چرخ کارسنج نشان دادند که اگر کار اولیه به روی چرخ کارسنج ۲۵ وات تنظیم شده و در هر دقیقه ۲۵ وات به بار کار اضافه شود تا جایی که آزمودنی‌ها نتوانند به رکاب‌زنی ادامه بدهند و به حالت درماندگی برسند، در اکثریت آزمودنی‌ها HRDP رخ نمی‌دهد و نمی‌توان HRDP را تشخیص داد.

با توجه به پیشینه تحقیق، دو نوع پروتکل فزاینده کوتاه و طولانی انتخاب شد. با توجه به مفهوم اولین آستانه بی هوازی (LTP1) که معادل ۷۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه می باشد (۵)، پروتکل کوتاه از LTP1 (۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) شروع می شود.

لذا اولاً با توجه به وابسته به زمان بودن هر دو پروتکل ، دوماً تفاوت الگوی باردهی (افزایش شیب و سرعت در پروتکل طولانی در برابر افزایش سرعت در پروتکل کوتاه) در دو پروتکل، و سوماً تغییرپذیری بالاتر ضربان قلب افراد تمرین کرده در مقایسه با افراد تمرین نکرده در طول پروتکل فزاینده، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تاثیر تغییر در الگوی بار دهی در دو پروتکل درمانده ساز برای تعیین آستانه بی هوازی در دختران جوان غیرفعال با استفاده از نقطه جبران تنفس به اجرا در آمد.

روش شناسی

آزمودنی‌ها

آزمودنی‌های تحقیق حاضر، تعداد ۱۵ نفر از دانشجویان دختر غیر فعال دانشگاه محقق اردبیلی بودند که در ترم چهارم به صورت هدف دار انتخاب شدند. آزمودنی‌ها طی مراحلی از نظر سوابق درمانی و بیماری‌ها، میزان فعالیت روزانه و وضعیت عمومی سلامتی و تندرستی، ویژگی‌های جسمانی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی، مورد ارزیابی قرار گرفته و همگن شدند. همچنین برای شرکت در اجرای پروتکل تمرینی بر روی نوارگردان، فرم رضایت نامه کتبی توسط آزمودنی‌ها تکمیل و در اختیار محققان قرار گرفت. مشخصات جسمانی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

روش کار

به منظور جمع آوری داده‌های مورد نیاز و همگن نمودن آزمودنی‌ها و رعایت معیارهای ورود و خروج از پژوهش در مرحله‌ی اول آزمودنی‌ها، فرم‌های مربوط به پرسشنامه‌ی تندرستی، پرسشنامه‌ی میزان فعالیت بدنی و فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند. با توجه به نتایج پرسشنامه های مورد استفاده، از مجموع ۱۸ نفر آزمودنی، تعداد سه نفر از آزمودنی ها به دلیل رعایت نکردن شرایط تحقیق (یک نفر سرماخوردگی و دو نفر انجام ورزش)، از تحقیق کنار گذاشته شدند. در مرحله بعد، متغیرهای بدنی مانند قد، وزن و چربی زیرپوستی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. در آخرین مرحله، پروتکل‌های درمانده ساز با فاصله زمانی ۷ روز به اجرا در آمد (۱۸). با توجه به شرایط اسکان کلیه آزمودنی ها در خوابگاه دانشجویی، شرایط تغذیه ایی و فعالیت بدنی روزانه در فاصله یک هفته ایی بین دو آزمون‌گیری، تقریباً مشابه بود. همچنین به همه آزمودنی ها توصیه شد که در طول این مدت شرایط تغذیه ایی و فعالیت بدنی روزانه خود را تغییر ندهند. پیش از اجرای پروتکل های درمانده ساز، آزمودنی ها به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه با انجام حرکات نرمشی، کششی و دوی نرم، به گرم کردن پرداختند. برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها، در یک روز جداگانه و با فاصله زمانی حداقل ٤٨ ساعت از پروتکل های درمانده ساز، پروتکل اصلاح شده بروس به اجرا در آمد (۵). آستانه بی‌هوازی آزمودنی‌ها با استفاده از نقطه جبران تنفس در هر دو پروتکل محاسبه شد. در طول اجرای هر دو پروتکل، گازهای تنفسی آزمودنی‌ها توسط دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (Ganshorn Medizin Electronic GmbH97618 Niedelaur- Germany)، جمع آوری شد.

روش اجرای پروتکل های درمانده ساز

برای اجرای پروتکل نوارگردان درمانده ساز اول (پروتکل بلند)، آزمون با شیب ۱۰٪ و سرعت ۲/۵ کیلومتر بر ساعت آغاز و در هر سه دقیقه شیب ۲٪ و سرعت ۱ کیلومتر برساعت افزوده می‌شد. افزایش فشار کار تا آنجا ادامه می‌یافت که آزمودنی قادر نبود بار کار را حفظ کند و به حالت درماندگی ارادی می‌رسید و به تشخیص محقق با توجه به ضربان قلب و همچنین نسبت تبادل تنفسی آزمودنی، پروتکل متوقف می‌شد.

پروتکل درمانده ساز دوم (پروتکل کوتاه)، با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه آزمودنی به مدت یک دقیقه آغاز و ادامه می‌یافت. با توجه به مفهوم اولین آستانه بی هوازی (LTP1) که معادل ۷۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه می باشد (۵)، پروتکل کوتاه از LTP1 (۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) شروع می شد. در هر دقیقه سرعت نوارگردان به میزان ۲ کیلومتر بر ساعت افزوده شد. افزایش فشار کار تا آنجا ادامه می‌یافت که آزمودنی قادر نبود بار کار را حفظ کند و به حالت بازماندگی ارادی می‌رسید. در مدت انجام هر دو پروتکل ضربان قلب به طور مداوم و لحظه به لحظه توسط ضربان سنج پولار ثبت می‌شد. در انتهای اجرای پروتکل ها، برنامه سرد کردن به مدت ۵ دقیقه اجرا شد.

روش تعیین نقطه جبران تنفس

برای تعیین نقطه جبران تنفس، بعد از جمع آوری گازهای تنفسی توسط دستگاه گازآنالایزر در هر یک از پروتکل های درمانده ساز، منحنی تغییرات حجم دقیقه‌ایی در برابر حجم دی اکسید کربن تولید شده مورد بررسی قرار گرفت. در این منحنی نقطه‌ایی که در آن شیب حجم دقیقه ایی در برابر حجم دی اکسید کربن تولید شده دچار انحراف می شد، به عنوان نقطه جبران تنفس مد نظر قرار گرفت (۹).

روش برآورد عوامل ترکیب بدنی

ضخامت چربی زیر پوستی آزمودنی‌ها با استفاده از چربی‌سنج هارپندن و معادله سه نقطه‌ایی جکسون–

پولاک برآورد شد (۵). برای محاسبه‌ی شاخص توده‌ی بدن آزمودنی‌ها وزن آزمودنی‌ها تقسیم بر مربع قد(متر) آنها شد و برای اندازه‌گیری قد و وزن از دستگاه قد و وزن‌سنج استاندارد (Vogel & Halke Hamburg) استفاده شد. برای محاسبه‌ی وزن بدون چربی، درصد چربی بدن در کل وزن بدن ضرب شد و وزن چربی به‌دست آمد. برای محاسبه‌ی وزن بدون چربی، وزن چربی بدن از وزن کل بدن کسر شد(۵).

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور ارزیابی همگرایی یا انطباق بین دو پروتکل درمانده ساز از مدل گرافیکی بلاند-آلتمن و روش آماری(Intraclass Correlation Coefficient) ICC استفاده شد. برای مقایسه آستانه بی‌هوازی برآورد شده در دو پروتکل درمانده ساز، از آزمون آماری تی همبسته استفاده شد. تعیین معنی داری بین متغیر ها با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۸ و در سطح P≤۰/۰۵ مورد توجه قرار گرفت.

نتایج

یافته‌های پژوهش حاضر در درجه اول حاکی از آن بود که مقادیر بیشینه به دست آمده برای متغیرهای تهویه ای همانند حجم اکسیژن، دی اکسید کربن و نسبت بین آندو در دو پروتکل کوتاه و بلند مدت تفاوت معنی داری با هم ندارند. با این حال، تهویه ریوی بیشینه و نقطه جبران تنفس در پروتکل کوتاه مدت نسبت به پروتکل بلند مدت، بالاتر بود. نتیجه قابل توجه، کوتاه بودن مرحله هیپوکپنیک بیش تهویه‌ای در پروتکل کوتاه مدت نسبت به پروتکل بلند مدت بود. این واقعیات در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج پژوهش حاضر با استفاده از آزمون تی همبسته نشان داد که تفاوت معنی داری در آستانه بی هوازی برآورد شده بین دو پروتکل طولانی و کوتاه وجود ندارد (پروتکل کوتاه مدت: ۱۰/۹۶±۴۱/۴۶ لیتر بر دقیقه در برابر پروتکل بلند مدت: ۸/۹±۴۰/۶۶ لیتر بر دقیقه؛ نمودار ۱)؛ از طرف دیگر، یافته‌ها با استفاده از روش گرافیکی بلاند- آلتمن، همگرایی متوسطی را بین آستانه بی هوازی برآورد شده در دو پروتکل نشان داد (۲۰/۲+ تا ۲۱/۸- =CI ۹۵٪ ،۱/۹۶± ؛ نمودار ۲). همچنین استفاده از روش آماری ICC که آزمون آماری با توان بالا نسبت به ضرایب همبستگی پیرسون است، موید همگرایی متوسط بین دو پروتکل در تعیین آستانه بی هوازی بود (۰/۴۳۹۹

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد مشخصات عمومی آزمودنی‌های پژوهش

متغیر	مقادیر میانگین± انحراف استاندارد
سن (سال)	۲۰/۴۲±۱/۱۲
قد (سانتی متر)	۱۶۱/۶۴±۵/۸
وزن (کیلوگرم)	۵۴/۹۲±۵/۴۸
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۱/۰۶±۱/۵
ضربان قلب استراحت (ضربه در دقیقه)	۷۰/۳۳±۱۱/۵۴

جدول ۲: مقادیر بیشینه به دست آمده برای متغیرهای تهویه ای و فیزیولوژیکی

متغیر	پروتکل طولانی	پروتکل کوتاه
حجم دی اکسید کربن (لیتر بر دقیقه)	۱/۷۸±۰/۲۵	۱/۸۸±۰/۳۲
حجم اکسیژن (میلی لیتر بر دقیقه)	۲۶/۲۳±۳/۴۳	۲۶/۸۱±۳/۷۸
نسبت تبادل تنفسی (٪)	۱/۲۵±۰/۱۳	۱/۲۹±۰/۰۶
تهویه ریوی بیشینه (لیتربر دقیقه)	۵۵/۰۶±۶/۶۲	۵۷/۶۶±۱۱/۹۶
نقطه جبران تنفس (٪)	۲۸/۰۳±۴/۷	۳۰/۳۹±۷/۶۲
هیپوکینگ بیش تهویه ای (دقیقه)	۲/۴۲±۰/۹۱	۰/۹۸±۰/۴۹
زمان کل فعالیت (دقیقه)	۱۰/۲۸±۲/۰۲	۵/۹±۱/۳۴

.(ICC=

بحث

هدف از اجرای پژوهش حاضر ارزیابی تاثیر تغییر در الگوی بار دهی در دو پروتکل درمانده ساز برای تعیین آستانه بی‌هوازی در دختران جوان غیرفعال با استفاده از نقطه جبران تنفس بود. نتایج نشان داد که تغییر در الگوی باردهی پروتکل های درمانده ساز، تغییر معنی داری را در آستانه بی هوازی ایجاد نمی کند؛ با این حال، همگرایی متوسطی بین LTP2 برآورد شده در دو پروتکل درمانده ساز مشاهده شد. به نظر می رسد آستانه بی هوازی در حد بالای حجم بار تحمل شده توسط متابولیسم هوازی به دست می آید و آستانه لاکتات در همه مسافت ها همبستگی بالاتری با عملکرد دویدن دارد تا VO_{2max} (۱۶،۱۷). تهویه ریوی متفاوت در اجرای پروتکل های متفاوت، حاکی از آن است که افزایش توان و مدت زمان اجرای هر مرحله از پروتکل ورزشی، VE را در حالت های مختلف تحت تاثیر قرار می دهد که منجر به تغییر نسبت VCO2 به VO2 می شود (۱۷).

نتایج مطالعات مختلف حاکی از تاثیر نوع پروتکل تمرینی بر آستانه بی‌هوازی برآورد شده می باشد (۲۰-۱۹). کوتاه بودن مراحل زمانی پروتکل های فزاینده، موجب تغییر پاسخ های تهویه ای و تغییرات گازهای تنفسی می شود. همسو با نتایج تحقیق حاضر، امان و همکارانش بیان کردند که نقطه جبران تنفس در آزمودنی های تمرین نکرده، موجب افزایش غیر خطی در نسبت حجم اکسیژن مصرفی به دی اکسیدکربن تولیدی (V-Slope) شده و از این طریق برون ده توانی مطلق را در پروتکل‌های فزاینده مختلف، اندکی تحت تاثیر قرار می-دهد(۱۸). به همین ترتیب، نشان داده شده است که هم در آزمودنی‌های تمرین کرده و هم در آزمودنی‌های بدون تمرین، بزرگترین عامل تغییر در آستانه تهویه ریوی، تغییر در الگوی باردهی پروتکل‌های ورزشی فزاینده می باشد .(٦)

به دنبال افزایش اسیدیته خون و افزایش ناگهانی مقادیر CO2، تهویه ریوی برای حذف CO2 اضافی، به صورت غیر خطی شروع به افزایش می کند. در این راستا، گوش و بیندر نشان دادند که تهویه ریوی متفاوت در پروتکل های مختلف، منجر به برآورد آستانه بی هوازی متفاوت در انواع پروتکل‌ها می شود (١٤، ١).

تغییرات تهویه ریوی و پاسخ های فیزیولوژیکی متفاوت در پروتکل‌های ورزشی مختلف، از جمله تغییرات نسبت VE/VCO2، به نحوه افزایش بار فعالیت، نحوه تغییر شدت در مراحل مختلف پروتکل‌ها و روش محاسبه LTP2، افزایش حرارت، و در نهایت دهیدراتاسیون وابسته است (۱۸،۲۲).

این نتایج کاربردهای روشنی برای طراحی برنامه های تمرینی با هدف بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران استقامتی که آستانه بی‌هوازی نقش مهمی را ایفا می کند، دارد. به نظر میرسد افزایش مدت زمان پروتکل فزاینده، سیستم هوازی را بیشتر درگیرنموده و از این رو، برآورد LTP2 دقیق صورت نمی‌گیرد (۲۰۱۳). در این راستا، اردوگان و همکارانش پیشنهاد کردند که در بین آزمودنی‌های مرد وزن با سطوح مختلف آمادگی بدنی و در سنین متفاوت، مدت زمان پروتکل‌های درمانده ساز باید بین ۲ تا ٤ دقیقه باشد تا LTP2 برآورد شده دقیق باشد (۱۱).

با توجه به واقعیات فیزیولوژیکی نیز می‌توان انتظار داشت که در یک فعالیت فزاینده،۲ تا ٤ دقیقه، دستگاه اسیدلاکتیک را در بالاترین حد ممکن درگیر می-سازد.

به طور کلی، نتایج حاکی از آن بود که گرچه نقطه جبران تنفس با هدف تعیین LTP2 می‌تواند به عنوان ابزار کاربردی در دختران جوان غیر فعال مفید باشد. بااین حال، بر اساس نتایج می‌توان گفت که با افزایش مدت اجرای آزمون درمانده ساز، به احتمال زیاد آستانه

بی‌هوازی برآورد شده تحت تاثیر قرار می‌گیرد. از این رو، در استفاده از این نوع پروتکل‌ها برای برآورد آستانه بی‌هوازی باید تردید نمود.

منابع

1. Asokkumar G. Anaerobic threshold: Its concept and role in endurance sport. Malaysian J Med Sci 2004; 11: 24-36.
2. Martin L, Whyte P. Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. Sport Med 2000; 21: 366-368.
3. Ribero JP, Yang J, Adams RP, Kuca B, Knutten HG. Effect of different incremental exercise protocols on the determination of lactate and ventilatory thresholds. Braz J Med Biol Res 1986; 19: 109–117.
4. Gharakhanloo R, Nikooei R, Khazani A. Determination of anaerobic threshold by controlling of SPO_2 and gas exchange parameters in active males. Harekat 1386; 34: 5-20. [in Persion].
5. Azizan Sh, Siahkouhian M, Nakhostin Roohi B. A new approach for the determination of anaerobic threshold: methodological survey on the modified Dmax method. J Hum Sports Exerc 2012; 7(2): 599-607.
6. Mikulic P, Vucetic V, Sentija D. Strong relationship between heart rate deflection point and ventilatory threshold in trained rowers. J Strength Cond Res 2011; 25: 360-366.
7. Kiani N, Siahkouhian M, Valizade A, Hashemi Majd K. Evaluation of relationship between blood serum potassium & the HRDP in Athlete male students in University of Mohaghegh Ardabili. Master Thesis in Sport Sciences. University of Mohaghegh Ardabili. 1388. [in Persion].
8. Beckers PJ, Possemiers NM, Van Craenenbroeck EM, Van Berendoncks AM, Wuyts KT, Vrints CJ. et al. Comparison of three methods to identify the anaerobic threshold during maximal exercise testing in patients with chronic heart failure. Am J Phys Med Rehab 2012; 91: 148–155.
9. Binder RK, Wonisch M, Corra U, Cohen-Solal A, Vanhees L, Saner H. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. Eur J Card Prev Rehab 2008; 15: 726-734.
10. Dekerll J, Baron B, Dupont L, Vanvelcenaher J, Pelayo P. Maximal lactate steady state , respiratory compensation threshold and critical power. Eru J Appl Physiol 2003; 89: 281-28.
11. Erdogan A, Cetin C, Karatosun H, Baydar ML. Non-invasive indices for the estimation of the anaerobic threshold of oarsmen. J Int Med Res 2010; 38: 901-15.
12. Geir S, Bjorn R, et al. Respiratory gas exchange indices for estimating the anaerobic threshold. J Sports Sci Med 2005; 4: 29-36.
13. Mayer T, Faude O, Scharhag J, Urhausen A, Kindermann W. Is Lactic acidosis a cause of exercise induced hyperventilation at the respiratory compensation point? Br J Sport Med 2004; 38: 622-625.
14. Binder R, Wonisch M, Corra U, Cohen-Solal A, et al. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. European. J Card Prev Rehab2008; 15, 6: 726-734.
15. Nikooei R, Gharakhanloo R, Bahrami Nejhad M, Ghaffari A. Validity of ventilatory compensation threshold for predicting of the critical intensity. Sports Sci Res 1387; 21: 117-129. [in Persion].
16. Hirakoba K, Mauyana A, Inaki M, Misaka K. Effect of endurance training on excessive CO_2 expiration due to lactate production in exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1992; 64, 73-77.
17. Klusiewicz A. Relationship between the anaerobic threshold and the maximal lactate steady state in male and female powers. Biol Sport 2005; 22: 2.
18. Amann M, Subudhi A, Foster C. Influence of testing protocol on ventilatory threshold and cycling performance. Med Sci Sports Exerc 2004; 36: 613– 622.
19. Ward SA. Control of the exercise hyperpnoea in humans: a modeling perspective. Respir Physiol 2000; 122:149–166.
20. Sousa JC. The 7×200m incremental intermittent protocol for anaerobic threshold assessment in swimming. A physiological and biomechanical study. Master Thesis in Sport Sciences. University of Porto. Faculty of Sport; 2011.
21. Carter H, Jones AM. Doust JH. Effect of incremental test protocol on the lactate minimum speed. Med Sci Sports Exerc 1999; 31: 837-845.
22. Shimizu M, Myers J, Buchanan N. The ventilatory threshold: method, protocol, and evaluator agreement. Am Heart J 1991; 122: 509–516.

23. Zeballos RJ, Weisman IM. Behind the scenes of cardiopulmonary exercise testing. Clin in Chest Med 1994; 15: 193-213.
24. Medelli J, Maingourd Y, Bouferrache B, Bach V, Freville M, Libert J-P. Maximal oxygen uptake and aerobic-anaerobic transition on treadmill and bicycle in triathletes. Japan J Physiol 1993; 43: 347-360.
25. Cheramie WM. Effects of aerobic and anaerobic training protocols on 4000m track cycling time trial. Master of Science. The Department of Kinesiology. Louisiana State University 2004.

The effect of loading pattern in the exhaustive protocols on anaerobic threshold of sedentary young girls

Mortezavand S, Siahkouhian M*, Bolboli L
University of Mohaghegh Ardabili

Received:21/01/2013 **Revised:** 04/03/2013 **Accepted:** 07/05/2013

*** Correspondence:**
Marefat Siahkouhian, Department of physical education, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, E-mail: m_siahlohian@uma.ac.ir

Abstract

Introduction: The anaerobic threshold was initially defined as a work intensity or level of oxygen consumption (VO2) preceding the onset of metabolic acidosis and the associated changes in gas exchange that take place.

Purpose: The aim of this study was to investigate the effects of workload pattern in the exhausting protocols on anaerobic threshold in sedentary young girls.

Materials and Method: Fifteen sedentary girls with the mean and standard deviation of age (20.42±1.12 years), height (161.64±5.8 cm), weight (54.92±5.48 kg) and VO2max (26.23±3.43 ml/kg/min) participated in our study. Anaerobic threshold computed by respiratory compensation point at two different exhausting protocols. The first protocol was initiated with the %10 slope and 2.5 km/h speed. The slope and speed were increased by %2 and 1km/h every minute up to exhaustion, respectively; While during the second protocol, subjects warmed-up for 10 -15 minutes, testing protocol initiated with %75 of MHR of the subjects, and the treadmill speed increased by 2 km/h every minute up to exhaustion. The ventilatory threshold and gas exchange responses were collected by gas analyzer system. Data were analyzed by the two statistical models. Graphical Bland-Altman as well as the intraclass correlation coefficient (ICC) methods was used to assessment of the possible agreement. Paired samples T Test was used to comparing the predicted AT in the two protocol.

Results: Although changes of the exhausting protocol types did not results in significant difference between two predicted AT by the means of the Paired Samples T Test, the Bland-Altman and the ICC methods revealed medium agreement between the two protocols (ICC=0.4399; ±1.96, 95% CI=-21.8 to +20.2).

Discussion and Conclusion: According to the doubtful agreement between two predicted AT in the two protocols, increasing of the exhaustive protocol duration affects the predicted AT which is not detectable by the means of the Paired Samples T Test. Therefore, application of the long duration protocol not only is doubtful, but also, it is strongly recommended to use the optimal statistical methods.

Key words: *Anaerobic threshold, Respiratory compensation point, Exhaustive protocol.*