المپیک
فصلنامه
سال هجدهم – شماره ۲ (پیاپی ۵۰) تابستان ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۹
تاریخ تصویب: ۸۸/۳/۱۸

تأثیر چهار هفته تمرین هوازی همراه با محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه بر توان هوازی و عملکرد قلبی- تنفسی افراد سالم*

❖ **خالد محمدزاده سلامت؛** دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران**
❖❖ **دکتر حمید رجبی؛** دانشیار دانشگاه تربیت معلم تهران
❖❖❖ **دکتر منیژه نوروزیان؛** استادیار دانشگاه تربیت معلم تهران
❖❖❖❖ **دکتر مرتضی بهرامی‌نژاد؛** مرکز سنجش آکادمی ملی المپیک

چکیده: **هدف از این تحقیق عبارت است از تعیین تأثیر چهار هفته تمرین هوازی همراه با محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه بر توان هوازی و عملکردهای قلبی- تنفسی افراد سالم. بدین منظور ۱۸ دانشجوی مرد غیر ورزشکار به طور داوطلبانه انتخاب و به دو گروه ۹ نفری (گروه تجربی ۱ و ۲) تقسیم شدند. هر دو گروه به مدت چهار هفته، سه جلسه در هفته با شدت ۷۰ تا ۸۵ درصد HRmax تمرین دوی هوازی داشتند. گروه تجربی یک تمرین هوازی همراه با بستن باند الاستیکی به دور قفسهٔ سینه و گروه تجربی دو تمرین بدون استفاده از باند انجام دادند. به منظور اندازه‌گیری توان هوازی و عملکرد ریوی از دستگاه تحلیلگر گازهای تنفسی و به منظور اندازه‌گیری زمان رسیدن به واماندگی (TTE) از آزمون با بار ثابت روی نوارگردان استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و آزمون t (مستقل و همبسته) در سطح معناداری ۰,۰۵ استفاده شد. یافته‌های آزمون t همبسته نشان داد پس از تمرین، VO_2max، VEmax و MVV در هر دو گروه تجربی، و TTE در گروه تجربی۱ افزایش معناداری یافت ($p<0,05$). همچنین، نتایج آزمون t مستقل نشان داد گروه تجربی۱ در مقایسه با گروه تجربی ۲ افزایش بیشتری در VO_2max ($p=0,001$)، VEmax ($p=0,008$) و MVV ($p=0,04$) داشت. اما تمرین روی FVC و FEV_1/FVC این آزمودنی‌ها تأثیر معناداری نداشت ($p>0,05$). به طور کلی، نتایج این تحقیق آشکار ساخت علاوه بر افزایش توان هوازی و عملکرد قلبی- تنفسی هر دو گروه پس از تمرین، استفاده از باند الاستیکی هنگام تمرین هوازی در مقایسه با تمرین هوازی به تنهایی بر متغیرهای ذکرشده تأثیر بیشتری داشت.**

واژگان کلیدی: توان هوازی، عملکرد قلبی- ریوی، محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه

* **این مقاله در اولین همایش ملی فیزیولوژی ورزش ۱۴و ۱۵ اسفند دانشگاه رازی کرمانشاه پذیرفته شده است.**

** **E. mail: kh.mohamadzadeh@gmail.com**

مقدمه

آگاهی از روش‌های مختلف تمرین، به‌ویژه در دستگاه‌های حیاتی بدن مانند قلب، و تنفس و سازگاری فیزیولوژیکی در این دستگاه‌ها، همچنین عوامل مؤثر بر این سازگاری از جمله مواردی‌اند که مربیان و ورزشکاران باید در طراحی برنامه‌های تمرینی بدان‌ها توجه داشته باشند (۲). مطالعات متعددی نشان می‌دهند میان انواع تمرینات ورزشی و اعضای دستگاه قلبی- عروقی سازگاری وجود دارد (۷). برای مثال، ثابت شده که بر اثر تمرینات استقامتی با حجم و شدت کافی در ساختار و عملکرد قلب (۶، ۱۳)، حجم و ترکیبات خون (۲۰)، و ساختار و عملکرد عروق خونی (۲۸) تغییرات سازش‌گونه‌ای پدید می‌آید. با این حال، مطالعهٔ تأثیر روش‌های جدید تمرین بر افزایش سازگاری قلبی- عروقی همچنان ادامه دارد.

در خصوص دستگاه تنفسی و سازگاری‌های حاصل از انواع تمرینات ورزشی در این دستگاه نیز مطالعات گسترده‌ای انجام شده (۱، ۸، ۲۱، ۲۳، ۲۴). اما، اخیراً تلاش‌های زیادی نیز در زمینهٔ ابداع روش‌های تمرینی ویژهٔ عضلات تنفسی صورت گرفته است. از جملهٔ این روش‌ها می‌توان به استفاده از وسایل ویژه به منظور محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه در اعمال بار اضافی بر عضلات تنفسی اشاره کرد (۱۶). هر چند روش تمرینی محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه در ابتدا به منظور ارزیابی عوامل دخیل در تنگی نفس (دیسپنی) در موقعیت‌های بالینی به کار رفت (۲۲)، مطالعات جدیدی نیز اثر به‌کارگیری روش‌های مختلف از این مداخله در بهبود عملکرد ورزشی افراد سالم را بررسی کرده‌اند (۱۵، ۲۵).

برای مثال، فست و همکارانش (۲۰۰۶) اثر محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه با باند الاستیکی در هنگام استراحت (انجام کارهای معمول روزانه) و با حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) را در افراد سالم مطالعه کردند. در این تحقیق باند الاستیکی به مدت چهار هفته و سه ساعت در روز به دور قفسهٔ سینهٔ افراد بسته شد. نتایج تحقیق نشان داد VO_2max این افراد نسبت به گروه کنترل (بدون بستن باند) افزایش معناداری دارد (۱۶).

همچنین، فارمر و همکاران (۲۰۰۶) محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه بر اثر بستن باند الاستیکی (کاهش ۱۵ درصد FVC) در افراد سالم را مطالعه کردند. آزمودنی‌های این تحقیق به مدت چهار هفته و سه جلسه در هفته تمرین روی چرخ کارسنج و نوارگردان (به‌طور تصادفی) را با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد VO_2max انجام دادند. آزمودنی‌ها در هنگام تمرین باند مذکور را به‌دور قفسهٔ سینهٔ خود می‌بستند. پهنای باند از زیر بغل تا آخرین دنده بود. نتایج تحقیق نشان داد این مداخله باعث بهبود توان هوازی این افراد می‌شود، اما بر **FEV_1**[1]، **$FEF_{25-75\%}$**، **PEF**[2] و **FVC**[3] تأثیر معنادار ندارد (۱۵).

علاوه بر این، مطالعات مختلفی نیز تأثیر تمرین ویژهٔ عضلات تنفسی (با استفاده از دستگاه ایجادکنندهٔ مقاومت در برابر جریان تنفسی) بر عملکرد عضلات تنفسی و اثر آن بر اکسیژن‌رسانی طی فعالیت ورزشی را مطالعه کرده‌اند (۱۱، ۲۸). برای مثال، در یکی از اولین مطالعات انجام گرفته در این زمینه، ویلیامز و همکارانش (۲۰۰۲) نشان دادند تمرین عضلات تنفسی با دستگاه، به مدت چهار هفته و سه جلسه در هفته و با شدت ۵۰درصد

1. Forced expiratory volume in one second
2. Peak expiratory flow
3. Forced vital capacity

فشار دمی حداکثر بر VO_2max، ضربان قلب (HR)، و تهویهٔ دقیقه‌ای ورزشکاران تأثیری ندارد (۲۹).

همچنین، ادواردز و همکارانش (۲۰۰۴) نشان دادند تمرین عضلات تنفسی (با همین دستگاه) در **پویایی اکسیژن مصرفی**[1] و حداکثر اکسیژن مصرفی تغییر معناداری به‌وجود نمی‌آورد، اما بر زمان رسیدن به واماندگی آزمودنی‌ها تأثیر مثبتی دارد (۱۲).

اینرایت و دیگران (۲۰۰۵) نیز تأثیر هشت هفته تمرین عضلات دمی را با دستگاه ایجادکنندهٔ مقاومت در برابر عمل دم، با شدت ۸۰ درصد حداکثر تلاش افراد سالم را بر حجم‌های ریوی، ضخامت دیافراگم، و ظرفیت فعالیت ورزشی این افراد مطالعه کردند. نتایج تحقیق نشان داد **فشار دمی حداکثر**[2] (PImax) ضخامت دیافراگم، **ظرفیت حیاتی**[3] (VC)، **ظرفیت تام ریه**[4] (TLC)، و ظرفیت فعالیت ورزشی گروه تجربی به طور معناداری نسبت به گروه کنترل افزایش نشان داد (۱۴).

به هر حال، محققان دربارهٔ آثار این نوع تمرینات توافق نظر ندارند. دربارهٔ محدود کردن حرکت قفسهٔ سینهٔ افراد سالم مطالعات اندکی انجام شده و بیشتر مطالعات دربارهٔ بیماران ریوی بوده است (۱۲). همچنین، اکثر مطالعات قبلی، تمرین عضلات تنفسی را در موقع استراحت و به صورت مجزا از تمرین کل بدن انجام داده‌اند. همچنین، از وسایلی استفاده کرده‌اند که به‌کارگیری آن‌ها در تمرینات ورزشی دشوار و تاحدودی ناممکن است. در تنها مطالعه‌ای که تمرین عضلات تنفسی (محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه) هنگام فعالیت ورزشی بررسی شده، تنها VO_2max و چند مورد از حجم ریوی (FEV_1 و FVC و...) اندازه‌گیری شده است.

فعالیت هوازی این مطالعه در آزمایشگاه و روی چرخ کارسنج انجام گرفته است که با تمرین هوازی مورد استفاده در اغلب رشته‌های ورزشی (یا موقعیت مسابقهٔ واقعی) شباهت اندکی دارد (۲۵). در نهایت، با توجه به اینکه استفاده از باند الاستیکی به منظور اعمال بار اضافی روی عضلات تنفسی احتمالاً روشی بسیار ساده، کم‌هزینه، و کاربردی در ایجاد آثار اضافی تمرینی است، در این پژوهش تأثیر تمرین ویژهٔ تنفسی با استفاده از باند الاستیکی در موقع تمرین هوازی بر توان هوازی (VO_2max)، زمان رسیدن به واماندگی (TTE)، تهویهٔ حداکثر (VEmax)، تهویهٔ ارادی حداکثر (MVV)، ظرفیت حیاتی با نیرو (FVC) و FEV_1/FVC در مقایسه با تمرین هوازی به تنهایی در افراد سالم بررسی شده است.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها

آزمودنی‌های تحقیق ۱۸ دانشجوی مرد سالم و غیرورزشکار دو دانشگاه تربیت معلم و شهید رجایی تهران در سال ۱۳۸۷ با دامنهٔ سنی ۱۹ تا ۲۷ سال بودند که با استفاده از پرسشنامهٔ محقق‌ساخته انتخاب شدند. این افراد هیچ‌گونه سابقهٔ بیماری نداشتند و برای انجام فعالیت جسمانی در سلامت کامل بودند (تعیین با پرسشنامهٔ Par-Q and you برای افراد ۱۵ تا ۶۹ سال [۱۹]). آزمودنی‌ها به‌طور داوطلبانه انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه

1. O2 Kinetic
2. Maximum inspiratory pressure
3. Vital capasity
4. Total lung capacity

تجربی ۱ و ۲ تقسیم شدند. لازم به ذکر است که انتخاب این تعداد آزمودنی با توجه به متون تحقیق صورت گرفته است (۱۵). آزمودنی‌ها دخانیات استفاده نمی‌کردند و با توجه به سکونت در خوابگاه، برنامهٔ غذایی کم و بیش یکسانی داشتند. با وجود این، از آن‌ها خواسته شد که در طول برنامهٔ تحقیق (از زمان انتخاب تا انجام پس‌آزمون) از مواد غذایی و دارویی خاصی استفاده نکنند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

روش جمع‌آوری داده‌ها

پس از انتخاب آزمودنی‌ها و اخذ رضایتنامه از آن‌ها، **مطالعهٔ مقدماتی**[1] برای دستیابی به میزان محدودیت ملاک (کاهش ۱۰ درصد FVC) باندهای الاستیکی در افراد انجام شد (۱۵). مطالعهٔ مقدماتی شامل انجام برنامهٔ تمرین نبود. پس از آن، رأس ساعت ۸ صبح دو روز مانده به شروع برنامهٔ تمرینی، ۹ نفر از آزمودنی‌ها (به‌طور داوطلبانه از هر دو گروه) در مرکز سنجش و توسعهٔ قابلیت‌های جسمانی آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک حضور یافتند. به علت طولانی بودن آزمون‌ها و محدودیت استفاده از آن مرکز به دلیل هم‌زمانی با اعزام تیم‌های ملی به المپیک پکن، آزمون برای کل افراد در یک روز انجام نشد. ابتدا قد، وزن، و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها با دستگاه BCA ساخت کشور کره اندازه‌گیری شد. سپس، توضیحاتی در مورد نحوهٔ انجام آزمون‌های مربوط به آن‌ها داده شد. قبل از اجرای آزمون‌ها از آزمودنی‌ها خواسته شد به منظور آشنایی با نحوهٔ دویدن روی نوارگردان، به مدت چند دقیقه به تمرین بر روی آن بپردازند. همچنین، نحوهٔ اجرای مانورهای تنفسی با دستگاه مربوط، برای آن‌ها توضیح داده شد و برای هر آزمودنی چند آزمون به‌صورت آزمایشی اجرا شد. پس از آشنایی آزمودنی‌ها، آزمون‌های مربوط به عمل آمد که به‌ترتیب عبارت بودند از آزمون‌های مربوط به حجم و عملکرد ریوی در حال استراحت، اجرای آزمون بیشینهٔ بروس روی نوارگردان، همراه با استفاده از دستگاه تحلیلگر گازهای تنفسی (مدل K۴B۲ شرکت Cosmed ایتالیا)؛ و پس از برگشت به حال اولیه (حداقل ۹۰ دقیقه برای هر فرد و کنترل از راه ضربان قلب و پرسش از خود فرد) اجرای آزمون زمان رسیدن به واماندگی روی نوارگردان. عملکرد ریوی نیز با دستگاه تحلیلگر گازهای تنفسی اندازه‌گیری شد. ساعت ۸ صبح روز بعد از بقیهٔ آزمودنی‌ها (۹ نفر) در آن مرکز آزمون‌های فوق به عمل آمد. بعد از یک ماه دورهٔ تمرینی نیز آزمون‌های ذکر شده تکرار شد.

جدول۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها بر اساس قد، وزن، سن، درصد چربی، و شاخص تودهٔ بدن

	سن	قد	وزن	درصد چربی	شاخص تودهٔ بدن
تجربی ۱	۲۵±۲٫۵۹	۱۷۶٫۳۳±۴٫۳۵	۷۲٫۶۴±۹٫۵۳	۱۹٫۱۰±۶٫۱۸	۲۳٫۳۵±۳٫۰۵
تجربی ۲	۲۵٫۸۸±۲٫۵۲	۱۷۳٫۸۸±۴٫۳۱	۷۰٫۵۵±۱۱٫۱۲	۲۰٫۶۰±۶٫۸۷	۲۳٫۰۲±۴٫۹۱

1. Pilot study

شکل ۱. باند الاستیکی مورد استفاده در تحقیق

برنامهٔ تمرین

هر جلسه شامل سه مرحله بود: گرم کردن، تمرین اصلی، و سرد کردن. آزمودنی‌های هر دو گروه به مدت چهار هفته و سه جلسه در هفته پروتکل تمرین را که دویدن با شدت ۷۰ تا ۸۵ درصد (۱۸) ضربان قلب حداکثر (سن−۲۲۰) آزمودنی‌ها (کنترل با ضربان‌سنج polar) بود اجرا کردند (۱۵). مدت زمان هر جلسه تمرین ۵۰ دقیقه بود (۲۰ دقیقه تمرین اصلی و ۲۰ دقیقه گرم کردن و سرد کردن). در هفتهٔ اول، تمرین با شدت ۷۰ درصد و به مدت ۳۰ دقیقه شروع شد و به مرور فشار کار افزایش یافت (۸۵ درصد و ۵۰ دقیقه در هفتهٔ آخر). گروه تجربی ۱ پروتکل تمرینی را با استفاده از بستن باند الاستیکی (باند T.S ساخت کشور تایوان) به دور قفسهٔ سینه انجام دادند (شکل ۱)، در حالی که گروه تجربی ۲ از این وسیله استفاده نکردند. پهنای باند الاستیکی مورد استفاده ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر بود و برای هر آزمودنی، با توجه به طول و پهنای قفسهٔ سینه استفاده شد. باند مورد استفاده فاصلهٔ بین زیر بغل تا آخرین دنده را پوشش می‌داد. میزان محدودیت (مقاومت) ایجاد شده حدود ۱۰ درصد FVC هر فرد بود که در یک جلسه برای هر آزمودنی تعیین گردید. با توجه به این ملاک، باندهای مخصوص هر نفر علامت‌گذاری شد. این باندها مانع باز شدن قفسهٔ سینه نمی‌شدند بلکه میزان بار اعمال شده بر فرایند دم را افزایش می‌دادند (۱۵). در طول برنامهٔ تمرینی هر هفته به‌طور تصادفی دو عدد از باندهای الاستیکی از لحاظ تغییرات احتمالی آزمایش می‌شد تا در صورت مشاهدهٔ تغییر در آن‌ها، با توجه به میزان محدودیت ملاک تعویض شوند.

حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) آزمودنی‌ها از طریق پروتکل فزایندهٔ بروس روی نوارگردان (۱۸) و با استفاده از دستگاه تحلیلگر گازهای تنفسی واقع در مرکز سنجش آکادمی ملی المپیک اندازه‌گیری شد. آزمون زمان رسیدن به واماندگی شامل یک آزمون با بار ثابت روی نوارگردان بود، بدین صورت که قبل از آزمون، آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه و با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی خود به گرم کردن می‌پرداختند. سرعت و شیب نوارگردان برای شروع این آزمون، با استفاده از شیب و سرعت حداکثری که هر یک از آزمودنی‌ها در پایان آزمون بروس به دست آوردند اعمال شد؛ یعنی، آزمودنی‌ها با سرعت و شیبی که در آخرین مرحله از آزمون بروس به‌دست می‌آوردند، آزمون TTE را انجام می‌دادند. حداکثر زمان (بر حسب ثانیه) انجام آزمون تا رسیدن به خستگی ارادی زمان رسیدن به واماندگی بود (۱۱).

برای اندازه‌گیری جریان بازدمی با نیرو (FEF) و نسبت FEV_1/FVC و تهویهٔ ارادی حداکثر (مانور۱۵ ثانیه‌ای) نیز از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی استفاده شد.

روش آماری

ابتدا برای اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌های تحقیق از آزمون KS و به منظور بررسی تجانس واریانس متغیرها، آزمون F لوین انجام شد. همچنین، به منظور توصیف داده‌ها از آمار توصیفی و به منظور تعیین اختلاف بین متغیرهای مورد مطالعه از نرم‌افزار آماری SPSS و آزمون t (مستقل و همبسته) در سطح معناداری $P \leq ۰/۰۵$ استفاده شد.

یافته‌ها

نتیجهٔ آزمون t همبسته (جدول ۲) نشان داد پس از تمرین (نسبت به قبل از آن) افزایش معناداری در $VO_۲max$، VEmax، TTE و MVV گروه تجربی ۱ به‌وجود آمد ($p<۰/۰۵$)، اما افزایش FVC و $FEV_۱/FVC$ این گروه معنادار نبود ($P>۰/۰۵$). همچنین، نتایج این آزمون در گروه تجربی ۲ در مورد $VO_۲max$، VEmax و MVV اختلاف معنادار ($P<۰/۰۵$) اما در مورد TTE، FVC و $FEV_۱/FVC$ اختلاف معناداری نشان نداد ($P>۰/۰۵$).

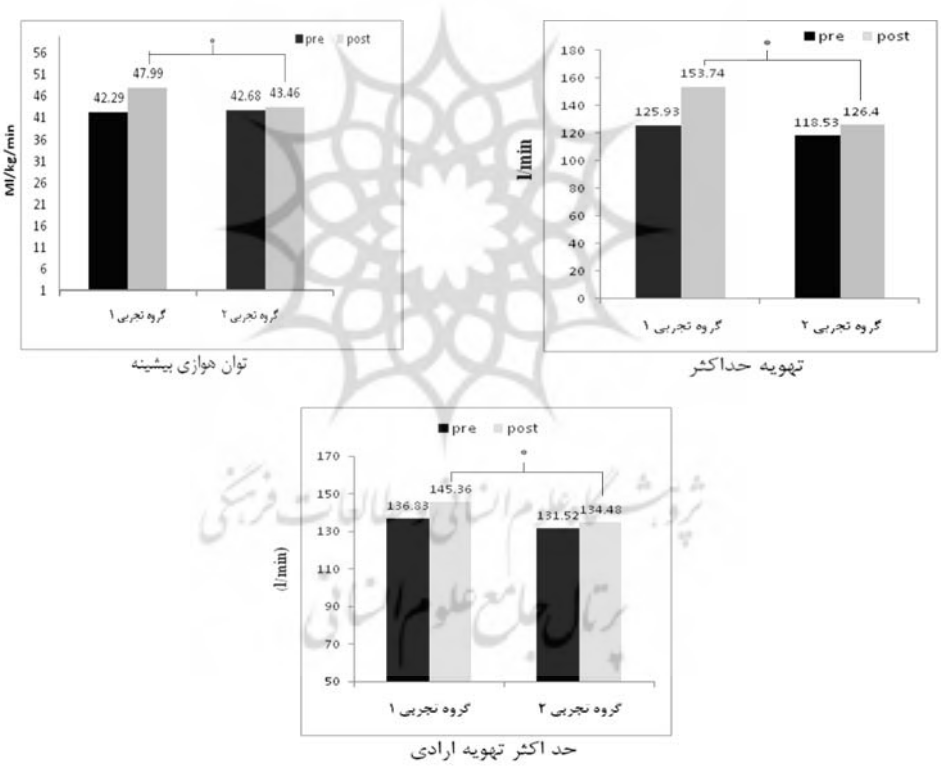
همچنین، نتیجهٔ آزمون t مستقل برای نمرات افزوده (جدول ۲) نشان داد بین $VO_۲max$، VEmax و MVV دو گروه تجربی ۱ و ۲ اختلاف معناداری وجود داشت ($P<۰/۰۵$)، اما این اختلاف در مورد FVC، $FEV_۱/FVC$ و TTE این دو گروه معنادار نبود ($P>۰/۰۵$).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول۲. تغییرات درون و برون‌گروهی در متغیرهای تحقیق

	گروه	پیش‌آزمون M ± SD	پس آزمون M ± SD	اختلاف پیش و پس‌آزمون (D)	P بر اساس D (درون گروهی)	P بر اساس D (بین گروهی)
ظرفیت حیاتی با نیرو (l)	تجربی ۱	۳٫۹۲±۰٫۵۳	۴٫۰۳±۰٫۵۳	۶٫۳۹±۴٫۵۱	۰٫۰۹	۰٫۹۳
	تجربی ۲	۳٫۹۰±۰٫۴۰	۴٫۰۰±۰٫۴۲	۰٫۱۷±۰٫۱۱	۰٫۲۱	
FEV1/FVC (٪)	تجربی ۱	۹۸٫۰۲±۲٫۳۱	۹۳٫۵۱±۶٫۳۲	۰٫۸۸±۰٫۷۲	۰٫۰۶	۰٫۰۹
	تجربی ۲	۹۶٫۱۶±۴٫۸۱	۹۵٫۴۴±۴٫۹۴	۰٫۰۶±۰٫۱۱	۰٫۴۳	
زمان رسیدن به واماندگی (s)	تجربی ۱	۳۲۷٫۴۴±۱۸۲٫۲۳	۴۵۲٫۸۸±۱۹۳٫۹	۱۹۳٫۹۰±۱۲۵٫۴۴	۰٫۰۰۱*	۰٫۱۸
	تجربی ۲	۲۶۸٫۳۳±۱۱۹٫۱۱	۳۳۲٫۵۵±۱۲۷٫۶۷	۱۲۷٫۶۷±۶۴٫۲۲	۰٫۱۲	

*: اختلاف معنادار در سطح $\alpha = ۰٫۰۵$



شکل ۱. بررسی آزمون بین گروه‌ها به‌ترتیب در توان هوازی بیشینه، تهویهٔ حداکثر و حداکثر تهویهٔ ارادی

بحث و نتیجه‌گیری

حداکثر اکسیژن مصرفی یکی از شاخص‌هایی است که با عملکرد استقامتی همبستگی بسیار بالایی دارد. بنابراین، تلاش برای بهبود این شاخص همواره بخشی از برنامه‌های تمرینی ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی را به خود اختصاص داده است (۳، ۴، ۵). در این تحقیق نیز نشان داده شد که پس از چهار هفته تمرین هوازی (به تنهایی یا به همراه باند الاستیکی) اختلاف معناداری در پیش و پس‌آزمون توان هوازی (افزایش ۱۳ و ۲ درصدی به‌ترتیب در گروه‌های تجربی ۱ و ۲)، تهویهٔ ارادی حداکثر (افزایش ۷ و ۲ درصدی به‌ترتیب در گروه‌های تجربی ۱ و ۲) و تهویهٔ حداکثر (افزایش ۲۲ و ۶ درصدی به‌ترتیب در گروه‌های تجربی ۱ و ۲) هر یک از گروه‌ها و TTE گروه تجربی ۱(افزایش ۳۸درصد) به‌وجود آمد، که با توجه به سازگاری‌های حاصل از تمرین هوازی در افراد تمرین نکرده (۱۳، ۲۸) منطقی به نظر می‌رسد.

هدف از این تحقیق عبارت بود از تعیین اثر چهار هفته تمرین هوازی همراه با محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه در مقایسه با تمرین هوازی به تنهایی، روی متغیرهای وابستهٔ تحقیق. در این زمینه، یافته‌های این تحقیق حاکی از آن بود که بستن باند الاستیکی به منظور ایجاد بار روی عضلات تنفسی باعث افزایش معنادار VO_2max گروه تجربی ۱ در مقایسه با گروه تجربی ۲ شده است.

در این‌باره تحقیق مشابه کمی انجام گرفته است، اما فست و همکارانش (۲۰۰۶) در تحقیقی نشان دادند که بستن باند الاستیکی در هنگام استراحت باعث بهبود معنادار VO_2max (در مقایسه با گروه کنترل) شده است (۱۶). بنابراین، با توجه به تأثیر روش‌های مختلف تمرین عضلات تنفسی روی قدرت و استقامت این عضلات می‌توان گفت که محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه احتمالاً موجب افزایش کارآیی و در نتیجه کاهش کار تنفسی در شدت فعالیت معینی می‌شود (۲۶). بر این اساس، ممکن است نیازهای متابولیکی عضلات تنفسی در یک بار معین فعالیت بر اثر سازگاری آن‌ها کاهش یافته باشد و این پدیده منجر به کاهش اکسیژن مصرفی و جریان خون لازم برای فعالیت این عضلات شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت احتمالاً به دلیل اعمال مقاومت کم (کاهش ۱۰ درصد FVC) و طولانی بودن زمان استفاده (تمرین هوازی) این مداخله بیشتر باعث افزایش استقامت عضلات تنفسی شده است. به همین دلیل در متغیرهای تنفسی که به قدرت عضلانی بستگی دارد (FEV_1/FVC و FVC) تغییری مشاهده نشد. بنابراین، چون یکی از مواردی که حداکثر اکسیژن مصرفی را هنگام آزمون فزاینده محدود می‌کند خستگی عضلات تنفسی است، افزایش استقامت این عضلات یکی از سازوکارهای اصلی افزایش بیشتر VO_2max در گروه تجربی۱ است.

در تأیید مطلب فوق، یافته‌های تحقیق حاکی از اختلاف معنادار VEmax گروه تجربی ۱ در مقایسه با گروه تجربی۲ بود. در مورد آثار تمرینی مشاهده شده روی تهویهٔ حداکثر، ویلیانیتیس و همکارانش (۲۰۰۱) اظهار نمودند که بهبود VEmax بر اثر تمرین عضلات تنفسی ناشی از افزایش استقامت و بهبود مقاومت این عضلات در برابر خستگی است و افزایش استقامت عضلات تنفسی خستگی عضلات تنفسی، برون‌ده حرکتی عضلات تنفسی، و درک تلاش تنفسی افراد شرکت‌کننده در تمرین عضلات تنفسی را کاهش می‌دهد (۲۷). بنابراین،

می‌توان نتیجه گرفت که کاهش خستگی عضلات تنفسی و کاهش ناتوانی تنفسی هنگام اجرای آزمون فزاینده روی نوارگردان، باعث تسهیل تهویه و تأمین اکسیژن بدن می‌شود.

همچنین، نتایج فوق را می‌توان با توجه به اثر مداخلهٔ تمرینی حاضر روی زمان رسیدن به واماندگی نیز نشان داد، زیرا نتایج تحقیق حاکی از افزایش معنادار TTE گروه تجربی۱ بود، اما در گروه تجربی۲ علی‌رغم افزایش ۲۳ درصدی، این تأثیر معنادار نبود. البته ممکن است که عوامل روانی و انگیزشی (با وجود تشویق و ایجاد انگیزه در فرد در تحقیق حاضر) در نتیجهٔ فوق اثرگذار بوده باشد، زیرا آزمون TTEبه تلاش ارادی فرد وابسته است و عوامل روانی و انگیزشی بر نتایج آزمون تأثیر دارند.

در این زمینه ادواردز و همکارانش (۲۰۰۴) دریافتند که چهار هفته تمرین عضلات دمی (IMT) باعث بهبود TTE مردان سالم شده است. آن‌ها بیان کردند که شاید بخشی از سازوکار این بهبود در زمان رسیدن به واماندگی به کاهش خستگی عضلات تنفسی و ظرفیت انجام کار بیشتر این عضلات بدون درک فشار تنفسی بالا مربوط باشد (۱۲). همچنین، با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، پس از دورهٔ تمرین اختلاف معناداری در زمان رسیدن به واماندگی هنگام مقایسهٔ گروه‌های تجربی ۱ و ۲ (علی‌رغم بیشتر بودن افزایش آن در گروه تجربی ۱) مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

همچنین، در تأیید آثار تمرینی این تحقیق، نتایج نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار MVV دو گروه تجربی ۱و۲ بود. در نتیجه، علاوه بر اثر معنادار این متغیر قبل و بعد از تمرین در هر یک از گروه‌ها، دو گروه تفاوت معنادار داشتند. در مورد تأثیر مداخلهٔ تمرینی تحقیق حاضر روی حداکثر تهویهٔ ارادی آزمودنی‌ها، باید گفت با توجه به اینکه MVV تحت تأثیر دو عامل حجم جاری و تواتر تنفسی است و فرد هنگام اجرای مانور MVV، باید به مدت ۱۵ ثانیه دم و بازدم عمیق و سریع انجام دهد، احتمال دارد افزایش استقامت و قدرت عضلات تنفسی پس از تمرین، حداکثر تهویهٔ ارادی آزمودنی‌ها را تحت تأثیر قرار داده باشد (۹، ۱۰، ۱۷).

نتایج تحقیق همچنین حاکی از عدم تأثیر معنادار مداخلهٔ تمرینی روی ظرفیت حیاتی با نیرو (FVC) و نسبت حجم بازدمی با نیرو در یک ثانیه به ظرفیت حیاتی با نیروی ($FEV_{۱}/FVC$) آزمودنی‌ها قبل و پس از تمرین بود. هنگام مقایسهٔ دو گروه پس از تمرین نیز اختلاف معناداری در متغیرهای فوق به‌دست نیامد ($P>۰/۰۵$). در این رابطه تحقیقات زیادی حاکی از عدم تغییر حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی بر اثر تمرین است. به نظر می‌رسد این شاخص‌ها در افراد مبتلا به بیماری‌های ریوی (که دارای حجم‌های کاهش یافته‌اند) تحت تأثیر تمرینات ویژهٔ عضلات تنفسی قرار می‌گیرد. به هر حال، اثر این نوع تمرینات روی حجم و ظرفیت ریوی به تحقیقات بیشتری نیاز دارد (۵، ۲۶).

علی‌رغم اینکه باندهای الاستیکی مورد استفاده در گروه تجربی ۲ در زیر لباس بسته شده بود، ولی امکان دارد آثار روانی بستن باند الاستیکی بر نتایج حاصل اثرگذار بوده باشد. به طور خلاصه به نظر می‌رسد آثار محدود کردن حرکت قفسهٔ سینه ناشی از بهبود عملکرد عضلات تنفسی کمکی، افزایش کارایی تنفسی، کاهش کار تنفس، کاهش نیازهای متابولیکی، و کاهش جریان خون مورد نیاز

عضلات تنفسی باشد. در نتیجه، یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد استفاده از باند الاستیکی به منظور افزایش میزان بار وارد بر عضلات تنفسی در هنگام تمرین هوازی باعث ایجاد سازگاری‌هایی در این عضلات می‌شود و این امر عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشد. از این روش تمرینی می‌توان برای تسریع در دستیابی به بخشی از سازگاری‌ها به تمرین هوازی به‌ویژه در افراد مبتدی استفاده کرد. درخصوص قابل استفاده بودن این روش تمرینی در افراد نخبه که ظرفیت‌های تنفسی بالا و عضلات تنفسی آماده‌ای دارند تردید وجود دارد، زیرا به‌نظر می‌رسد سازگاری‌های دستگاه تنفسی این افراد تا حدودی به سقف فیزیولوژیکی خود نزدیک می‌شود (۵). علی‌رغم آن، این امر باید مطالعه شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. اسفرجانی، فهیمه؛ نیکبخت، حجت الله؛ رجبی، حمید؛ ذولاکتاف، وحید (۱۳۸۴). «تأثیر تمرین تناوبی بر توان هوازی، VO_2max، Tmax و زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر دوندگان تمرین کرده»، المپیک، سال چهاردهم، شمارهٔ ۱ (پیاپی۳۴)، ص ۵۱-۶۳.

۲. بومپا، تئودور، اُ. (۱۳۸۵). اصول و روش‌شناسی تمرینات ورزشی ۱، ترجمهٔ معرفت سیاهکوهیان و دیگران، چاپ اول، تهران، دنیای حرکت.

۳. خالدی، ندا؛ گائینی، عباسعلی؛ کردی، محمدرضا (۱۳۸۶). «ارتباط بین سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات (vLTP) و سرعت در لحظهٔ رسیدن به VO_2max هنگام دوی فزاینده تا درماندگی در دوندگان استقامتی»، المپیک، سال پانزدهم، شمارهٔ ۳ (پیاپی ۳۹)، ص۱۱۵-۱۳۷.

۴. خالدی، ندا؛ گائینی، عباسعلی؛ کردی، محمدرضا؛ نعیمی‌کیا، ملیحه (۱۳۸۸). «ارتباط بین سرعت در نقطهٔ چرخش لاکتات و سرعت در لحظهٔ رسیدن به VO_2max هنگام دویدن با سرعت VO_2max در دوندگان استقامتی و نیمه‌استقامتی»، المپیک، سال هفدهم، شمارهٔ ۱ (پیاپی ۵)، ص۹۴-۹۶.

5. Amonette, W.E and Dupler, T.L. (2002). "The effect of respiratory muscle training on VO_{2max}, the ventilatory threshold and pulmonary function". J. Exerc. Physiol. Vol 5, No 2: 354-363.
6. Bergh, U.; Ekblom, B.; Astrand, P.O. (2000). "Maximal oxygen uptake 'classical' versus 'contemporary'", Med. Sci. Sports Exerc. 32(1): 85-88.
7. Cotton, R. (1996). "Testing and Evaluation". In Cotton, R., (ed). American Council on Exercise: Personal Trainer Manuel San Diego, CA, American Council on Exercise: 216-225.
8. Daniels, L.; Yarbrough, R.; Foster, C. (1978). "Changes in VO_{2max} and running performance with training". Eur. 1. Appl. Physiol. 39: 249-254.
9. Dempsey, J.A.; Adams, L.; Ainsworth, D.M., et al. (1996). "Airway, lung, and respiratory function during exercise". In: Rowell LB, Shepherd JT, editors. Exercise: regulation and integration of multiple systems. New York (NY): Oxford University Press. 448-450.
10. Dempsey, J.A.; Forster, H.V.; Ainsworth, D.M. (1995). "Regulation of hyperpnea, hyperventilation, and respiratory muscle recruitment during exercise". In: Dempsey JA, Pack AI, editors. Regulation of breathing. New York (NY): Marcel Dekker: 1065-134.
11. Downey, A. and Chenoweth, L. (2007). "Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia". respir.physiol.neurobio. 156: 137-146.
12. Edwards, A. and Cooke, C. (2004). "Oxygen uptake kinetics and maximal aerobic power are unaffected by inspiratory muscle training in healthy subjects where time to exhaustion is extended". Eur. J. App. Physiol. 42:198-203.
13. Ekblom, B. (1968). "Effect of physical training on oxygen transport systemin man". Acta physiologica scandinavica 328, (suppl):1-45.
14. Enright, S.J.; Unnithan, V.B.; Heward, C. and Withnall, L. (2006). "Effect of high-intencity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subject who are healthy". Physical therapy. V 86, N3: 1301-314.
15. Farmer, L.; Patterson, J.; Rogers, A. and Michael, E. (2006). "Effect of Chest constriction on aerobic conditioning". Med. Sci .Sports Exerc. 38(5): S396-S397.
16. Fast, Shelby; Patterson, L.; Jeremy, A.; Farmer, Kevin; Rogers L. (2006). "The Effects of Chest Constriction at Rest on Aerobic Capacity". Med. Sci. Sports Exerc:Volume 38(5) SupplementMay p S397.
17. Henke, K.G.; Sharratt, M.; Pegelow, D., et al. (1988). "Regulation of endexpiratory lung volume during exercise". J.Appl. Physiol; 64 (1): 135-46.
18. Heyward, V.H. (2002). Advanced fitness assessment exercise prescription. Human kinetics. 95-9.

19. **Hoeger, W.K. and Hoeger, S.A. (2007). Lifetime physical fitness and wellness. Thomson. 112-13.**
20. **Katz, A.M. (1992). Physiology of the heart. 2nd ed. New York. Raven, 687.**
21. **Melanson, E.; Freedson, P.; Jungbluth, S. (1996). "Changes in VO_{2max} and maximal treadmill time after 9 wk of running or in-line skate training". Med. Sci. Sports Exerc. 28: 1422-1426.**
22. **O'Donnel, D.; Hong, H. and Web, K. (2000). "Respiratory sensation during chest wall restriction and dead space loading in exercising men". J.Appl.Physiol. 88:1859-1869.**
23. **Omgreen, M.; Olsen, D.; Vissing, L. (2005). "Aerobic training in patients with myotonic dystrophy type 1". Ann. Neurol. 57: 754-757.**
24. **Robinson, E.; Kjeldgaard, L. (1982). "Improvement in ventilatory muscle function with running". 1 Appl. Physiol. 5: 1400-1406.**
25. **Romer, L.; McConnell, A. (2003). "Specificity and reversibility of inspiratory muscle training". Med. Sci. Sports Exerc. 35: 237-244.**
26. **Scherer, T.A.; Spengler, C.M. and Owassapian, D. (2000). "Respiratory muscle endurance training in chronic obstructive pulmonary disease". Am. JRespir. Cirt.Care. Med. Vol 162. pp 1709-1714.**
27. **Volianitis, S.; McConnell, A.; Koutedakis, Y.; McNaughton, L.; Backx, K.; Jones, D. (2001). "Inspiratory muscle training improves rowing performance". Med. Sci. Sports Exerc. 33: 803-809.**
28. **Weibel, E. R. (1987). "Scaling of structural and functional variables in the respiratory system". Annu Rev Physiol, 49:147-159.**
29. **Williams, L.; Wongsathikun, J.; Boon, S.; Acevedo, E. (2002). "Inspiratory muscle training fails to improve endurance capacity in athletes". Med. Sci. Sports Exerc. 34: 1194-1198.**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی