تاثیر تمرین آستانه فشار عضلات تنفسی بر عملکرد تهویه‌ای و ظرفیت تمرینی

دکتر ناصر بهپور[1]
استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد
دکتر احمد همت فر
استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد
امیر موسوی
کارشناسی ارشد تربیت بدنی

Archive of SID

چکیده

اعتقاد بر این است که تمرین عضلات تنفسی می‌تواند عملکرد عضلات تنفسی در افراد سالم را بهبود بخشیده و عملکرد ورزشی زیربیشینه را نیز ترقی دهد. **هدف:** بررسی اثر تمرین آستانه فشار عضلات تنفسی بر عملکرد ریوی و ظرفیت تمرینی بوده است. **روش:** براین اساس، ۲۴ دانشجوی پسر سالم داوطلب به صورت تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. گروه تجربی، روزانه دو بار (صبح ساعت ۸ و عصر ساعت ۱۹) با استفاده از دستگاه Threshold IMT، ۳۰ تمرین تنفسی را انجام دادند. در هر دو گروه، قبل و بعد از دوره تمرینی، اکسیژن مصرفی بیشینه، رکاب زنی ۸ کیلومتر تایم تریل، قدرت عضلات دمی، ظرفیت حیاتی، و حجم جاری ارزیابی شد. **نتایج**: اگرچه قدرت عضلات دمی در گروه تجربی بطور معناداری در اثر تمرین افزایش یافت (p =۰/۰۲۴) اما حجم جاری، ظرفیت حیاتی، اکسیژن مصرفی بیشینه و عملکرد رکاب زنی ۸ کیلومتر تایم تریل تغییر معناداری نداشت.

کلمات کلیدی:

تمرین عضلات تنفسی، آستانه فشاری، عملکرد تهویه‌ای، ظرفیت تمرینی.

1 n_behpoor@yahoo.com

www.SID.ir

مقدمه

اگرچه شواهد نشان می‌دهند که عضلات تنفسی می‌توانند تقویت شوند (۲۳،۱۷) اما از آنجایی که بارهای اعمال شده توسط بیشتر تمرینات تنفسی، به سطوح بالاتری از استقامت نیاز دارد تا قدرت افزایش یافته، سودمندی عضلات تنفسی قویتر برای افراد سالم و بیشتر گروههای بیماران بدیهی نیست. چنانچه عضلات تنفسی بسیار ضعیف باشند، برنامه تقویتی عضلات می‌تواند جزئی از برنامه تمرین استقامتی باشد (۲۲).

سیستم تنفسی در هنگام تمرین و فعالیت ورزشی، تحت فشار نسبتا زیادی قرار می‌گیرد. با این وجود، آیا تهویه باعث محدودیت عملکرد می‌شود؟ سوتون و همکاران (۱۹۸۸) نشان داده‌اند که تمرین در ارتفاعات بسیار بالا به برخی از بالاترین مقادیر عملکرد تنفسی منجر شده است(۳۲). بر این اساس برخی از محققین پیشنهاد نموده‌اند که در تمرین سطح دریا، انسان دارای ذخایر تنفسی[1] است و بنابراین در افراد سالم، تهویه نمی‌تواند محدود کننده عملکرد باشد. از آنجایی که فشار سهمی اکسیژن شریانی در طی تمرین بیشینه افت نمی‌یابد، ریه‌ها به عملکرد طبیعی خود تحت این شرایط ادامه می‌دهند. خستگی عضلات تنفسی در طی تمرین پرشدت کوتاه مدت(۴) و تمرین طولانیتری مثل دوی ماراتون (۱۸) نشان می‌دهد که تمرین عضلات تنفسی توسط روشهای دیگری غیر از فعالیت‌های جسمانی می‌تواند به عملکرد کمک نماید.

با کار مقاومتی، عملکرد عضلات بهتر شده، به جلوگیری از آسیب کمک شده و عملکرد بهتر می‌گردد. آیا چنین موردی در باره عضلات تنفسی نیز صدق می‌کند؟ تمرین عضلات تنفسی[2]از زمان ظهورش در اواخر دهه ۱۹۸۰ برای اولین بار توسط دکتر آلیسون مک کونل[3] در دانشگاه بیرمنگهام، توجه قابل ملاحظه ای به خود جلب نموده است. فهم آثار تمرین عضلات تنفسی بر عملکردهای هوازی و بیهوازی، در فیزیولوژی عملکرد انسان بسیار حائز اهمیت است چون چنین تمرینات مکملی ممکن است از طریق بهبود حجم‌ها و ظرفیتهای ریوی، پتانسیل بهبود عملکرد را داشته باشند(۲۸). این موضوع از نظر بالینی نیز مهم است چون تمرین عضلات تنفسی اغلب جزئی از طرح درمانی بیماران انسداد ریوی است. نشان داده شده است که در افراد سالم، حداقل هنگامی که لازمه آزمون عملکردی تمرین در ۷۰ تا ۸۰ درصد ظرفیت بیشینه یا اندکی کمتر است، تمرین تخصصی عضلات تنفسی باعث افزایش عملکرد استقامتی می‌شود(۳۱،۳۰،۲۰،۱۹،۱۶،۳،۲). در بررسی‌های دیگر، تاثیر تمرین عضلات تنفسی بر توانایی انجام تمرین استقامتی بسیار شدید (۸۵ تا ۹۵درصد طرفیت بیشینه) مشاهده نشده است (۳۷،۲۱،۱۳،۶). بنابراین، ممکن است به نظر برسد که

1 Ventilator reserves
2 Inspiratory muscle training(IMT)
3 Dr Alison McConnell

Archive of SID

www.SID.ir

تمرین تخصصی عضلات تنفسی مادامی به بهبود عملکرد ورزشی استقامتی می‌انجامد که شدت آن زیر ۸۵ درصد ظرفیت بیشینه فرد باشد.

تقریبا تمامی تحقیقات ذکر شده برای ارزیابی آثار تمرین عضلات تنفسی بر عملکرد استقامتی، از آزمون تمرینی استفاده نموده‌اند که در آنها بار کاری ثابت بوده و ملاک اتمام تمرین در آن رسیدن به واماندگی بوده است. اینگونه تمرینات، وابسته به احساس ذهنی فرد از واماندگی، به شدت متغیرند و تکرار آزمون می‌تواند نتایج متغیری تا حدود حتی ۳۰ درصد ایجاد نماید (۲۹،۱۴). از طرف دیگر، برخی از محققین از آزمونهای عملکرد محور[1] استفاده نموده‌اند. این آزمونها معمولا به صورت تلاش زمانی[2] اجرا می‌شوند که در آن آزمودنی مقدار معینی از کار یا مسافت معینی را با حداکثر توان و سرعت ممکنه انجام می‌دهد. مزیت بزرگ این کار در قابلیت بازتولید بالای (ضریب تغییر یک تا چهار درصد) آن است (۲۶،۲۵). از پنج تحقیق اخیر انجام شده در این زمینه، در سه تحقیق تقریبا سه درصد بهبود در عملکرد مشاهده شده است (۳۴،۱۱،۱۰) و در دو تحقیق دیگر، تفاوت معناداری میان تغییرات ناشی از تمرین تنفسی و تمرین ساختگی[3] وجود نداشته است (۲۹،۱۰).

مک کونل، پیشگام استفاده از تکنیک IMT، نشان داده است که استفاده از دستگاه PowerBreathe، در افزایش قدرت عضلات تنفسی تا حد ۳۰ تا ۵۰ درصد آنهم با دو بار تنفس۳۰ تایی در روز موثر است. وی ادعا نموده است که تا ۴/۶ درصد بهبود در عملکرد تایم تریل رکابزنی (یعنی ۲ دقیقه زمان کمتر در پیمودن مسافت ۴۰ کیلومتری) تنها با ۶ هفته استفاده از این دستگاه و انجام تمرینات عضلات تنفسی امکان پذیر است(۲۵). اگرچه تحقیقات بسیاری پس از اعمال تمرین عضلات تنفسی در افراد سالم، بهبود در عملکرد استقامتی کل بدن (۲، ۳، ۱۹، ۳۰، ۳۱) گزارش نموده‌اند با وجود این، تحقیقات متعددی نیز هستند که در نشان دادن اثر کارافزایی و ارگوژنیک این تمرینات ناکام مانده‌اند (۱، ۶، ۱۰، ۱۳، ۲۹). شاید مهمترین مطلب قابل توجه در این زمینه این باشد که اکثر مطالعات قبلی در مورد تمرین عضلات تنفسی به ارزیابی نتیجه و پیامد عملکرد پرداخته‌اند و تقریبا بدون استثناء، زمان رسیدن به خستگی در یک بار کاری و درصد ثابتی از اکسیژن مصرفی بیشینه را مورد بررسی قرار داده‌اند. چنین کارهایی با نقاط انتهایی ارادی[4] (خاتمه تمرین توسط اظهار خستگی ارادی)، برای اینکه نمایانگر و معرف دقیق عملکرد استقامتی رقابتی نمی‌توانند باشند (پائین بودن روایی خارجی) و پایا نبودن مورد نقد قرار گرفته‌اند. از این میان، بعضی از تحقیقات نیز در استفاده از گروههای کنترل همتا در طرح تجربی خود موفق نبوده‌اند (۳۰،۳،۲). در تحقیقاتی هم که گروه کنترل مورد استفاده قرار گرفته

1 performance oriented
2 Time trial
3 Sham training
4 Volitional end-points

www.SID.ir

است، گروه دارونمای واقعی که تمرینات مشابه اما بدون بار را انجام دهند وجود نداشته است (۳۱،۲۱،۱۹،۱۶،۶) و مداخله تمرینی به روشی دوسوکور در آزمودنی‌ها اعمال نشده است. چنین مطالعاتی برای داشتن روایی داخلی پایین و سوگیری از طرف آزمودنی و آزمونگر مورد انتقاد قرار گرفته‌اند.با توجه به تمامی موارد ذکر شده و با در نظر گرفتن اینکه تاکنون در داخل کشور تحقیقی با استفاده از دستگاه IMT Threshold تاثیر تمرینات عضلات تنفسی را بررسی ننموده است، تحقیق حاضر قصد دارد در یک طرح دوسوکور کنترل شده با گروه تمرینات ساختگی یا دارونما، تاثیر اینگونه تمرینات را بر عملکرد تهویه ای و عملکرد استقامتی تایم تریل مورد بررسی قرار دهد.

روش شناسی تحقیق

از بین دانشجویان مرد سالم فعال، ۲۴ دانشجوی داوطلب با تکمیل فرم رضایت نامه انتخاب شده و به صورت تصادفی به دو گروه همگن ۱۲ نفره تجربی (تمرین عضلات تنفسی) و کنترل یا دارونما (تمرین ساختگی) تقسیم شدند (جدول۱). برای حذف یا به حداقل رساندن هرگونه تداخل اثر بالقوه اضافی تمرین ورزشی بر نتایج، از آزمودنی‌ها خواسته شد که میزان فعالیت روزانه خود را در طی دوره آزمایشی ثبت کنند تا هرگونه تغییر در میزان فعالیت آنها بررسی گردد.آزمودنی‌ها به عارضه آسم مبتلا نبوده، غیرسیگاری بودند و هیچگونه سابقه‌ای از بیماری قلبی یا ریوی نداشتند. آزمودنی‌ها، از هرنوع اختلال متابولیکی و یا غدد درون ریز نیز باید عاری بودند. مشخصات آزمودنی‌ها و نتایج بررسی همگنی دو گروه در جدول زیر آورده شده است:

جدول (۱) اطلاعات مربوط به همگنی شاخص های ترکیب بدن

متغیر	گروه	انحراف استاندارد± میانگین	Tمشاهده شده	سطح معناداری
وزن (کیلوگرم)	تجربی	۵/۶۵±۸۴/۵۵	۰/۰۲۵	۰/۹۸۸
	کنترل	۶/۵۷±۸۳		
درصد چربی بدن	تجربی	۱/۸۸±۱۲/۱۵	۰/۰۴۶	۰/۹۷۶
	کنترل	۵/۰۳±۱۱/۸۳		
وزن بدون چربی (کیلوگرم)	تجربی	۴/۸۳±۷۶/۸۱	۰/۰۳۵	۰/۹۸۹
	کنترل	۴/۲۳±۷۵/۶۴		

قبل از شروع مراحل اصلی، با انجام اسپیرومتری یا تنفس سنجی، افرادی که نسبت حجم بازدم نیرومند در ۱ ثانیه به ظرفیت حیاتی نیرومند در آنها کمتر از ۸۰ درصد بود، حذف شدند. توسط پرسشنامه ثبت فعالیت بدنی که توسط آزمودنی‌ها و با یادآوری

Archive of SID

www.SID.ir

میزان فعالیت انجام شده در هفته تکمیل می‌شد، سطح فعالیت بدنی آنها تعیین شده و زمانی آزمودنی فعال در نظر گرفته شد که در هفته حداقل در ۴ ساعت فعالیت ورزشی با شدت کافی برای بالا بردن ضربان قلب تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه تخمین زده شده توسط سن کافی باشد، شرکت نماید. شمای کلی طرح آزمایشی این تحقیق در شکل زیر نشان داده شده است:

شکل (۱) شمای کلی پروتکل تحقیق

جلسه اول	جلسه دوم	جلسه سوم	تمرینات تنفسی	جلسه چهارم	جلسه پنجم
۱)آنتروپومتری ۲)تنفس سنجی ۳)سنجش اکسیژن مصرفی بیشینه	۱)آشنایی با نحوه انجام آزمون عملکرد تایم تریل ۸ کیلومتر ۲)آشنایی با تمرین عضلات تنفسی	۱)آزمون عملکرد تایم تریل ۸ کیلومتر ۲)آشنایی با تمرین عضلات تنفسی	۱)هشت هفته تمرین عضلات تنفسی: روزانه دو سری ۳۰ تنفسی با شدت ۵۰ درصد فشار دمی بیشینه، با ده دقیقه استراحت مابین ۲)ثبت میزان فعالیت بدنی روزانه	۱)تنفس سنجی ۲)سنجش اکسیژن مصرفی بیشینه	آزمون عملکرد تایم تریل ۸ کیلومتر

در جلسه اول، که آزمودنی‌ها پس از ۱۲ ساعت خواب شبانه در حالت ناشتا به محل آزمون وارد می‌شدند و ۵۰۰ میلی لیتر آب (برای اطمینان از وضعیت آبگیری کافی و عدم وجود وضعیت کم آبی) به آنها داده می‌شد، ارزیابی‌های آنتروپومتریکی و تنفس سنجی انجام شده و آزمودنی‌ها در آزمون سنجش اکسیژن مصرفی بیشینه (Vo2max) با استفاده از پروتکل بروس بر روی نوار گردان شرکت نمودند. در همین جلسه از آزمودنی‌ها خواسته شد که مواد غذایی خورده شده در روز قبل را با یادآوری یادداشت نمایند. نسخه ای از یادداشت به آنها داده شده و از آنان خواسته شد که در طول دوره تحقیق سعی نمایند رژیم تغذیه ایشان بسیار متفاوت از آنچه که به یاد آورده و ثبت نموده بودند نباشد. جلسه دوم، به آشنا سازی آزمودنی‌ها با نحوه انجام آزمون عملکرد تایم تریل ۸ کیلومتر اختصاص داده شده بود که قرار بود در جلسه سوم انجام شود. در همین جلسه، آزمودنی‌ها با تمرینات تنفسی و نحوه انجام آنها با دستگاه نیز آشنایی کامل پیدا می‌کردند. در جلسه سوم، پس از اتمام آزمون عملکرد تایم تریل ۸ کیلومتر، بار کاری تمرینات تنفسی، برابر با ۵۰ درصد فشار دمی بیشینه، برای آنان تعیین گردید. سپس، آزمودنی‌ها به مدت هشت هفته، تحت نظارت محقق، و با استفاده از دستگاه Threshold IMT به تمرینات عضلات تنفسی پرداختند. این تمرینات، هر روز، سر ساعت تعیین شده، به صورت دو سری ۳۰ تنفسی با شدت ۵۰ درصد فشار دمی بیشینه، با ده دقیقه استراحت مابین، توسط آزمودنی‌ها انجام می‌شد. در آخر هر هفته، یک آزمون سنجش فشار دمی بیشینه انجام می‌شد تا در صورت تغییر این فشار، بار کاری برابر با ۵۰ درصد فشار دمی بیشینه مجددا تعیین و اعمال گردد. هرچند از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که از تغییر دادن میزان فعالیت بدنی روزانه خود و یا سبک زندگی خود در طول دوره تحقیق اجتناب نمایند با این وجود، از آنها خواسته شده بود که میزان فعالیت

Archive of SID

www.SID.ir

جسمانی روزانه خود را ثبت کرده و به محقق تحویل دهند تا قبل از شروع آزمایش، آخر هر هفته، و روز بلافاصله پس از اتمام تحقیق، امتیازات فعالیت بدنی آزمودنی‌ها در دوره ۲۴ ساعته، ارزیابی شده و به صورت معادل متابولیکی با مقادیر قبلی مقایسه شود تا تغییر مشخصی در آن بوجود نیامده باشد. آزمونهای تنفس سنجی، و سنجش اکسیژن مصرفی بیشینه ، در جلسه چهارم و سنجش عملکرد تایم تریل در جلسه پنجم نیز تکرار گردیدند.

روش ارزیابی قدرت عضلات تنفسی: فشار دمی بیشینه در دهان برای نشان دادن حداکثر مقدار ظرفیت تولید نیرو توسط عضلات تنفسی اندازه گیری شده است. برای این کار، گیره ای به بینی آزمودنی نصب شده و از وی خواسته می‌شد که از طریق دهانی دستگاه اسپیرومتر تنفس نماید. وی می‌باید پس از یک بازدم کامل و از سطح ظرفیت باقیمانده عملی[1] ، یک دم عمیق و کامل انجام دهد. نحوه انجام آزمون برای تمامی آزمودنی‌ها نشان داده شده و توضیحات کامل ارائه می‌گردد. به آزمودنی‌ها فرصت کافی داده می‌شود که قبل از انجام آزمونهای اصلی، با نحوه انجام آزمون بطور کامل آشنا شوند. آزمون سنجش فشار دمی بیشینه، پنج بار تکرار می‌شود تا سه ارزیابی که با هم بیشتر از ۵ درصد اختلاف ندارند، حاصل شود. از بین سه داده، بالاترین دو داده انتخاب و میانگین آن دو به عنوان فشار دمی بیشینه ثبت گردید.

با توجه به وابستگی آزمون ارزیابی فشار دمی بیشینه، و آزمونهایی از این دست، به تلاش ارادی بیشینه فرد، بسیار مهم است که معلوم گردد که آیا بهبود فشار دمی بیشینه (از پیش آزمون به پس آزمون یا مابین دو اندازه گیری)، ناشی از تمرین عضلات تنفسی بوده یا عوامل انگیزشی (فولر و همکاران، ۱۹۹۶). بنابراین، برای ترغیب آزمودنی‌ها به اعمال تلاش بیشینه، و بررسی انگیزش آزمودنی‌ها در اجرای انقباض عضلانی بیشینه ارادی، همراه با آزمون سنجش فشار دمی بیشینه، نیروی بیشینه چنگش دست (عضلاتی که در تمرینات عضلات تنفسی و خود تنفس شرکت ندارند) از طریق آزمون چنگش دست نیز ارزیابی گردید تا چنانچه تغییری در قدرت چنگشی مشاهده نگردد (که نشان دهنده عدم تغییر در انگیزش آزمودنی‌ها خواهد بود)، تغییر فشار دمی بیشینه را بتوان به افزایش قدرت عضلات تنفسی نسبت داد نه افزایش انگیزش آزمودنی ها. آزمون سنجش قدرت چنگش دست، در دست برتر آزمودنی‌ها انجام شد. برای بدست آوردن قدرت چنگش دست، میانگین بالاترین دو عددی که با هم بیشتر از ۵ درصد اختلاف نداشته باشند، محاسبه و ثبت گردید.

تنفس سنجی یا اسپیرومتری: اسپیرومتری یا تنفس سنجی، متداولترین آزمون عملکرد ریوی است که عمل ریه، بخصوص مقدار (حجم) و سرعت (جریان) هوایی که می‌تواند دم و بازدم شود، را اندازه گیری می‌کند. بیشتر دستگاههای اسپیرومتری، که به شکلها

1 Functional residual capacity

Archive of SID

www.SID.ir

و انواع مختلف وجود دارند، معمولا از روی منحنی‌های زمان- حجم، و حجم- جریان، حجم‌ها و ظرفیتهای ریوی را ارزیابی می‌کنند. در اسپیرومتری، روشهای متعددی برای ارزیابی متغیرهای عملکردی مشخص استفاده می‌شود. در این تحقیق، متغیرهای عملکردی ظرفیت حیاتی۱(مقدار هوایی که پس از یک دم عمیق با یک بازدم عمیق می‌توان از ششها خارج نمود)، حجم جاری۲(مقدار هوایی که در یک دم عادی وارد ریه‌ها و یا در یک بازدم عادی از ریه‌ها خارج می‌شود)، مد نظر بوده و بالاترین عدد از بین سه بار ارزیابی با فاصله زمانی دو دقیقه ای، به عنوان نتیجه آزمون ثبت شد.

روش ارزیابی توان هوازی توسط آزمون بیشینه بروس بر روی نوار گردان: برای انجام آزمون بیشینهٔ بروس بر روی نوار گردان، آزمودنی‌ها پس از گرم کردن ۱۵ دقیقه ای بدن (در حالی که درجه حرارت محیط ۲۳ درجهٔ سانتیگراد و رطوبت محیط ۴۸ درصد بوده و مطابق با مقادیر توصیه شدهٔ ۲۰ تا ۲۳ درجهٔ سانتیگراد برای دما و ۵۰ درصد برای رطوبت بود) ، بر روی نوار گردانی با شیب ۱۰ درصد و سرعت ۱/۷ مایل در ساعت قرار گرفته و شروع به راه رفتن می کنند. در این آزمون ، پس از هر سه دقیقه فعالیت ، فشار کار توسط افزایش شیب و سرعت نوار گردان افزایش می یابدتا جائی که آزمودنی نتواند به فعالیت ادامه دهد.

زمان فعالیت تا رسیدن به خستگی (شاخص ظرفیت استقامتی)اندازه گیری و ثبت گردیده و سپس در فرمول مخصوص بروس قرار داده شده و توان هوازی بیشینه تخمین زده می‌شد:

$$VO_{2max} = 14.8 - (1.379 \times T) + (0.451 \times T^2) - (0.012 \times T^3)$$

T: زمان کلی دویدن شخص بر روی نوارگردان بصورت دقیقه و کسری از دقیقه

روش ارزیابی عملکرد تایم تریل ۸ کیلومتر: در جلسه آشنایی، به آزمودنی‌ها اجازه داده شد تا بر روی نوار گردان بالاترین شدت و سرعت دویدن را با بالا و پائین بردن دستی و ارادی سرعت برای مسافت ۸ کیلومتری تنظیم نمایند. شیب نوار گردان برای تمامی آزمودنی‌ها توسط خود دستگاه روی یک درصد تنظیم شده بود تا دویدن روی سطح زمین شبیه سازی شده باشد. در جلسه آزمون، با تشویق کلامی از آزمودنی خواسته شد که تا سر حد توان مسافت ۸ کیلومتر را در کوتاهترین زمان ممکنه طی نمایند. زمان بدست آمده به دقیقه، به عنوان امتیاز فرد ثبت می‌گردید.

روش اجرای تمرینات عضلات تنفسی: تجویز پیشنهادی برای تمرین عضلات تنفسی شامل ۳۰ تنفس دو بار در روز بوده است که نهایتا ۳ دقیقه در هر سری تنفسی و در کل ۶ دقیقه طول می‌کشد. مقاومت دستگاه طوری تنظیم می‌گردد که به اندازه ای باشد که فرد در ۳۰ تنفس یا اندکی قبل از آن به حالت ناتوانی در ادامه عمل تنفس برسد. زمانی که فرد توانست در ادامه دوره تمرینی

1 Vital capacity(VC)
2 Tidal volume

Archive of SID

www.SID.ir

به وضعیتی برسد که ۳۰ تنفس تجویز شده را به راحتی تکمیل نماید، برای رعایت اصل اضافه بار، مقاومت دستگاه مجددا طوری تنظیم می‌گردد تا فرد نتواند تنفسی بیشتر از ۳۰ بار را انجام دهد. در تحقیق حاضر نیز این روش که توسط مک کونل، پیشگام تمرینات عضلات تنفسی، توصیه شده است به کار گرفته شده و از فواصل استراحت ده دقیقه ای میان دو سری تنفسی به عنوان دوره بازیافت استفاده شد. برای این کار در جلسه آشنایی با تمرینات عضلات تنفسی، ضمن توضیح کامل نحوه کار، با روش آزمایش و خطا، میزان مقاومت برای هر فرد تعیین گردیده تا در روز شروع دوره تمرینی، شدت کار برای تمامی آزمودنی‌ها برابر و مطابق با قدرت عضلات تنفسی خودشان تنظیم گردد. تمرینات سه بار در روز و به مدت هشت هفته (جمعا ۲۴ جلسه) زیر نظر محقق (برای کسب اطمینان از تبعیت تمرینی[1] صددرصدی آزمودنیها) انجام شد. آزمودنی‌ها در طول دوره تحقیق به انجام تمرینات معمول روزانه خود ادامه دادند و از آنان خواسته شد که فعالیت روزانه خود را ثبت نموده و به محقق تحویل دهند تا چنانچه تغییری در میزان فعالیت روزانه رخ داده باشد به آنها گوشزد گردد.

روش‌های آماری

برای بررسی تفاوت میان دو گروه در مقادیر پیش آزمون و پس آزمون از آزمون آماری t گروههای مستقل، و برای تفاوت مقادیر پیش و پس آزمون هر گروه از آزمون آماری t گروههای وابسته استفاده شد. میزان تغییرات از پیش آزمون به پس آزمون نیز در میان دو گروه با آزمون t مستقل بررسی شد. توزیع طبیعی داده‌ها با آزمون کلموگروف اسمیرنوف، و تجانس واریانسهای دو گروه نیز با آزمون لوین تعیین شد. سطح ۰/۰۵ معیار آزمون فرضیه‌های صفر تحقیق بوده و هر کجا که تفاوت معناداری مشاهده شد، کوچکترین سطح معناداری محاسبه و گزارش شد.

یافته‌های تحقیق

اگرچه قدرت عضلات دمی در اثر تمرینات بهبود معناداری یافت اما حجم جاری و ظرفیت حیاتی تغییر معناداری نداشت و تمرینات تنفسی تاثیر معناداری بر عملکرد استقامتی تایم تریل ۸ کیلومتر آزمودنی‌ها نگذاشت (جدول ۲).

1 adherence

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: نتایج آزمون بررسی تاثیرات تمرین عضلات تنفسی و تمرین ساختگی

فاکتورهای اندازه گیری شده	گروه	مرحله	M±SD	sig
قدرت عضلات دمی (سانتیمتر آب)	تمرین عضلات تنفسی	پیش آزمون	۱۳۴/۱۵±۲/۲۶	۰/۰۲۴
		پس آزمون	۱۸۰/۲۴±۰/۰۰۶	
	تمرین ساختگی	پیش آزمون	۱۳۵/۲۹±۱/۸۷	۰/۶۵۱
		پس آزمون	۱۳۷/۲±۲/۱۹	
ظرفیت حیاتی (لیتر)	تمرین عضلات تنفسی	پیش آزمون	۴/۴±۰/۶	۰/۶۷۸
		پس آزمون	۴/۴۷±۰/۵۶	
	تمرین ساختگی	پیش آزمون	۴/۶±۱/۱	۰/۶۰۱
		پس آزمون	۴/۴±۰/۴	
حجم جاری (لیتر)	تمرین عضلات تنفسی	پیش آزمون	۲/۹۲±۰/۱۲	۰/۱۲
		پس آزمون	۲/۸۲±۰/۱۳	
	تمرین ساختگی	پیش آزمون	۲/۸۴±۰/۱۱	۰/۵۵۱
		پس آزمون	۲/۸±۰/۱۹	
اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر کیلوگرم در دقیقه)	تمرین عضلات تنفسی	پیش آزمون	۴۶/۱±۲/۹	۰/۷۱
		پس آزمون	۴۶/۵۸±۲/۸۴	
	تمرین ساختگی	پیش آزمون	۴۶/۲۶±۱/۸	۰/۶۷۲
		پس آزمون	۴۶/۷۳±۲/۰۲	
عملکرد تایم تریل ۸ کیلومتر (دقیقه)	تمرین عضلات تنفسی	پیش آزمون	۳۷/۳۳±۱/۸۲	۰/۷۸۶
		پس آزمون	۳۷/۱۲±۱/۷۳	
	تمرین ساختگی	پیش آزمون	۳۶/۵۰±۱/۸۷	۰/۱۳۴
		پس آزمون	۳۶/۱۳±۱/۸۸	

بحث و نتیجه گیری:

اگرچه به نظر نمی‌رسد که عملکرد ورزشی توسط تهویه یا عملکرد عضلات تنفسی محدود شود اما بروز خستگی عضلات تنفسی که پس از تمرین بیشینه و زیربیشینه کوتاه مدت گزارش شده است، تاحدودی حاکی از این است که سیستم تهویه ای ممکن است در محدود کردن عملکرد تمرینی مشارکت داشته باشد (۳۵). برخی از تحقیقاتی که در آنها بارهای وارده بر عضلات تنفسی در طی تمرین طولانی مدت را حذف نموده‌اند و یا خستگی عضلات تنفسی را کاهش داده اند، تاثیر تهویه بر عملکرد ورزشی و تمرینی مشاهده نشده است. از طرف دیگر، تحقیقات دیگری نیز بوده‌اند که در آنها بهبود معنادار عملکرد گزارش شده است(۳۵). در سالهای اخیر، اگرچه تحقیقات متعددی به بررسی تاثیر تمرین تخصصی عضلات تنفسی بر عملکرد جسمانی و تمرینی پرداخته‌اند اما نتایج آنها از همخوانی و ثبات کافی برخوردار نیست به طوری که برخی از آنها بهبود در عملکرد را نشان داده‌اند (۲)، در حالی که برخی

Archive of SID

www.SID.ir

دیگر حاکی از عدم تاثیر تمرینات بوده‌اند (۱۰،۶). تفاوت در نتایج را به تفاوت در شدتها ومدتهای تمرینی به کار گرفته شده، و همچنین به طرح تجربی تحقیق و تفاوت در سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها نسبت داده شده‌اند(۳۵). گوئنته و همکاران (۲۰۰۶)، قسمتی از ضد و نقیض بودن نتایج تحقیقی را به استفاده از برنامه‌های تمرینی غیراستاندارد برای عضلات تنفسی، استفاده از ترکیبی از تمرینات استقامتی و قدرتی، نوع آزمون به کار گرفته شده برای ارزیابی عملکرد ورزشی و تمرینی، و شدتهای مختلف تمرینات نسبت داده‌اند. آنها معتقدند که عامل مداخله کننده دیگر در این زمینه، سطوح مختلف آمادگی جسمانی آزمودنی هاست که در تحقیقات از آزمودنی‌های غیرفعال تا ورزشکاران استقامتی نخبه و به شدت تمرین دیده به کار گرفته شده‌اند (۹). مضافا اینکه معلوم نشده است که تمرین عضلات تنفسی، با چه سازوکار فیزیولوژیکی می‌تواند باعث بهبود عملکرد تمرینی گردد. به نظر نمی‌رسد که تمرین عضلات تنفسی تاثیر معناداری بر تهویه دقیقه ای بیشینه (اسپنگلر و همکاران ۱۹۹۹، استوسی و همکاران ۲۰۰۱)، اکسیژن مصرفی بیشینه (بوتلیر و همکاران ۱۹۹۲، فیربارن و همکاران ۱۹۹۱، مارکوف و همکاران ۲۰۰۱)، یا ضربان قلب (سونتی و همکاران ۲۰۰۱، ویلیامز و همکاران ۲۰۰۲) داشته باشد. افزایش در زمان استقامت زیربیشینه با شدت ۶۵ تا ۸۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه مشاهده شده و زمانی که عملکرد استقامتی با شدتهای بالاتری ارزیابی شده است، بهبودهای گزارش شده مکررا پائینتر بوده یا اصلا وجود نداشته‌اند (شیل ۲۰۰۲، اسپنگلر و بوتلیر ۲۰۰۰).

در تحقیق حاضر به دنبال تمرین عضلات تنفسی، عملکرد تهویه ای شامل حجم جاری و ظرفیت حیاتی تغییر معناداری نداشت اما قدرت بیشینه عضلات دمی افزایش معناداری یافته بود. رومر و همکاران (۲۰۰۲) نیز در یک مطالعه دوسوکور با طرح کنترلی توسط گروه تمرین ساختگی (همانند تحقیق حاضر) بر روی ۱۶ رکابزن تمرین دیده مشاهده نمودند که بدنبال تمرین عضلات تنفسی با دستگاه آستانه فشاری (دستگاه به کار برده شده در تحقیق حاضر) عملکرد تهویه ای تغییر معناداری نداشته اما عملکرد پویای عضلات تنفسی به طور معناداری بهبود یافته است. نتیجه تحقیق حاضر نیز دلالت بر چنین تاثیراتی داشته است. در تحقیق رومر و همکاران، گروه تمرین عضلات تنفسی کاهشی را در ادراک و احساس کار تنفسی و بدنی (مقیاس بورگ) گزارش نموده و تلاشهای زمانی شبیه سازی شده رکابزنی ۲۰ و ۴۰ کیلومتری سریعتری داشتند. در تحقیق حاضر، اگرچه ادراک فشار جسمانی یا تنفسی توسط مقیاس بورگ ارزیابی نشد اما رضایتمندی آزمودنی‌ها حاکی از احساس فشار کمتر در آزمون تایم تریل ۸ کیلومتری بود با این حال، تغییر معناداری در زمان پیمودن مسافت ۸ کیلومتری آزمودنی‌ها رخ نداد و این مورد در تقابل کامل با تحقیق رومر و همکاران است که همانند تحقیق حاضر به جای استفاده از آزمون زمان رسیدن به خستگی در درصد معینی از اکسیژن مصرفی بیشینه (که به خاطر اینکه نمی‌تواند معرف عملکرد استقامتی رقابتی واقعی باشد دارای روایی خارجی پایین دانسته شده و مورد

Archive of SID

www.SID.ir

انتقاد واقع شده است)، عملکرد تایم تریل را برای ارزیابی عملکرد استقامتی به کار گرفته است. چنین تضاد و تناقض آشکاری را در ادبیات تحقیقی نیز می‌توان مشاهده نمود به طوری که برخی از محققین به دنبال تمرین عضلات تنفسی بهبود در ظرفیت استقامتی بدن (بوتلیر و پیوکو ۱۹۹۲، بوتلیر و همکاران ۱۹۹۲، اسپنگلر و همکاران ۱۹۹۹، مارکوف و همکاران ۲۰۰۱، استوسی و همکاران ۲۰۰۱) و عملکرد تایم تریل شدید کوتاه مدت (وولیانیتیس و همکاران ۲۰۰۱) را در افراد سالم گزارش نموده‌اند در حالی که برخی از مطالعات در نشان دادن تاثیر ارگوژنیک و کارافزایی چنین تمریناتی ناکام مانده‌اند (مورگان و همکاران ۱۹۸۷، بلمن و گیسر ۱۹۸۸، فیربارن و همکاران ۱۹۹۱، هنل و سچر ۱۹۹۱، کوهل و همکاران ۱۹۹۷، اینبار و همکاران ۲۰۰۰، سونتی و همکاران ۲۰۰۱). متفاوت بودن آزمون ورزشی به کار گرفته شده شاید اصلی ترین عامل تاثیرگذار در مورد نتایج متناقض تحقیقی در این زمینه قلمداد شده است. تفاوت بین فردی بسیار در زمینه مقیاسهای عملکردی و تعداد نمونه اندک، که در تحقیق حاضر نیز جزء محدودیتهای تحقیق ذکر شده است، دلیلی برای بهبودهای اندک گزارش شده که به سطح معنادار آماری نرسیده‌اند ذکر شده است (فیربارن و همکاران ۱۹۹۱، هنل و سچر ۱۹۹۱، سونتی و همکاران ۲۰۰۱). در تحقیق حاضر اگرچه همانند تحقیق رومر و همکاران از آزمون تایم تریل برای ارزیابی عملکرد استقامتی استفاده شده است تا نسبتا عملکرد رقابتی شبیه سازی شده باشد اما محققین فوق از آزمونهای ۲۰ و ۴۰ کیلومتر رکابزنی برای رکابزنان تمرین دیده استفاده کرده بودند در حالی که در تحقیق حاضر آزمون دویدن تایم تریل ۸ کیلومتری بر روی نوارگردان توسط آزمودنی‌های فعال به کار برده شده است. قسمتی از تناقض نتایج را شاید بتوان به همین تفاوت در شدت و مقدار تمرین و تفاوت در سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها و همچنین تفاوت در تناسب و تشابه آزمون با نوع فعالیت آزمودنی‌ها نسبت داد.

از عوامل دیگر موثر در زمینه تناقض نتایج تحقیقی، نبود یا عدم استفاده از گروه کنترل همتا در برابر گروه تجربی بوده است (بوتلیر و پیوکو ۱۹۹۲، بوتلیر و همکاران ۱۹۹۲، اسپنگلر و همکاران ۱۹۹۹). در جایی هم که گروه کنترل در تحقیقاتی به کار گرفته شده است، این گروه گروه دارونمای واقغی نبوده است (مورگان و همکاران ۱۹۸۷، فیربارن و همکاران ۱۹۹۱، کوهل و همکاران ۱۹۹۷، مارکوف و همکاران ۲۰۰۱، استوسی و همکاران ۲۰۰۱) و مداخله تمرینی در آزمودنی‌ها به روش دوسوکور اعمال نشده است (مورگان و همکاران ۱۹۸۷، فیربارن و همکاران ۱۹۹۱، هنل و سچر ۱۹۹۱، کوهل و همکاران ۱۹۹۷، اینبار و همکاران ۲۰۰۰، مارکوف و همکاران ۲۰۰۱، سونتی و همکاران ۲۰۰۱، استوسی و همکاران ۲۰۰۱، وولیانیتیس و همکاران ۲۰۰۱). چنین تحقیقاتی به خاطر داشتن روایی داخلی ضعیف و احتمال تاثیر سوگیری و جانبداری از طرف آزمودنی و آزمونگر مورد انتقاد واقع شده‌اند. در تحقیق حاضر اگرچه همانند تحقیق رومر و همکاران، و برای رفع نقائص و ایرادات وارده فوق، از طرح دوسوکور با گروه کنترل

Archive of SID

www.SID.ir

دارونما (استفاده از تمرینات ساختگی) استفاده شده است اما نتایج متفاوتی حاصل شده است. به نظر می‌رسد که تفاوت در سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها و تناسب آزمون با آزمودنی را بتوان از دلایل تناقض نتایج به حساب آورد.

منابع

1.Belman, M.J. and Gaesser, G.A. (1988).Ventilatory muscle training in the elderly. *Journal of Applied Physiology*, 64, 899- 905.

2.Boutellier U, Bachel R, Kunder A, Spengler C. (1992). The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects. Eur J Appl Physiol. 65:347-353.

3.Boutellier U, Piwko P. (1992). The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. . Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 64:145-152.

4.Bye PT, Esau SA, Walley KR, Macklem PT, Pardy RL. (1984). Ventilatory muscles during exercise in air and oxygen in normal men. *J Appl Physiol* 56: 464-471

5.Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, Withnall L, and Davies DH. (2006). Effect of high-intensity inspiratory muscle training on long volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. Phys Ther, 86:345-354.

6.Fairbarn MS, Coutts KC, Pardy RL, McKenzie DC. (1991). Improved respiratory muscle endurance of highly trained cyclists and the effects on maximal exercise performance. Int J Sports Med. 12:66-70.

7.Geddes EL, Reid WD, Crow J, O'Brien K, Brooks D. (2005). inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. Respir Med. 99:1440-1458

8.Gething AD, Williams M, Davies B. (2044). Inspiratory resistive loading improves cycling capacity: a placebo controlled trial. Br J Sports Med. 38:730-736

9.Guenette JA, Martens AM, Lee AL, Tyler GD, Richards JA, Foster GE, Warburton DER, and Sheel AW. (2006). Variable effects of respiratory muscle training on cycle exercise performance in men and women. Appl. Physiolo. Nutr. Metab. 31:159-166.

10.Hanel B, Secher NH. (1991). Maximal oxygen uptake and work capacity after inspiratory muscle training: a controlled study. J Sports Sci. 9:43-52.

11.Holm P, Sattler A, Fregosi F. (2004). Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists. BMC Physiology. 4:9.

12.Hopkins, W.G., Hawley, J.A. and Burke, L.M. (1991). Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 472- 485.

13.Inbar O, Weiner P, Azgad Y, Rotstein A, Weinstein Y. (2000). Specific inspiratory muscle training in well-trained endurance athletes. Med Sci Sports Exerc. 32:1233-1237.

14.Jeukendrup A, Saris WH, Brouns F, Kester AD. (1996). A new validated endurance performance test. Med Sci Sports Exerc. 28:266-270.

Archive of SID

www.SID.ir

15.Klusiewicz A, Borkowski L, Zdanowicz R, Boros P, Wesolowski S. (2008). The inspiratory muscle training in elite rowers. J Sports Med Phys Fitness. 48(3): 279-84.

16.Kohl J, Koller EA, Brandenberger M, Cardenas M, Boutellier U. (1997). Effect of exercise induced hyperventilation on airway resistance and cycling endurance. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 75:305-311.

17.Leith DE, Bradley M. (1976). Ventilatory muscle strength and endurance training. J Appl Physiol. 41:508-516

18.Loke J, Mahler DA, Virgulto JA. (1982). Respiratory muscle fatigue after marathon running. J Appl Physiol. Apr;52(4):821-4.

19.Markov G, Spengler CM, Knopfli-Lenzin C, Stuessi C, Boutellier U. (2001). Respiratory muscle training increases cycling endurance without affecting cardiovascular responses to exercise. Eur J Appl Physiol. 85:233-239.

20.McMahon ME, Boutellier U, Smith RM, Spengler CM. (2002). Hyperpnea training attenuates peripheral chemosensitivity and improves cycling endurance. J Exp Biol. 205:3937-3943.

21.Morgan DW, Kohrt WM, Bates BJ, Skinner JS. (1987). Effects of respiratory Muscle endurance training on ventilatory and endurance performance of moderately trained cyclists. Int J Sport Med. 8:88-93.

22.Reid WD, Dechman G. (1995). Considerations when testing and training the respiratory muscles. Phys Ther. 75:971-982

23.Reid WD, Warren CPW. (1984). Ventilator muscle strength and endurance training in elderly subjects and patients with chronic airflow limitation: a pilot study. Physiotherapy Canada. 36:305-311

24.Riganas CS, Vrabas IS, Christoulas K, Mandroukas K. (2008). Specific inspiratory muscle training does not improve performance or Vo2max levels in well trained rowers. J Sports Med Phys Fitness. 48(3):285-92.

25.Romer LM, McConnell AK, Jones DA. (2002). Effects of inspiratory muscle training on time trial performance in trained cyclists. J Sports Sci. 20:547-562.

26.Romer Lm, McConnell AK, Jones DA. (2002). Effects of inspiratory muscle training upon recovery time during high intensity, repetitive sprint activity. Int J Sports Med. 23:353-360.

27.Sheel AW, Reid WD, Towson AF, Ayas NT, Konnyu KJ. (2008). Effects of exercise training and inspiratory muscle training in spinal cord injury: a systematic review. J Spinal Cord Med. 31:500-508

28.Sheel AW. (2002). Respiratory muscle training in healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance. Sports Med. 32:567-581.

29.Sonetti DA, Wetter Tj, Pegelow DF, Dempsey JA. (2001). Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance. Respir Physiol. 127:185-199.

30.Spengler CM, Roos M, Laube SM, Boutellier U. (1999). Decreased exercise Blood lactate concentration after respiratory endurance training in humans. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 79:299-305.

31.Stuessi C, Spengler CM, Knopfli-Lenzin C, Markov G, Boutellier U. (2001). Respiratory muscle endurance training in humans increases cycling endurance without affecting blood gas concentrations. Eur J Appl Physiol. 84:582-586.

Archive of SID

www.SID.ir

32.Sutton, J. R., J. T. Reeves, P. D. Wagner, B. M. Groves, A. Cymerman, M. K. Malconian, P. B. Rock, P. M. Young, S. D. Walter, and C. S. Houston. (1988). Operation Everest II: oxygen transport during exercise at extreme simulated altitude. J. Appl. Physiol. 64:1309–1321.

33.Turner L, Mickleborough TD, Stager JM, Chapman RF. (2010). Inspiratory muscle training reduces the oxygen cost of breathing during exercise. American college of sports medicine annual meeting, june 03.

34.Volanitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, Jones DA. (2001). Specific respiratory warm up improves rowing performance and exertional dyspnea. Med Sci Sports Exerc. 33:1189-1193.

35.Volanitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, McNaughton L, Backx K, Jones DA. (2001). Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 33, No. 5, pp. 803–809.

36.Wells GD, Plyley M, Thomas S, Goodman L, Duffin J. (2005). Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers. Eur J Appl Physiol. 94(5-6):527-40.

37.Williams JS, Wongsathikun J, Boon SM, Acevedo EO. (2002). Inspiratory muscle training fails to improve endurance capacity in athletes. Med Sci Sports Exerc. 34:1194-1198.

Archive of SID

www.SID.ir