تاثیر یک دوره تمرین عضلات تفنسی در آب بر عملکرد دختران شناگر نخبه

میترا عزیزی[1]، سحر رزمجو[2]، دکتر پژمان احمدی[3]

ص ص: ۱۵۷-۱۳۹
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۲۶
تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۹/۲۰

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر یک دوره تمرین عضلات تفنسی در آب بر عملکرد دختران شناگر نخبه بود. ۲۴ دختر شناگر نخبه به طور تصادفی به دو گروه کنترل (تمرین شنا بدون باند الاستیکی) و تجربی (تمرین شنا با باند الاستیکی) تقسیم شدند. هر دو گروه با شرکت در برنامه تمرین شنا یکماهه (۳ بار در هفته به مدت ۴ هفته) در هر جلسه حدود ۴ تا ۴/۵ کیلومتر (شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد HRmax) شنا کردند. گروه تجربی ۱ تمرین هوازی را بدون بستن باند الاستیکی و گروه تجربی ۲ تمرین را با بستن باند الاستیکی به دور قفسه سینه انجام دادند. برای اندازه‌گیری زمان رسیدن به واماندگی از آزمون اصلاح شده بالک، و برای ارزیابی عملکرد شنا از آزمون تی بیست استفاده شد. با استفاده از آمار توصیفی و آزمون t (مستقل و همبسته) در سطح معنی داری ۰/۰۵ تجزیه تحلیل داده‌ها انجام گرفت. نتایج نشان داد که میزان زمان رسیدن به واماندگی در گروه تجربی افزایش معنی داری داشت (P =۰/۰۱۲). بهبود معنی داری نیز در تست عملکردی تی بیست در گروه تجربی نشان داده شد (سرعت متوسط (P =۰/۰۲۸)، زمان متوسط هر صد متر (P =۰/۰۱۲) و مسافت تی بیست (P =۰/۰۱۸)). در مقایسه بین گروهی نیز تغییر معنی داری نشان داده نشد. در مجموع، استفاده از باند الاستیکی به منظور افزایش میزان بار وارد بر عضلات تنفسی به هنگام تمرین هوازی باعث ایجاد سازگاری هایی در این عضلات می‌شود و این امر می‌تواند برای بهبود عملکرد ورزشی به کسب مزیت‌هایی بیانجامد.

واژه‌های کلیدی: تمرین ویژه عضلات تنفسی، شناگران نخبه، تست تی بیست

۱،۲ – دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۳– دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری

مقدمه

خستگی عضلات تنفسی پدیده وابسته به فیزیولوژی است که در بسیاری از ورزش‌های بیشینه و زیر بیشینه نشان داده شده است (۲۶).در واقع،هدایت ۱۴ تا ۱۶ درصد از بازده قلبی، حین فعالیت ورزشی بیشینه به سوی عضلات تنفسی (۱۷) نشان می‌دهد که سطح فعالیت عضلات تنفسی ورزشکاران در مسابقه‌های قهرمانی بسیار شدید است؛ بنابراین تاثیر مثبت بالقوه ای که تمرین عضلات تنفسی می‌تواند بر اجرای قهرمانی ورزشکاران بگذارد به شدت مورد توجه قرار گرفته است. در همین راستا، در برخی پژوهش‌ها پس از تمرین عضلات تنفسی در لاکتات خون، ضربان قلب، و تهویه ریوی (۳۱) تغییراتی مشاهده شده (۱۵)در حالی که نتایج در دیگر پژوهش‌ها متفاوت بوده است (۲۲،۳۵). به هر حال،از آن جایی که عضلات تنفسی از لحاظ ساختاری و ریخت شناسی جزو عضلات اسکلتی محسوب می‌شوند، همانند سایر عضلات اسکلتی به تحریکات و تمرین استقامتی و قدرتی پاسخ می‌دهند (۲۵). بنابراین کاهش جریان خون عضلات تنفسی در حین فعالیت ورزشی بیشینه و زیر بیشینه ممکن است منجر به کاهش اکسیژن سلول‌های عضلانی شود و در نتیجه نیاز انرژی سوخت و ساختی افزایش یابد که با افزایش غلظت لاکتات خون سرخرگی نشان داده شده است. نتیجه این امر کاهش توانایی عضلات تنفسی در تولید نیروست (۳۳،۲۳)در حقیقت ، تمرین عضلات تنفسی می‌تواند سازگاری اکسایشی را در سلول افزایش دهد و وقوع اسیدوز متابولیک را به تعویق اندازد و بدین ترتیب،استقامت عضلات تنفسی را بهبود بخشد (۳۷).

پژوهش‌هایی که به انها اشاره شد، همگی در محیط خشکی انجام گرفته اند و نتایج این مداخله در محیط آب ممکن است تا حدی متفاوت باشد؛ زیرا در مقایسه با خشکی، ورزش در آب با افزایش کار تنفسی و توسعه خستگی عضلات تنفسی همراه است (۳۱).در واقع مقاومت جریان هوا حین ورزش در محیط آبی افزایش می‌یابد که به دلیل فشار چگالی گاز در ریه و سیستم تنفسی است. علاوه بر این ساخت و کارهای ریوی به دلیل بار ریوی استاتیک (برای

مثال اختلاف بین فشار هوا حبابچه ای و فشار وارده بر بیرون قفسه سینه) تغییرمی کنند(۳۱). در پژوهش‌های گذشته نشان داده شده که تمرین عضلات تنفسی برای بیمارانی که مشکلات تنفسی دارند روش درمانی موثری است (۴۰،۳۴).

تحقیقاتی که به بررسی اثر تمرین عضلات تنفسی در افراد بی تحرک پرداخته اند، افزایش ۸ تا ۴۵ درصدی را در قدرت عضلات تنفسی نشان داده اند. (۳۶). برخی پژوهش‌ها نیز بهبود استقامت تنفسی را گزارش کرده اند (۳۹،۸). در هر حال، اثر تمرین عضلات تنفسی در افراد تمرین کرده با نتایج متفاوتی همراه بوده است (۲۸و۸). بدین صورت که برخی پژوهش‌ها اثر تمرین عضلات تنفسی بر اجرای ورزشی را مفید گزارش کردند (۸) در حالی که برخی دیگر، به سودمندی آن اشاره ای نکرده اند (۲۸). در همین راستا اینرایت و دیگران (۲۰۰۵) با کمک دستگاه ایجاد کننده مقاومت در برابر عمل دم تأثیر ۸ هفته تمرین عضلات دمی با شدت ۸۰ درصد حداکثر تلاش افراد سالم را بر حجم‌های ریوی، ضخامت دیافراگم و ظرفیت فعالیت ورزشی این افراد مورد مطالعه قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که فشار دمی حداکثر (PImax)، ضخامت دیافراگم، ظرفیت حیاتی (VC)، ظرفیت تام ریه (TLC) و ظرفیت فعالیت ورزشی گروه تجربی به طور معنی‌داری نسبت به گروه کنترل افزایش داشت (۱۲). فست و همکاران (۲۰۰۶)نیز نشان دادند که محدود کردن حرکت قفسه سینه به مدت چهار هفته و سه ساعت در روز به هنگام استراحت (کارهای معمول روزانه) منجر به افزایش معنادار در اکسیژن مصرفی این گروه از افراد نسبت به گروه کنترل می‌شود (۱۴).به هر حال فارمر و همکاران (۲۰۰۶) فقط بهبود توان هوازی را نشان دادند. آزمودنی‌های این پژوهش افراد سالم بودند که به مدت چهار هفته و سه جلسه در هفته بر روی چرخ کارسنج و نوار گردان با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه تمرین می‌کردند (۱۳).همچنین اسپرلیچ و همکاران (۲۰۰۹) اثر شش هفته تمرین شدید عضلات تنفسی بر عملکرد دویدن و همچنین اکسیژن مصرفی بیشینه در گروهی از سربازان آلمانی را بررسی کردند که هیچ گونه تغییر معنی داری را در پارامترها

نشان ندادند (۲۳). نیکس و همکاران (۲۰۰۹) اثر تمرین عضلات تنفسی را بر اجرای ورزشی، قدرت عضلات تنفسی و خستگی بازیکنان فوتبال بررسی کردند و بهبود اجرای ورزشی را پس از این تمرین‌ها در بازیکنان نشان دادند (۲۹).به تازگی نیز تومزاک و همکاران (۲۰۱۰) اثر تمرین ورزشی زیر بیشینه را بر خستگی عضلات تنفسی در افراد سالم با محدود کردن حرکت قفسه سینه بررسی کردند و نشان دادند که خستگی دیافراگم تحت شرایط محدود کردن حرکت قفسه سینه رخ می‌دهد و با اجرای ورزشی ضعیف مرتبط است (۳۸)

پژوهش‌هایی که به آنها اشاره شد، همگی در محیط خشکی انجام گرفته اند و نتایج این مداخله در محیط آب ممکن است تا حدی متفاوت باشد؛ زیرا در مقایسه با خشکی، ورزش در آب با افزایش کار تنفسی و توسعه خستگی عضلات تنفسی همراه است.در واقع مقاومت جریان هوا حین ورزش در محیط آبی افزایش می‌یابد که به دلیل فشار چگالی گاز در ریه و سیستم تنفسی است (۳۱). علاوه بر این سوخت و کارهای ریوی به دلیل بار ریوی استاتیک (برای مثال اختلاف بین فشار هوا حبابچه ای و فشار وارده بر بیرون قفسه سینه) تغییرمی کنند. به تازگی ری و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که تمرین عضلات تنفسی عملکرد عضلات تنفسی و عملکرد شنا را افزایش می‌دهد و این به دلیل تقویت عضلات تفنسی، کاهش تواتر تنفسی و کار تنفسی است (۳۱).

با مطالعه پژوهش‌های گذشته مشخص می‌شود که در جهت ابداع روش‌های تمرینی ویژه عضلات تنفسی تلاش‌های بسیاری صورت گرفته است؛ از جمله این روش ها، می‌توان به استفاده از وسایل ویژه به منظور محدود کردن حرکت قفسه سینه در اعمال بار اضافی بر عضلات تنفسی اشاره کرد (۴).در حقیقت، تلاش برای گسترش فضای قفسه سینه حین محدود کردن حرکت قفسه سینه (CWR) باعث می‌شود که دیافراگم و سایر عضلات تنفسی نیروی مکانیکی زیادی را تولید کنند؛ به گونه ای که در برخی از موارد مشاهده شده که افزایش نیروی تولیدی به سه برابر رسیده است (۱۸).

در هر حال، به نظر می‌رسد که پژوهشگران در زمینه آثار این نوع تمرین‌ها توافق نظر ندارند. در مجموع، مطالعات اندکی افزایش مقاومت در حرکت قفسه سینه را بر روی افراد سالم انجام داده و بیشتر مطالعات روی بیماران ریوی انجام شده است (۴). در ضمن بیشتر مطالعات، اثر تمرین عضلات تنفسی را به هنگام استراحت و به صورت مجزا از تمرین کل بدن انجام داده (۱۴،۱۳،۴) و همچنین از وسایلی استفاده کرده اند که به کارگیری آنها در تمرین‌های ورزشی دشوار و تاحدودی غیر ممکن است (۱۹،۴). درباره انجام دادن این تمرین‌ها در آب نیز پژوهش‌ها بسیار اندک است. سرانجام با توجه به اینکه استفاده از باند الاستیکی به منظور اعمال بار اضافی روی عضلات تنفسی، می‌تواند احتمالاً به عنوان یک روش بسیار ساده، کم هزینه و کاربردی برای ایجاد آثار اضافی تمرینی مورد توجه قرار گیرد، لذا در این پژوهش سعی بر این بوده که تأثیر تمرین افزایش مقاومت در حرکت قفسه سینه با استفاده از باند الاستیکی به هنگام تمرین هوازی در آب، برعملکرد دختران شناگر نخبه مورد بررسی فرار گیرد.

روش پژوهش

این پژوهش با توجه به اعمال متغیر مستقل (تمرین) و سنجش اثر آن بر متغیر وابسته (عملکرد استقامتی) وبا توجه به استفاده از نمونه‌های انسانی (که کنترل تمام متغیرهای مداخله‌گر را ممکن نمی سازد) از نوع پژوهش‌های نیمه تجربی و طرح آن به صورت پیش آزمون ـ پس آزمون دریک گروه تجربی(تمرین هوازی شنا در آب همراه با بستن باند الاستیکی) و یک گروه کنترل(تمرین هوازی شنا در آب بدون بستن باند الاستیکی) بود. بدین منظور ۲۴ نفر از شناگران نوجوان باشگاهی کرج و تهران که سابقه ۳ تا ۴ سال تمرین داشتند به عنوان نمونه پژوهش حاضر به همکاری شدندو به صورت تصادفی در دو گروه قرار گرفتند.این افراد طبق معاینه پزشکی هیچگونه سابقه بیماری نداشته و جهت انجام فعالیت جسمانی در سلامتی کامل بودند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها بر اساس قد، وزن، سن، درصد چربی و شاخص توده بدنی

گروه	سن (سال)	وزن بدن (کیلوگرم)	قد (متر)	چربی(درصد)
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
تجربی(۱۲نفر)	۱۲/۸ ± ۱/۲	۴۳/۸۶ ± ۱۲/۳۷	۱۴۹/۲ ± ۴۰/۲	۲۰/۴۳ ± ۲/۶۹
کنترل(۱۲نفر)	۱۳ ± ۱/۳	۴۷/۵۰ ± ۸/۸۱	۱۵۶/۳ ± ۱۱/۶	۱۹/۷۵ ± ۳/۵۴
کل (۲۴نفر)	۱۲/۹ ± ۱/۲	۴۵/۸۰ ± ۱۰/۳۹	۱۵۳ ± ۱۲/۹	۲۰/۰۷ ± ۳/۰۸

روش جمع آوری داده‌ها

در آغاز اهداف، جزئیات و همچنین اجرای تمرین‌ها برای آزمودنی‌ها تشریح شد و سپس از آنها و والدینشان رضایتنامه کتبی گرفتند و با استفاده از ترازوی پزشکی مجهز به قدسنج (Seca mod: 220)، ساخت کشور آلمان، قد و وزن آزمودنی‌ها ثبت شد برآورد درصد چربی آزمودنی‌ها نیز با استفاده فرمول چهار نقطه ای چین پوستی (سه سر بازو، فوق خاصره، شکم و ران) به کمک کالیپر (Skin Fold Caliper Baseline ساخت امریکا) انجام گرفت. مطالعه مقدماتی[1] برای دستیابی به میزان محدودیت ملاک (کاهش۱۰ درصد FVC) باندهای الاستیکی در افراد انجام شد (۱۹). لازم به ذکر است که مطالعه مقدماتی شامل انجام دادن برنامه تمرین نبود. پس از آن، رأس ساعت ۸ صبح ۳ روز مانده به شروع برنامه تمرینی، ۱۲ نفر از آزمودنی ها(به طور داوطلبانه از هر دو گروه) در مرکز سنجش و توسعه قابلیت‌های جسمانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج حضور یافتند(فراهم نبودن شرایط انجام آزمون برای کل افراد در یک روز به علت طولانی بودن آزمون‌ها). سپس توضیحاتی در مورد شیوه انجام دادن آزمون‌های مورد نظر به آنها داده شد و پیش از اجرای آزمون‌ها، از آزمودنی‌ها خواستند که به منظور آشنایی با شیوه دویدن بر روی نوارگردان، به مدت چند دقیقه به تمرین بر روی آن بپردازند. سپس آزمون زمان رسیدن به واماندگی روی نوارگردان انجام شد (آزمون اصلاح شده بالک؛ پیش از آزمون آزمودنی‌ها به گرم کردن می‌پرداختند.

1- Pilot study

سرعت ۵ مایل در ساعت یا ۸ کیلومتردر ساعت ثابت و شیب نوارگردان برای آغاز این آزمون صفر بود که پس از آن هر سه دقیقه ۲/۵ درصد به شیب اضافه می‌شد، اما سرعت ثابت بود، مدت زمان ۱۰ ثانیه برای رساندن شیب به شیب مورد نظر لحاظ شد. حداکثر زمان(بر حسب ثانیه) انجام دادن آزمون از لحظه اعمال شیب برای هر آزمودنی تا رسیدن به خستگی ارادی به عنوان زمان رسیدن به "واماندگی" تلقی می‌شد). بلافاصله ساعت ۸ صبح روز بعد از آن، بقیه آزمودنی‌ها (۱۲ نفر) در آن مرکز حضور یافتند و آزمون فوق برای آنها نیز اجرا شد. جهت ارزیابی عملکرد هوازی شناگران در آب نیز از تست تی بیست در استخر استفاده شد. در این روش تلاش باید در حد بیشینه باشد و سرعت شنا از آغاز تا پایان آزمون به صورت یکسان تقسیم می‌شود (توسط ضربان سنج پلار نیز شدت فعالیت را کنترل می‌کند)، سپس نتیجه آزمون از طریق تقسیم مسافت شنا شده در ۱۰۰ مترها به زمان کل شنا به ثانیه، به سرعت متوسط در هر ۱۰۰ متر تبدیل می‌شود. آزمون T-20 تخمین دقیقی از سرعت آستانه بی هوازی فردی شناگر را فراهم می‌آورد همچنین برای ارزیابی تغییرات ظرفیت هوازی بسیار سودمند است (۲۹). پس از طی یک ماه دوره تمرینی بازهم آزمون‌های ذکر شده از آزمودنی‌ها به عمل آمد.

* T-20: مسافت شنای طی شده شناگر در مدت زمان ۲۰ دقیقه اندازه‌گیری می‌شود.

برنامه تمرین اصلی

هر جلسه شامل سه مرحله: ۱- گرم کردن ۲- تمرین اصلی ۳- سرد کردن بود که آزمودنی‌های هر دو گروه به مدت چهار هفته و سه جلسه در هفته برنامه تمرینی را اجرا کردند، این برنامه شامل شنا با شدت۷۰ تا ۸۰ درصد (۱۸) ضربان قلب حداکثر(سن-۲۲۰) آزمودنی‌ها (کنترل توسط ضربان سنج polar) بود. جلسه‌های تمرینی در بعد از ظهر بین ساعت ۵تا۷ اجرا می‌شد. آزمودنی‌ها در هر جلسه بین ۴۰۰۰ تا ۴۵۰۰ متر شنا می‌کردند و در فاز تمرینی استقامت ویژه قرار داشتند(جدول

۲). برای کنترل شدت و حجم تمرین در دو گروه، آزمودنی‌های دو گروه با همدیگر شنا می‌کردند. یک نمونه برنامه تمرینی شناگران به شرح ذیل است:

گرم کردن شامل: ۲۰۰ متر کرال سینه، ۲۰۰ متر کشش دست از هر شنا به طور دلخواه، ۲۰۰ متر پا از هر شنا به طور دلخواه

تمرین اصلی شامل: ۱۰ تکرار۵۰ متری پای کرال سینه به طوری که در طول مسیر سرعت به تدریج پس از هر بیست تکرار پا،افزایش داده شد .

۷ تکرار ۱۵۰ متری شنای دلخواه که هر صدو پنجاه متر شامل ۵۰ مترپا،۵۰ مترتمرین مهارتی،۵۰ متر شنای سرعت، ۵۰ متر شنای نرم بود.

۵ تکرار ۱۰۰ متری کرال سینه که به ترتیب شامل تکرار یک تا سه با ۷۰ درصد ضربان بیشینه وتکرار چهار وپنج با هشتاد درصد ضربان بیشینه شنا بود، به طوری که بین هر صد متر، ۵۰ ثانیه استراحت فعال داشتند به جز تکرار آخر که بالافاصله پس از صد متر پایانی ۵۰۰ متر به صورت یکنواخت با ۷۰ در صد ضربان قلب بیشینه شنای تخصصی خود را انجام دادند.

۸ تکرار ۵۰ متری شنا به صورت دو تکرار پروانه، دو تکرار قورباغه، دو تکرار کرال سینه ودوتکرار کرال پشت بدین صورت که ۲۵ متر را کند و۲۵ متر را تند شنا کردند.

۴۰۰ متر کشش دست را به صورت صد متر کرال سینه،صد متر قورباغه،صدمتر پروانه،صد متر کرال پشت شنا کردند.

سرد کردن شامل ۲۰۰ متر به صورت شنای دلخواه بود. مجموع تمرین ۴۱۰۰ متر بود

گروه تجربی برنامه تمرینی را بدون بستن باند الاستیکی (باند T.S ساخت کشور تایوان) انجام دادند، در حالی که گروه کنترل باند الاستیکی را به دور قفسه سینه بستند و برنامه تمرینی را انجام دادند. پهنای باند الاستیکی مورد استفاده ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر بود و برای هر آزمودنی، با توجه به طول و پهنای قفسه سینه استفاده شد. باند مورد استفاده فاصله بین زیر بغل تا آخرین

دنده را تحت پوشش قرار می‌داد. میزان محدودیت (مقاومت) ایجاد شده حدود ۱۰ درصد FVC هر فرد بود که در یک جلسه برای هر آزمودنی تعیین شد و با توجه به این ملاک علامتگذاری، باندهای مخصوص هر نفر به اجرا درآمد. در اینجا لازم به ذکر است که این باندها مانع باز شدن قفسه سینه نمی‌شوند، بلکه میزان بار اعمال شده بر فرایند دم را افزایش می‌دادند (۱۹). در طول برنامه تمرینی هر هفته به طور تصادفی دو عدد از باندهای الاستیکی از لحاظ تغییرات احتمالی مورد آزمایش قرار می‌گرفتند تا در صورت مشاهده تغییر در آنها، با توجه به میزان محدودیت ملاک، تعویض شوند.

آزمون زمان رسیدن به واماندگی شامل آزمون اصلاح شده بالک روی نوار گردان بود (۲۸). پیش از آزمون، آزمودنی‌ها به گرم کردن می‌پرداختند. سرعت ۵ مایل در ساعت یا ۸ کیلومتردر ساعت ثابت و شیب نوارگردان برای شروع این آزمون صفر بود که پس از آن هر سه دقیقه ۲/۵ درصد به شیب اضافه می‌شد، اما سرعت ثابت بود، مدت زمان ۱۰ ثانیه برای رساندن شیب به شیب مورد نظر لحاظ شد. حداکثر زمان (بر حسب ثانیه) انجام دادن آزمون از لحظه اعمال شیب برای هر آزمودنی تا رسیدن به خستگی ارادی به عنوان زمان رسیدن به واماندگی تلقی می‌شد (۳۰). روش اندازه‌گیری آزمون تی بیست نیز بدین صورت بود که مسافت طی شده شناگر در جریان ۲۰ دقیقه اندازه‌گیری می‌شود. تلاش باید در حد بیشینه باشد و سرعت شنا از آغاز تا پایان آزمون به صورت یکسان تقسیم شود (با استفاده از ضربان سنج پلار شدت فعالیت کنترل شد)، سپس نتیجه آزمون از طریق تقسیم مسافت شنا شده در ۱۰۰ مترها به زمان کل شنا به ثانیه، به سرعت متوسط در هر ۱۰۰ متر تبدیل می‌شد. آزمون T-20 تخمین دقیقی از سرعت آستانه بی هوازی فردی شناگر را فراهم می‌آورد، همچنین برای ارزیابی تغییرات ظرفیت هوازی بسیار سودمند است.

روش آماری

ابتدا برای اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌های پژوهش از آزمون کالموگروف– اسپیرنوف و به منظور بررسی تجانس واریانس متغیرها، آزمون F لوین انجام شد. همچنین به منظور توصیف داه‌ها از آمار توصیفی و جهت تعیین اختلاف بین متغیرهای مورد مطالعه از نرم افزار آماری SPSS و آزمون t (مستقل و همبسته) در سطح معنی داری P ≤۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج پژوهش

تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش نشان داد که تمرین شنا با بستن باند الاستیکی در زمان رسیدن به واماندگی شناگران تاثیر معنی داری دارد (جدول۲).

جدول۲. تغییرات درون و برون گروهی در متغیرهای پژوهش

	گروه	پیش آزمون M ± SD	پس آزمون M ± SD	اختلاف پیش و پس آزمون (D)	P (درون گروهی)	P بر اساس D (بین گروهی)
زمان رسیدن به واماندگی (s)	کنترل	۱۰۳۲/۱۲ ± ۲۰۹	۱۰۳۵/۶۲ ± ۲۰۹	۳/۵۰ ± ۳/۹۲	۰/۰۶	۰/۰۶۳
	تجربی	۹۹۰/۸۵ ± ۱۷۹	۱۰۰۲/۱۴ ± ۱۷۳	۱۱/۲۸ ± ۸/۳۴	*۰/۰۱۲	

* تفاوت معنی دار؛ کنترل: (تمرین شنا بدون بستن باند الاستیکی)؛ تجربی: (تمرین شنا با بستن باند الاستیکی)

استفاده از آزمون تی همبسته (جدول۳) نشان داد که میزان زمان رسیدن به واماندگی (P =۰/۰۴) در گروه تجربی (تمرین + بستن باند الاستیکی) افزایش معنی داری داشته است. در گروه کنترل (تمرین+ بدون بستن باند الاستیکی) نیز تغییر معنی داری نداشت.

استفاده از آزمون تی مستقل (با استفاده از نمرات افزوده D) برای تعیین تفاوت تغییرات بین گروهی نشان داد که تغییرات مربوط به زمان رسیدن به واماندگی (P=۰/۰۶۳) بین دو گروه

تجربی و کنترل معنی دار نبود.

جدول ۳. تست تی بیست (آزمون عملکرد شناگران)

تست تی بیست	گروه	پیش آزمون M±SD	پس آزمون M±SD	P (درون گروهی)	P بر اساس D (بین گروهی)
سرعت متوسط (متر بر ثانیه)	تجربی ۱	۰/۸۹۶±۰/۱۱	۰/۸۹۵±۰/۱۰	۰/۹	*۰/۰۲۶
	تجربی ۲	۰/۹۲±۰/۰۶	۰/۹۵±۰/۰۶	*۰/۰۲۸	
زمان متوسط هر ۱۰۰ متر (ثانیه)	تجربی ۱	±۱۵/۵۷ ۱۱۲/۷۱	±۱۵/۱۰ ۱۱۲/۶۰	۰/۹۲	*۰/۰۱۲
	تجربی ۲	۱۰۸/۲۴±۶/۹۷	۱۰۲/۳۱±۵/۲۰	*۰/۰۱۲	
مسافت تی بیست (متر)	تجربی ۱	۱۰۸۰±۱۳۸/۰۴	±۱۲۹/۰۱ ۱۰۸۱/۶۲	۰/۹۷	*۰/۰۲۰
	تجربی ۲	±۷۷/۶۶ ۱۱۱۲/۸۵	±۷۲/۸۶ ۱۱۶۵/۱۴	*۰/۰۱۸	

* تفاوت معنی دار؛ تجربی ۱: تمرین شنا بدون بستن باند الاستیکی؛ تجربی ۲: تمرین شنا با بستن باند الاستیکی

استفاده از آزمون تی همبسته (جدول۴) نشان داد که سرعت متوسط (P =۰/۰۲۸)، زمان متوسط هر صد متر (P =۰/۰۱۲) و مسافت تی بیست (P =۰/۰۱۸) در گروه تجربی (تمرین + باستن باند الاستیکی) پیشرفت معنی داری داشت، اما در گروه کنترل (تمرین بدون بستن باند الاستیکی) این تغییرات معنی دار نبود.

استفاده از آزمون تی مستقل (با استفاده از نمرات افزوده D) برای تعیین تفاوت تغییرات بین گروهی نشان داد که تغییرات مربوط به سرعت متوسط (P =۰/۰۲۶)، زمان متوسط هر صد متر (P =۰/۰۱۲) و مسافت تی بیست (P =۰/۰۲۰) بین دو گروه تجربی و کنترل معنی دار بود.

بحث و بررسی

تلاش برای بهبود توان هوازی بیشینه همواره بخشی از برنامه‌های تمرینی ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی را به خود اختصاص داده است (۴،۳،۲) در پژوهش حاضر نشان داده شد که چهار هفته تمرین شنا با تمرین ویژه عضلات تفنسی (بستن باند الاستیکی حین تمرین شنا در آب) موجب افزایش زمان رسیدن به واماندگی شناگران و بهبود عملکرد آنها می‌شود.

در این راستا، برخی از پژوهش‌ها اثر ارگوژنیکی این تمرین‌ها را تأیید کردند (۳۹،۲۱،۱۵) ولی برخی دیگر هیچ گونه اثری را گزارش نکردند (۴۱،۲۸) که ممکن است به نوع عملکرد وابسته باشد. برای مثال پاین و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تمرین عضلات تنفسی هیچ اثری بر دویدن سرعتی ندارد (۳۰).اما ولیانیتزی و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که پس از تمرین عضلات تنفسی، رکورد ۵۰۰۰ متر قایقرانان کاهش معنی داری دارد و مسافت تست ۶– دقیقه ای قایقرانی نیز افزایش می‌یابد (۳۹). بوتلیر و همکاران (۱۹۹۲) نیز بهبود عملکرد دوچرخه سواری را پس از چهار هفته تمرین عضلات تنفسی نشان دادند (۸). در پژوهش‌های جدید تر ریگاناس و همکاران (۲۰۰۸) اثر شش هفته تمرین ویژه عضلات تنفسی بر قدرت عضلات تنفسی، اکسیژن مصرفی بیشینه، تجمع لاکتات و عملکرد ورزشی ۱۹ قایقران نخبه را بررسی کردند و نشان دادند که قدرت عضلات تنفسی ۲۸% افزایش یافت؛ اما بر اکسیژن مصرفی بیشینه و عمکلرد قایقرانان نخبه اثری نداشت (۳۲). اسپرلیچ (۲۰۰۹) و همکاران نیز به بررسی اثر ۶ هفته تمرین عضلات تنفسی بر اکسیژن مصرفی بیشینه و عملکرد دویدن ۱۷ سرباز آلمانی پرداختند و هیچ تغییر معنی داری را در سرعت دویدن سربازان نیافتند(۳۷). اما نیکس و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی اثر پنج هفته تمرین عضلات تنفسی بر اجرای ورزشی، قدرت و خستگی عضلات تنفسی و دیس پنیای بلزیکنان فوتبال پرداختند و بهبود عملکرد ورزشی آنها را گزارش کردند. آنها متذکر شدند که ساخت و کار تاثیر این تمرین‌ها به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد (۲۹). تفاوت در نتایج می‌تواند از روش‌های تمرینی متفاوت

(حجم و شدت)، استفاده از ابزارهای تمرینی متفاوت و ناهمگنی بین نمونه‌های تمرینی ناشی شود؛ همچنین می‌تواند به دلیل تعداد اندک آزمودنی ها، نداشتن گروه کنترل و تحریک نکردن مناسب عضلات تنفسی باشد (۳۷).

در توجیه آثار مثبت استفاده از مقاومت تنفسی در حین تمرین می‌توان گفت که ورزش شدید موجب خستگی عضلات تنفسی می‌شود (۱۰) و این بر اجرای ورزشی اثر معکوسی دارد. با افزایش شدت و زمان ورزش و خستگی عضلات تنفسی، میزان دیس پنیا نیز افزایش می‌یابد، بنابراین از لحاظ نظری و فرضی تمرین عضلات تنفسی با کاهش جریان حرکتی برای سطح مشخصی از تهویه دقیقه ای، دیس پنیا را کاهش می‌دهد (۲۷) بدین جهت تمرین عضلات تنفسی موجب کاهش درک فشار عضلات تنفسی می‌شود. همچنین کاملا روشن است که عضلات تنفسی به هنگام ورزش‌های استقامتی بخش عظیمی از کار سوخت و ساختی را انجام می‌دهند. در تایید این موضوع، خاطر نشان می‌شود که به هنگام ورزش‌های سنگین، عضلات تنفسی بیش از ۱۵% از کل اکسیژن مصرفی افراد تمرین کرده را مصرف می‌کنند (۶). بنا به پیشنهاد برخی از شواهد؛ عضلات تنفسی همانند عضلات اسکلتی اندام‌ها به تمرین‌های ویژه، پاسخ می‌دهند و قدرت و استقامت آنها افزایش می‌یابد. در این پژوهش با وجود آنکه افزایش قدرت عضلات تنفسی نشان داده شده معنی دار نبود، ولی یافته‌های پژوهش‌های پیشین نیز افزایش قدرت را نشان دادند (۳۹،۳۲) اما میزان افزایش قدرت در پژوهش‌های مختلف متفاوت است که می‌تواند به دلیل تفاوت در روش‌های گوناگون تمرین‌های ویژه عضلات تنفسی، مدت و شدت تمرین و سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها باشد (۳۲). اینبار (۲۲) و ولیانتیس (۳۹) نیز افزایش قدرت عضلات تنفسی ورزشکاران نخبه را پس از تمرین این عضلات گزارش کردند.

نتایج پژوهش حاکی از افزایش معنی‌دار TTE گروه تجربی۲ بود؛ اما در گروه تجربی۱ علی رغم افزایش زمان رسیدن به واماندگی، این تأثیر معنی‌دار نبود. در این زمینه، ادواردز و همکارانش (۲۰۰۴) پی بردند که ۴ 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 دادن کار بیشتر این عضلات (بدون درک فشار تنفسی بالا)، مربوط باشد (۱۱). همچنین با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش پس از دوره تمرین؛ اختلاف معنی‌داری در زمان رسیدن به واماندگی به هنگام مقایسه گروه‌های تجربی ۱ و ۲(علی رغم بیشتر بودن افزایش آن گروه تجربی۲) مشاهده نشد.

نتایج آزمون تی بیست در پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از این روش موجب بهبود عملکرد ورزشی شناگران می‌شود. همان طور که اشاره شد آزمون T-20 تخمین دقیقی از سرعت آستانه بی هوازی فردی شناگر را فراهم می‌آورد؛ همچنین برای ارزیابی تغییرات ظرفیت هوازی بسیار سودمند است. بهبود زمان شنای ورزشکار (کاهش رکورد) به معنای آن است که میزان سوخت و ساخت هوازی و دفع لاکتات از عضلات و خون بهبود یافته است (۵).

در نتیجه، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از باند الاستیکی به منظور افزایش میزان بار وارد بر عضلات تنفسی به هنگام تمرین هوازی باعث ایجاد سازگاری هایی در این عضلات می‌شود و این امر می‌تواند برای بهبود عملکرد ورزشی باعث کسب مزیت‌هایی شود و از این روش تمرینی می‌توان برای تسریع در دستیابی به بخشی از سازگاری‌ها به تمرین هوازی و بهبود عمکرد ورزشی استفاده کرد (گائینی، ۱۳۷۹).

منابع

۱–گائینی، عباسعلی؛ فیزیولوژی ورزشی دوران رشد. مولف تامس رولند(۱۳۷۹). انتشارات پژوهشکده تربیت بدنی و علوم وزرشی

۲–درودیان، علی اصغر؛ هوانلو، فریبرز؛ نمازی زاده، مهدی (۱۳۸۶). توصیف عملکرد شناگران نخبه نوجوان ایرانی با به کارگیری لباس‌های مخصوص شنا. علوم حرکتی و ورزش. ۵(۱۰):۱۱–۱.

۳–دهخدا، محمدرضا؛ گائینی، عباس علی؛ رجبی، حمید؛ قنبری نیاکی، عباس؛ صراف نژاد، عبدالفتاح(۱۳۸۶).تاثیر یک دوره فعالیت هوازی همراه با مصرف اسپیرولینا بر بیشینه اکسیژن مصرفی و عملکرد برخی از شاخص‌های دستگاه ایمنی مردان تمرین کرده پس از فعالیت بدنی وامانده ساز.مجله علوم حرکتی و ورزش ; ۵(۹):۴۶–۲۹.

۴–محمدزاده سلامت خالد,رجبی حمید,نوروزیان منیژه,بهرامی نژاد مرتضی(۱۳۸۹). تاثیر چهار هفته تمرین هوازی همراه با محدود کردن حرکت قفسه سینه بر توان هوازی و عملکرد قلبی – تنفسی افراد سالم.کمیته ملی المپیک.دوره ۱۸(۲ (پیاپی ۵۰)صفحه۱۸–۷.

۵– مسیبی فتح الله، رمضانی علیرضا، شیخ الاسلامی وطنی داریوش، گائینی عباسعلی، جلال زاده زهرا.(۱۳۸۷)راهنمای پزشکی و علوم ورزشی شنا.کمیته ملی المپیک جمهوری اسلامی ایران.

6- Aaron, E.A., Johnson, B.D., Seow, C.K., Dempsey, J.A. (1992) Oxygen cost of exercise hyperpnea: measurement. J Appl Physiol. May;72(5):1810-7.

7- Amonette, W.E., Dupler, T.L. (2002) The effect of respiratory muscle training on VO2max , the ventilatory threshold and pulmonary function.J Exerc Physiol. 5(2): 354-363.

8- Boutellier, U., Büchel, R., Kundert, A., Spengler, C. (1992) The respiratory system as an exercise limiting factor in normal trained subjects. Eur J Appl Physiol Occup Physiol.;65(4):347-53.

9- Coast, J.R., Cline, C.C.(2004) The effect of chest wall restriction on exercise capacity. Respirology. Jun;9(2):197-203.

10- Coast, J.R., Clifford, P.S., Henrich, T.W., Stray-Gundersen, J., Johnson, R.L. (1990) Jr. Maximal inspiratory pressure following maximal exercise in trained and untrained subjects. Med Sci Sports Exerc. Dec;22(6):811-5.

11- Edwards, A., 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.

12- Enright, S.J., Unnithan, V.B., Heward, C., Withnall, L., Davies, D.H. (2006) Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. Phys Ther. Mar;86(3):345-54.

13- Farmer, L., Patterson, J., Rogers, A., Michael, E. (2006) Effect of Chest constriction on aerobic conditioning. Med. Sci.Sports Exerc. 38(5):S396-S397.

14-Fast Shelby, L., Patterson, Jeremy, A., Farmer, K. L., Rogers. (2006) The Effects of Chest Constriction at Rest on Aerobic Capacity. Med. Sci. Sports Exerc. May Supplement; 38(5): S397.

15- Gething, A.D., Williams, M., Davies, B. (2004) Inspiratory resistive loading improves cycling capacity: a placebo controlled trial. Br J Sports Med. Dec;38(6):730-6.

16- Glerant, J.C., Mustfa, N., Man, W.D., Luo, Y.M., Rafferty, G., Polkey, M.I., Moxham, J. (2006) Diaphragm electromyograms recorded from multiple surface electrodes following magnetic stimulation. Eur Respir J. Feb;27(2):334-42.

17- Harms, C.A., Wetter, T.J., McClaran, S.R., Pegelow, D.F., Nickele, G.A., Nelson, W.B., Hanson, P., Dempsey, J.A. (1998) Effects of respiratory muscle work on cardiac output and its distribution during maximal exercise. J Appl Physiol. Aug;85(2):609-18.

18- Harty, H.R., Corfield, D.R., Schwartzstein, R.M., Adams, L. (1999) External

thoracic restriction, respiratory sensation, and ventilation during exercise in men. J Appl Physiol. Apr;86(4):1142-50.

19- Henke, K.G., Sharratt, M., Pegelow, D., Dempsey, J.A. (1988) Regulation of end-expiratory lung volume during exercise. J Appl Physiol. Jan;64(1):135-46

20- Heyward, V.H. (2002) Advanced fitness assessment exercise prescription. Human kinetics.95-9.

21- Holm, P., Sattler, A., Fregosi, R.F. (2004) Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists. BMC Physiol. May 6;4:9.

22- Inbar, O., Weiner, P., Azgad, Y., Rotstein, A., Weinstein, Y. (2000) Specific inspiratory muscle training in well-trained endurance athletes. Med Sci Sports Exec. Jul;32(7):1233-7.

23- Jardim, J., Farkas, G., Prefaut, C., Thomas, D., Macklem, P.T., Roussos, C. (1981) The failing inspiratory muscles under normoxic and hypoxic conditions. Am Rev Respir Dis. Sep;124(3):274-9.

24- Kabitz, H.J., Walker, D., Schwoerer, A., Sonntag, F., Walterspacher, S., Roecker, K., Windisch, W. (2007) New physiological insights into exercise-induced diaphragmatic fatigue. Respir Physiol Neurobiol. Aug 15;158(1):88-96.

25- Kraemer, W., Admas, K., Cararellli, E. (2009) American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. Mar;41(3):687-708.

26- Lomax, ME., McConnell, A.K. (2003) Inspiratory muscle fatigue in swimmers after a single 200 m swim. J Sports Sci. Aug;21(8):659-64.

27- McConnell, A.K., Romer, L.M. (2004) Dyspnoea in health and obstructive pulmonary disease: the role of respiratory muscle function and training. Sports Med.

34(2):117-32.

28- Morgan, D.W., Kohrt, W.M., Bates, B.J., Skinner, J.S. (1987) Effects of respiratory muscle endurance training on ventilatory and endurance performance of moderately trained cyclists. Int J Sports Med. Apr;8(2):88-93.

29- Nicks, C.R., Morgan, D.W., Fuller, D.K., Caputo, J.L. (2009) The influence of respiratory muscle training upon intermittent exercise performance. Int J Sports Med. Jan;30(1):16-21.

30- Pine, M., Murphy, A., Watsford, M., Coutts, A. (2005) Specific respiratory muscle training: the effect of various training strategies upon repeat sprint performance. J Sci Med Sports. 8 suppl.

31- Ray, A.D., Pendergast, D.R., Lundgren, C.E. (2010) Respiratory muscle training reduces the work of breathing at depth. Eur J Appl Physiol. Mar;108(4):811-20.

32- Riganas, C.S., Vrabas, I.S., 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. Sep;48(3):285-92.

33- Roussos, C., Zakynthinos, S. (1996) Fatigue of the respiratory muscles. Intensive Care Med. Feb;22(2):134-55.

34- Scherer, T.A., Spengler, C.M., Owassapian, D., Imhof, E., Boutellier, U. (2000) Respiratory muscle endurance training in chronic obstructive pulmonary disease: impact on exercise capacity, dyspnea, and quality of life. Am J Respir Crit Care Med. Nov;162(5):1709-14.

35- Sonetti, D.A., Wetter, T.J., Pegelow, D.F., Dempsey, J.A. (2001) Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance. Respire Physiol.Sep;127(2-3):185-99.

36- Spengler, C.M., Roos, M., Laube, S.M., Boutellier, U. (1999) Decreased exercise blood lactate concentrations after respiratory endurance training in humans. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. Mar;79(4):299-305.

37- Sperlich, B., Fricke, H., de Marées, M., Linville, J.W., Mester, J. (2009) Does respiratory muscle training increase physical performance? Mil Med. Sep;174(9):977-82.

38- Tomczak, S.E., Guenette, J.A., Reid, W.D., McKenzie, D.C., Sheel, A.W. (2010) Diaphragm Fatigue Following Sub-Maximal Exercise With Chest Wall Restriction. Med Sci Sports Exerc. Jul 7. [Epub ahead of print]

39- Volianitis, S., McConnell, A.K., Koutedakis, Y., McNaughton, L., Backx, K., Jones, D.A. (2001) Inspiratory muscle training improves rowing performance. Med Sci Sports Exerc. may;33(5):803-9.

40- Weiner, P., Magadle, R., Beckerman, M., Weiner, M., Berar-Yanay, N. (2003) Comparison of specific expiratory, inspiratory, and combined muscle training programs in COPD. Chest. Oct;124(4):1357-64.

41-Williams, J.S., Wongsathikun, J., Boon, S.M., Acevedo, E.O. (2002) Inspiratory muscle training fails to improve endurance capacity in athletes. Med Sci Sports Exerc. Jul;34(7):1194-8.