

تأثیر یک دوره تمرین ایتروال و کاهش بار تدریجی در دوره زمانی دو و سه هفته‌ای بر سطوح آکوپورین ۵ بافت ریه رت‌های نر

اکرم ارزانی*^۱، شادمهر میرداری^۲

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مازندران

۲- دانشیار دانشگاه مازندران

* نشانی نویسنده مسئول: مازندران، بابلسر، بلوار دانشگاه، پردیس دانشگاه مازندران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

Email: Akram_arzani@yahoo.com

پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۷

اصلاح: ۹۳/۰۳/۱۳

وصول: ۹۳/۰۲/۰۸

چکیده

زمینه و هدف: آکوپورین ۵ پروتئین غشایی و انتگرالی است که نقش اساسی در حرکت آب، در سیستم تنفسی دارد. AQP5 می‌تواند در فشارهای فیزیولوژیکی مانند ورزش تعادل مایع ریوی را به طور بالقوه‌ای تغییر دهد و بر روی تبادل گاز و عملکرد ریه تأثیرگذار باشد. بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر یک دوره کاهش بار تمرینی بر سطوح آکوپورین ۵ بافت ریه رت‌های نر بود.

روش‌شناسی: ۴۰ سر موش صحرائی ویستار نر نوزاد پنج هفته‌ای با میانگین وزن 68 ± 9 گرم به طور تصادفی به سه گروه پایه، کنترل و تمرین تقسیم شدند. گروه تمرینی به مدت شش هفته تمرین ایتروال را برای اجرای پروتکل تیپر انجام داده و گروه کنترل هم در طول این مدت بدون فعالیت در کنار گروه تمرینی قرار داشت. در انتهای هفته‌ی ششم آزمودنی‌ها به دو گروه شامل یک گروه کنترل که از ابتدا به عنوان گروه کنترل شناخته شده بود و گروه تمرینی که وارد دوره تیپر شد. تمرین ایتروال فزاینده به مدت شش جلسه در هفته، هر جلسه ۳۰ دقیقه با سرعت ۲۵ تا ۷۰ متر بر دقیقه و سپس مرحله تیپر به مدت سه هفته با الگوی کاهش تواتر تمرینی انجام شد. اندازه‌گیری سطوح AQP5 با استفاده از کیت و به روش ELISA انجام شد. تجزیه و تحلیل با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه و آزمون LSD در سطح $0.05 \leq \alpha$ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاکی از آن بود که سطوح AQP5 بافت ریه گروه‌های تیپر دو هفته‌ای و سه هفته‌ای در مقایسه با گروه پایه و کنترل افزایش معنی‌داری ($P \leq 0.001$) داشته است. این در حالی است که تفاوت معناداری ($P \geq 0.05$) بین سطوح آکوپورین ۵ گروه تیپر دو هفته‌ای در مقایسه با گروه تیپر سه هفته‌ای مشاهده نشد. همچنین افزایشی به میزان $73/03$ درصدی در میانگین سطوح AQP5 گروه تیپر نسبت به گروه ایتروال دیده شد.

بحث و نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد یک دوره کاهش بار تمرینی با افزایش سطوح AQP5 تعدیل بار تمرینی احتمالاً می‌تواند به تنظیم عوامل مرتبط بر تعادل آب ریوی و کاهش آسیب مجاری و اپی تلیوم تنفسی کمک کند.

واژه‌های کلیدی: تمرین ایتروال، تیپر، آکوپورین ۵، بافت ریه.

مقدمه

مزایای تمرینات شدید ایتروال در بهبود عملکرد ورزشی، این نکته را باید مدنظر داشت که تمرینات زیاد و فشرده باعث آسیب و نیز به مخاطره افتادن عملکرد ورزشی می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که تمرین بیش از حد همراه با استراحت کم می‌تواند منجر به بیش تمرینی در ورزشکاران گردد. حذف و یا به حداقل رساندن این مشکلات با تغییر در بار تمرین، زمان‌های بازیافت، نظارت و کنترل ورزشکار طی مراحل

دسترس‌ی به الگوی آمادگی مناسب برای بهبود عملکرد ورزشی، مورد توجه اکثر مربیان تیم‌های ورزشی با استفاده از رویکرد تمرینی ویژه و برنامه‌های تمرینی مختلف است. از جمله برنامه‌های تمرینی رایج تمرینات ایتروال، با هدف افزایش ظرفیت هوایی در مدت زمان کوتاه می‌باشد (۱). با وجود

مختلف تمرینی می‌تواند در جلوگیری از توسعه و گسترش بیش‌تر تمرینی در ورزشکاران مفید باشد (۲). از این رو برای بهبود عملکرد ورزشکاران، قبل از یک رقابت نهایی یا مسابقات حساس، تکنیک تیپر یا کاهش بار تمرینی مورد اقبال قرار گرفته است. صاحب نظران علوم ورزشی از تیپر به عنوان یک دوره زمانی کاهش بار پس از مراحل آماده‌سازی و پیش از مسابقات یاد می‌کنند که برای جلوگیری از خستگی ناشی از تمرین استفاده می‌گردد (۳). معمولاً این تکنیک به سه شیوه‌ی کاهش تواتر، تکرار و شدت تمرین اجرا می‌شود (۴). اما کاهش در این متغیرها نباید به گونه‌ای باشد که سازگاری ایجاد شده توسط تمرین، دچار اختلال و یا منجر به سندروم بی‌تمرینی در ورزشکاران شود (۳). براساس گزارش مطالعات یک دوره کاهش بار که خوب طراحی و اجرا شده باشد می‌تواند موجب افزایش اکسیژن مصرفی، افزایش سطح گلیکوژن عضله، افزایش قدرت و نیرو و توسعه عملکرد ورزشکار شود (۲). توماس و بوسو (۲۰۰۵) فاکتورهای تمرینی متأثر از تیپر را مورد بررسی قرار دادند آن‌ها دریافته‌اند که حجم و یا شدت بالای تمرینی قبل از تیپر بهبود عملکرد را ممکن می‌سازد لیکن به دوره‌ای بیشتری از کاهش بیشتر در باره تمرینی نیازمند است (۵).

از سوی دیگر تحقیقات نشان داده‌اند که ورزش‌های هوازی کم‌شدت و متوسط می‌توانند استراحتی مطلوب‌تری در برابر رمدلینگ و التهاب راه‌های هوایی در موش‌های مبتلا به آسم باشد. در حالی که ورزش کوتاه‌مدت شدید، می‌تواند منجر به اختلالات قابل توجه و طولانی مدت در وضعیت انرژی میتوکندریایی لکوسیت‌های خون محیطی شود که نهایتاً افزایش آپوپتوز به همراه التهاب و افزایش سایتوکین پیش‌آپوپتوزی در پارانشیم ریه در پی دارد (۶). پارانشیم ریه مشتمل بر بافت آلوئولار، مجاری آلوئولار، برونشیول‌های تنفسی و برونشیول‌های ترمینال است. با این حال این اصطلاح مشمول تمام بافت ریه از جمله برونشیول‌ها، برونش‌ها، رگ‌های خونی و فضاهای بینابینی در ریه می‌گردد. معمولاً آلوئول‌ها و سلول‌های اپی‌تلیال از اولین نواحی ریه‌ها هستند که هدف آسیب قرار می‌گیرد (۷). این در حالی است که بیان آکوپورین‌ها به ویژه آکوپورین ۵ در سلول‌های اپی‌تلیال نوع ۱ و ۱۱ بافت ریه نقش اساسی در بیماری‌های مختلف ریوی مانند ادم ریه، عفونت، التهاب، آسیب‌های حاد و مزمن ریه و فیبروز ریوی دارد (۸).

آکوپورین ۵ پروتئین غشایی و انتگرالی است که حرکت آب را در سراسر غشاء سلولی در پاسخ به شیب اسمزی تسهیل می‌نماید. این پروتئین در جابجایی و انتقال آب در اپی‌تلیال، اندوتلیال ریه و راه‌های هوایی در طی هیدراتاسیون راه هوایی، انتقال مایع آلوئولی و ترشح غده سابکوزال عمل می‌کند (۸،۹). نامورا و همکاران (۲۰۰۶) با حذف آکوپورین ۵ در بافت ریه موش‌ها کاهش ۱۰ برابری را در نفوذ اسمزی آب از سد آلوئولی مویرگی بخش خارجی ریه را مشاهده کردند (۱۰). این در حالی است که محققان نشان داده‌اند که تحت شرایط عادی، حرکت آب با جریان اسمزی در سراسر غشاء سلولی عبور داده می‌شود. حرکت آب در راه‌های هوایی انسان و دیگر پستانداران یک جزء اصلی و ضروری فرآیندهای فیزیولوژیکی است که شامل مرطوب کردن هوای داخل، ترمیم و نگهداری مایع سطح راه‌های هوایی مورد نیاز گازها و عمل تبادل مواد در راه‌های هوایی می‌باشد (۱۱). محققان دریافته‌اند که آکوپورین‌ها در انتقال مایعات در محیط راه‌های هوایی ریه مشارکت می‌نمایند. همانند بیشتر پروتئین‌ها، بیان آکوپورین‌ها رشد ریه را تنظیم می‌کنند (۹). در مطالعه‌ای حیوانی نشان داده شده است که عوامل شناخته شده‌ای از جمله آکوپورین‌ها و به ویژه AQP₅ در تنظیم نمو و بلوغ ریه نقش دارند. یافته‌های پژوهشی در این زمینه حاکی از آن است بیان آکوپورین ۵ در بافت ریه به وسیله عوامل رشدی، واسطه‌های التهابی، فشار اسمزی، و نیز سلول‌های مختلف ریه تنظیم می‌شود (۱۱).

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در ورزشکاران به ویژه در ورزشکاران استقامتی، تکرار روزانه فعالیت بدنی در دوره زمانی بالا، موجب آسیب‌های اپیتلیالی و افزایش التهاب در مخاط تنفسی آن‌ها می‌شود (۱۲). گزارشات مبنی بر آن است که تمرینات ورزشی با بار تمرینی سنگین از طریق افزایش تهویه موجب افزایش ساییدگی راه‌های هوایی و پارگی اپی‌تلیوم تنفسی شده و در نتیجه التهاب راه‌های هوایی و آسیب اپی-تلیالی را موجب می‌شوند (۱۲). بنابراین با توجه به نقش تمرینات منظم و رعایت اصول کاهش بار تمرینی قبل از شروع مسابقات بر عملکرد موفق ورزشی (۲) و تعادل مایع ریوی (۵)، در کنترل تنفس و ظرفیت‌های و حجم‌های تنفسی (۱۳) به نظر می‌رسد نقش آکوپورین ۵ در شکل‌گیری و عملکرد بافت ریه (۱۱)، و نیز سازگاری‌های نمودی و تمرینی از

اهمیت زیادی برخوردار است. از سوی دیگر محقق در بررسی‌های خود به پژوهشی در مورد پاسخ سازگاری آکوپورین ۵ بافت ریه همراه با نمو در دوره تمرینات ورزشی و نیز تیپر برخورد نکرده است. بر این اساس، هدف این پژوهش بررسی تاثیر یک دوره کاهش بار تمرینی (تیپر) بر سطوح آکوپورین ۵ بافت ریه موش‌های در حال بالیدگی بود.

روش‌شناسی

در این پژوهش تجربی، ۵۰ موش صحرایی ویستار نر پنج هفته‌ای با میانگین وزن 68 ± 9 گرم از مؤسسه انستیتو پاستور آمل خریداری و به محل نگهداری حیوانات آزمایشگاه گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مازندران منتقل شدند. پس از انتقال آزمودنی‌ها به محیط آزمایشگاه، به مدت یک هفته (هفته ۱ اول) جهت تطابق با محیط جدید به صورت گروه‌های چهار سرموش در قفس‌های پلی‌کربنات شفاف در محیطی با دمای ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۴۵ تا ۵۵ درصد و چرخه تاریکی به روشنایی ۱۲:۱۲ ساعت نگهداری شدند. در طی دوره پژوهش نیز حیوانات از غذا به صورت پلت و به میزان ۱۰ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن و با توجه به وزن‌کشی هفتگی مصرف می‌کردند. همچنین آب مورد نیاز حیوان نیز به صورت آزاد و از طریق بطری‌های ویژه در دسترس قرار داده می‌شد. پس از دو هفته آشنایی با محیط جدید و نحوه‌ی فعالیت روی نوارگردان در ابتدا به صورت تصادفی به سه گروه پایه، کنترل و تمرین اولیه تقسیم شدند.

طرح تجربی

گروه تمرینی به مدت شش هفته تمرین ایتروال را برای اجرای پروتکل تیپر انجام داده و گروه کنترل هم در طول این مدت بدون فعالیت در کنار گروه تمرینی قرار داشت. در انتهای هفته-۱ ششم آزمودنی‌ها به دو گروه شامل یک گروه کنترل که از ابتدا به عنوان گروه کنترل شناخته شده بود و گروه تمرینی وارد دوره تیپر شد، به نحوی که هر گروه شامل ۱۰ رت بود.

برنامه تمرینی

مرحله آشنایی شامل چهار جلسه برنامه تمرینی ایتروال با سرعت ۱۰ الی ۲۵ متر بر دقیقه و شیب صفر درصد به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه، مطابق با الگوی برنامه‌ی تمرینی ایتروال فزاینده بود. هر برنامه تمرینی در ابتدا با پنج دقیقه سرد کردن و

گرم کردن شروع می‌گردید. برنامه تمرینی ایتروال فزاینده، به صورت ۱۰ تکرار یک دقیقه‌ای و استراحت فعال دو دقیقه‌ای اجرا شد، به گونه‌ای که کل زمان تمرین روزانه برای هر رت ۳۰ دقیقه طول می‌کشید. رت‌ها برنامه تمرین ایتروال فزاینده را با سرعت ۲۵ متر بر دقیقه شروع و با سرعت ۷۰ متر بر دقیقه در طی شش هفته به پایان رساندند (۱۴،۱۵). این برنامه به مدت شش هفته و هر هفته نیز در شش جلسه اجرا شد. رت‌ها پس از تمرینات ایتروال فزاینده با کاهش تواتر تمرین وارد مرحله کاهش بار تمرینی (تیپر) شدند. برنامه پروتکل تمرینی برای رت‌ها به صورت ایتروال مطابق جدول شماره یک اجرا شد.

نمونه‌برداری ریه و تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی

گروه پایه قبل از اجرای برنامه تمرینی، گروه ایتروال و کنترل پس از اتمام دوره تمرینات ایتروال و گروه‌های تیپر در پایان هفته دوم و سوم تیپر پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرینی با ترکیبی از کتامین (۵۰-۳۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) و زایلازین (سه تا پنج میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) بی‌هوش شدند (۱۶). سپس با استفاده از تیغ جراحی بافت ریه خارج شد و با استفاده از ترازوی سارتوریوس بی ال ۱۵۰۰ با دقت ۰/۰۰۱ وزن شدند. آنگاه بافت‌ها توسط تیغ جراحی جدا شده و در تیوب‌های مخصوص، بلافاصله در مایع نیتروژن قرار داده شدند و سپس برای نگهداری در فریزر دمای -۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سطوح AQP5 بافت ریه با استفاده از کیت الایزا ویژه آکوپورین ۵ موش صحرایی ساخت شرکت Cusabio Biotech کشور چین و با استفاده از دستگاه الایزا ریدر مدل SunRise ساخت شرکت Tecan کشور اتریش تعیین گردید. برای این منظور، ابتدا بافت‌ها در هاون چینی با استفاده از ازت مایع به صورت پودر درآمد و سرانجام با اضافه کردن ۱۰ میلی‌لیتر بافر آنتی‌پروتئاز سوسپانسیون از عصاره‌ی خام بافت مورد نظر به مدت ۱۵ دقیقه و سرعت ۳۰۰۰g سانتریفیوژ شد. محلول بدست آمده برای سنجش شاخص مورد نظر با استفاده از بیخ خشک به آزمایشگاه منتقل شد.

جدول ۱. پروتکل تمرین

تیپر	اینتروال									آشنایی
	نهم	هشتم	هفتم	ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	هفته تمرین
										سن (هفته)
										سرعت به متر در دقیقه
										مدت به دقیقه
										استراحت بین تکرارها
										تعداد تکرار
										تعداد جلسه در هفته

می‌دهد. با توجه به معنی‌دار بودن تعامل بین گروه‌ها و هفته‌ها، تفاوت معنی‌دار بین عامل هفته و گروه‌ها مورد تایید قرار گرفت ($P=0/001$).

از سوی دیگر، نتایج آنالیز واریانس دوطرفه، و ارزش $F(4/7)$ ، حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار ($P=0/001$) بین سطوح AQP5 بین گروهی است، به طوری که بین سطوح AQP5 بافت ریه گروه‌های تیپر دو هفته‌ای و سه هفته‌ای در مقایسه با گروه پایه و کنترل افزایش معنی‌داری ($P\leq 0/001$) مشاهده شد. این در حالی است که تفاوت معناداری ($P\geq 0/55$) بین سطوح آکوپورین ۵ گروه تیپر دو هفته‌ای در مقایسه با گروه تیپر سه هفته‌ای مشاهده نشد.

همچنین یافته‌های پژوهش نشان داد که سطوح AQP5 گروه تیپر به میزان $10/72$ درصد در هفته دوم تیپر و $43/51$ درصد در هفته سوم تیپر نسبت به گروه کنترل افزایش یافته است. به علاوه، افزایشی $73/03$ درصدی در میانگین سطوح AQP5 گروه تیپر نسبت به گروه اینتروال مشاهده گردید.

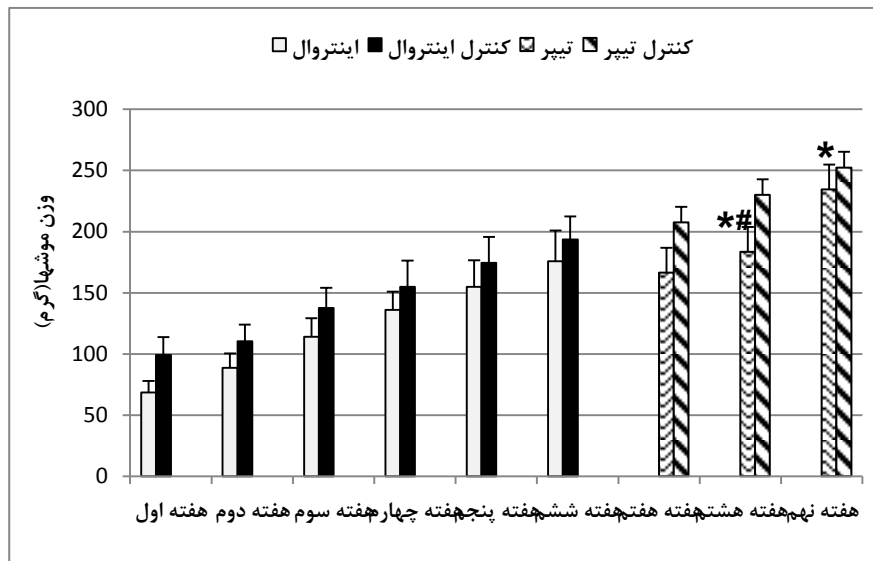
تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آزمون کلموگراف-اسمیرنف برای بررسی توزیع طبیعی استفاده گردید. به منظور بررسی تفاوت‌های بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. در مجموع سطح آلفا $0/05$ برای اجتناب از خطای آماری نوع یک استفاده شد.

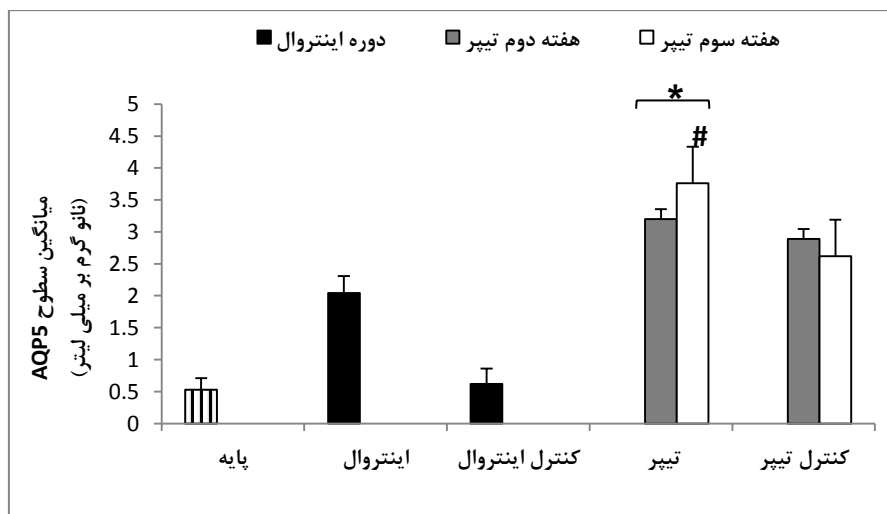
برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آزمون کلموگراف-اسمیرنف برای بررسی توزیع طبیعی استفاده شد. با توجه به طبیعی بودن نحوه توزیع داده‌ها، از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه و آزمون تعقیبی LSD به منظور بررسی تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. در این بررسی‌ها مقدار $P\leq 0/05$ به منظور رد فرض صفر در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نمودار یک میانگین وزن و انحراف استاندارد موش‌ها در طول شش هفته تمرین اینتروال و به دنبال آن، سه هفته تیپر را نشان



شکل ۱. تغییرات وزن آزمودنی‌ها در شش هفته تمرین اینتروال و سه هفته تیبر
* معنی داری با گروه اینتروال، # معنی داری با گروه کنترل



شکل ۲. میانگین و خطای استاندارد سطوح AQP5 بافت ریه گروه‌های پژوهش
* نشانه معنی داری با گروه پایه، # نشانه معنی داری با گروه اینتروال

حال بالیدگی بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطوح آکوپورین ۵ بافت ریه آزمودنی‌ها پس از شش هفته تمرینات اینتروال و به دنبال آن یک دوره کاهش بار تمرینی افزایش یافته است. وانگ و همکاران (۲۰۰۷) نشان داده‌اند که در AQP₅ مسیر اصلی محور اسمز انتقال مایعات در بافت ریه است

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر یک دوره تمرین اینتروال و کاهش بار تدریجی در دوره زمانی دو و سه هفته‌ای کاهش بار تمرینی بر سطوح آکوپورین ۵ بافت ریه موش‌های رت نر در

(۱۷). هرگونه کاهش سطوح AQP_5 در راه‌های هوایی موجب کاهش ترشح مایعات و نفوذپذیری آب در پاسخ به شیب اسمزی می‌شود (۸). به طور کلی، سازوکار اصلی انتقال مایعات، کاهش حرکت آب با جریان اسمزی در سراسر غشاء سلولی است. حرکت آب در راه‌های هوایی انسان و دیگر پستانداران، که شامل مرطوب کردن هوای داخل، ترمیم و نگهداری مایع سطح راه‌های هوایی مورد نیاز گازها و عمل تبادل مواد در راه-هوایی می‌باشد، یک جزء اصلی و ضروری فرآیندهای فیزیولوژیکی است (۱۸). پژوهش‌های گذشته گزارش کرده‌اند که پروتئین AQP_5 نقش اساسی در حرکت آب، در سیستم تنفسی دارد. بیان AQP_5 در ریه موجب حفظ سطح راه‌های هوایی (۱۹)، افزایش نفوذ پذیری آب در پاسخ به شیب اسمزی و جذب مایع آلوئولی در زمان تولد می‌شود (۸). مطالعات بر روی حیوانات آزمایشگاهی نشان داده است که بیان AQP_5 می‌تواند در آسیب‌های پاتولوژیکی ریه، مانند عفونت ریه، التهاب، آسیب حاد و مزمن و همچنین فیبروز ریوی تغییر ایجاد کند. این در حالی است که فشارهای فیزیولوژیکی مانند ورزش می‌تواند تعادل مایع ریوی را تغییر دهد (۵).

فعالیت‌های ورزشی با افزایش نیاز اکسیژن بدن، موجب افزایش تهویه و در نتیجه افزایش مقدار هوای عبوری از راه-های هوایی و اسمولالیه مایع خارج سلولی در غشاء مخاطی برونشیول‌ها می‌شود (۱۲). این افزایش ممکن است موجب آزادسازی واسطه‌های التهابی و عفونی در بافت ریه شود (۲۰). مطالعات نشان دادند که حضور AQP_5 در تمام سطوح اپیتلیال سیستم تنفسی، از طریق انتقال آب بین فضای لومن و سلول-های اپیتلیال موجب حفظ و نگهداری محیط مجرای تنفسی می‌شود (۱۹). چن پارک و همکاران (۲۰۰۸) با توجه به بیان AQP_5 در تنفس نشان دادند که افزایش سطوح AQP_5 موجب کاهش مقاومت راه‌های هوایی و بیماری‌هایی مانند آسم ناشی از ورزش می‌شود (۲۱). این در حالی است که استادلمن و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که شیوع آسم ناشی از ورزش با افزایش سن افزایش می‌یابد و اخیراً شیوع بیشتری در بین ورزشکاران نوجوان پیدا کرده است (۲۲). جستارهای متعددی به بررسی تاثیر تمرینات ورزشی بر روی علائم و نشانه‌های آسم در ورزشکاران صورت گرفته است. آسم ناشی از ورزش یا برونکواسپاسم ناشی از فعالیت بیشینه، بیماری جدا از آسم

نیست. گزارش شده است که فعالیت‌های ورزشی یکی از شایع‌ترین عوامل مستعدکننده حملات آسم می‌باشد. به نحوی که یک جلسه فعالیت بدنی به عنوان یک عامل اسپاسم برونش مطرح می‌شود (۲۳). به طوری که درصد قابل توجهی از ورزشکاران بدون این که هیچ سابقه‌ای از آسم داشته باشند در حین فعالیت ورزشی و یا پس از آن دچار برونکواسپاسم می‌شوند (۲۴). این در حالی است که فلاح (۱۳۸۵) گزارش کرده است تمرینات ورزشی در بیماران آسمی موجب بهبود علائم و شاخص‌های اسپیرومتری و همچنین بهبود عملکرد ریوی بیماران می‌شود (۲۵). پژوهش‌ها نشان می‌دهند تمرینات ورزشی می‌تواند در تقویت دستگاه تنفس و ارتقای سطح عملکرد تهویه‌ای سودمند باشد (۲۶،۲۷). همچنین رام و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند انجام تمرینات ورزشی اثرات سودمندی بر روی تحمل، ظرفیت و کارایی تهویه‌ای و عملکرد ریه‌ها و در نتیجه کاهش آسم می‌شود (۲۸). همچنین نشان داده شده است که افزایش در آسم ناشی از ورزش موجب کاهش FEV_1 و همچنین کاهش AQP_5 بافت ریه می‌شود (۲۱). بنابراین با توجه به یکپارچگی اتصال اپیتلیال-اندوتلیال ریوی، تعامل مقادیر حداکثر حجم هوای بازدمی (FEV_1) و سطوح آکوپورین ۵ بافت ریه در برابر آسم ناشی از ورزش (۲۱)، اهمیت حیاتی حفظ تعادل مایعات و پروتئین AQP_5 در بافت ریه (۸) در بین ورزشکاران نمایان می‌شود. در پژوهش حاضر سطوح AQP_5 بافت ریه گروه‌های تمرینی پس یک دوره شش هفته‌ای تمرینات استقامتی، در مقایسه با گروه پایه و کنترل افزایش معناداری را نشان داد.

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در ورزشکاران به ویژه در ورزشکاران استقامتی، تکرار روزانه فعالیت بدنی در دوره زمانی بالا، موجب آسیب‌های اپیتلیالی و افزایش التهاب در مخاط تنفسی آن‌ها می‌شود (۱۲). گزارشات مبنی بر آن است که تمرینات ورزشی با بار تمرینی سنگین از طریق افزایش تهویه موجب افزایش ساییدگی راه‌های هوایی و پارگی اپیتلیوم تنفسی شده و در نتیجه التهاب راه‌های هوایی و آسیب اپی-تلیالی را موجب می‌شوند (۱۲). بنابراین این احتمال وجود دارد که تمرینات ورزشی در دوره کاهش بار تمرینی، از طریق افزایش بیشتر سطوح AQP_5 بافت ریه گروه‌های تیپر در مقایسه با گروه پایه و اینتروال موجب کاهش آسیب‌های

به طور قابل ملاحظه‌ای بدون تأثیر منفی بر عملکرد ورزشکاران کاهش یابد (۳۰،۲). همچنین موجیکا و همکاران (۲۰۱۲) که با مقایسه‌ی تأثیر دو نوع تیپر بر روی برخی از فاکتورهای فیزیکی و فیزیولوژیکی در بازیکنان فوتبالیست آماتور دریافتند که تیپر با کاهش بیشتر در حجم (۷۵٪) افزایش بیشتری در قدرت را ایجاد می‌کند (۲).

در این میان، پژوهش‌های مختلفی به بررسی اثرات مثبت تیپر بر عملکرد قلب و عروق، متابولیک، هورمون‌ها، خون و عصب-عضله پرداخته‌اند (۳). اما تاکنون پژوهشی به بررسی تغییرات سطوح AQP_5 بافت ریه در دوره تیپر صورت نگرفته است. در این پژوهش سطوح AQP_5 در گروه تیپر در مقایسه با گروه اینتروال ۷۰/۵۸ درصد افزایش یافت. بنابراین نکته قابل ملاحظه این است که کاهش تواتر تمرین پس از یک دوره تمرینات اینتروال فزاینده در موش‌های در حال بالیدگی، توانسته است از طریق افزایش سطوح AQP_5 بافت ریه اثرات مفیدی بر عملکرد استقامتی و همچنین حفظ و افزایش سازگاری‌های فیزیولوژیکی بافت ریه آزمودنی‌ها داشته باشد.

بنابراین با توجه به تعامل مقادیر حداکثر حجم هوای بازدمی (FEV_1) و سطوح آکوپورین ۵ بافت ریه در برابر آسم ناشی از ورزش، این احتمال وجود دارد که یک دوره کاهش بار تدریجی پس از تمرینات اینتروال فزاینده می‌تواند با افزایش سطوح آکوپورین ۵ بافت ریه موجب افزایش FEV_1 و در نتیجه افزایش عملکرد ریوی و کاهش آسیب‌های اپی‌تلیالی و التهاب مخاط تنفسی در ورزشکاران استقامتی در حال بالیدگی گردد.

احتمالی ناشی از ورزش شده باشد. این در حالی است که غالباً دوره تیپر در جهت حفظ و افزایش سازگاری‌های فیزیولوژیکی ناشی از تمرین برنامه‌ریزی می‌شود (۳). در واقع راهبرد تیپر هر چند معجزه نمی‌کند با این حال معمولاً در بهبود عملکرد موثر است، اما گزارش‌های واقع‌بینانه حاکی از بهبود عملکرد حدود سه درصدی وجود دارند (۲۹،۳۰). موجیکا و پادیلا (۲۰۰۳) نشان دادند که هدف از تیپر باید به حداقل رساندن خستگی انباشته شده، بدون به خطر انداختن سازگاری ناشی از تمرین باشد (۳). به طور کلی دوره کاهش بار تمرینی نباید به گونه‌ای باشد که به سازگاری‌های ایجاد شده به وسیله‌ی تمرین آسیب و یا منجر به سندروم بی‌تمرینی در ورزشکاران شود. بی‌تمرینی در این موارد می‌تواند آسیب‌های مختلف، در سازگاری ایجاد نماید که از جمله سبب تغییرات وزنی و افت عملکرد ورزشی ورزشکار می‌شود (۲۹). نتایج تحقیق گارسیا پالاریز و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که کاهش بار تمرین بعد از تمرینات ورزشی باید به گونه‌ای باشد که از کاهش شدید عملکرد عصبی عضلانی و توده بدون چربی در مقایسه با استراحت مطلق در این دوره جلوگیری کند (۳۱). در پژوهش حاضر مقایسه آزمودنی‌ها با گروه کنترل نشان داد که گروه تیپر بیشترین افزایش سطوح آکوپورین ۵ را نسبت به سایر گروه‌ها داشته است. این نتیجه همسو با سایر پژوهش‌ها است که در آنها تأکید بر تثبیت شدت و کاهش حجم تمرینی را داشته، و به دنبال آنها نتایج خوبی را به دست آورده‌اند. در این راستا موجیکا و همکاران (۲۰۱۰) در مقاله‌ای مروری به این نکته اشاره داشتند که به منظور حفظ و بهبود سازگاری در طول تیپر باید شدت تمرین بالا باقی بماند. لیکن حجم تمرینات می‌تواند

منابع

1. Ghods mirheidari S, Takally H. (2004). Analyzing and studying the effects of interval training on students heart rate. *Harakat*;18(153):16.
2. Mujika I. (2010). Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*;20(2):24-31.
3. Mujika I, Padilla S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Medicine and Science in Sports and Exercise*;35(7):1182-7.
4. Tabasi N, Khajavi-Rad A, Mahmoudi M, Bahar-Ara J, Rastin M, HosainPour-Mashhadi M, et al. (2010). The effects of *Nigella sativa* ethanolic extract on proliferation and apoptosis of renal cell carcinoma ACHN cell line. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*;12(3):7-14.

5. Thomas L, Busso T. (2005). A theoretical study of taper characteristics to optimize performance. *Medicine and science in sports and exercise*;37(9):1615.
6. Tuan T-C, Hsu T-G, Fong M-C, Hsu C-F, Tsai KK, Lee C-Y, et al. (2008). Deleterious effects of short-term, high-intensity exercise on immune function: evidence from leucocyte mitochondrial alterations and apoptosis. *British journal of sports medicine*;42(1):11-5.
7. Gharraee-Kermani M, Gyetko MR, Hu B, Phan SH. (2007). New insights into the pathogenesis and treatment of idiopathic pulmonary fibrosis: a potential role for stem cells in the lung parenchyma and implications for therapy. *Pharmaceutical research*;24(5):819-41.
8. Li J, Xu M, Fan Q, Xie X, Zhang Y, Mu D, et al. (2011). Tanshinone IIA ameliorates seawater exposure-induced lung injury by inhibiting aquaporins (AQP) 1 and AQP5 expression in lung. *Respiratory physiology & neurobiology*;176(1):39-49.
9. Verkman A. (2007). Role of aquaporins in lung liquid physiology. *Respiratory physiology & neurobiology*;159(3):324-30.
10. Nomura J, Horie I, Seto M, Nagai K, Hisatsune A, Miyata T, et al. (2006). All-trans retinoic acid increases expression of aquaporin-5 and plasma membrane water permeability via transactivation of Sp1 in mouse lung epithelial cells. *Biochemical and biophysical research communications*;351(4):1048-53.
11. Verkman A. (2005). More than just water channels: unexpected cellular roles of aquaporins. *Journal of cell science*;118(15):3225-32.
12. Carlsen K-H. (2011). The breathless adolescent asthmatic athlete. *European Respiratory Journal*;38(3):713-20.
13. King LS, Yasui M. (2002). Aquaporins and disease: lessons from mice to humans. *Trends in Endocrinology & Metabolism*;13(8):355-60.
14. Zhang X-Q, Song J, Carl LL, Shi W, Qureshi A, Tian Q, et al. (2002). Effects of sprint training on contractility and $[Ca^{2+}]_i$ transients in adult rat myocytes. *Journal of Applied Physiology*; 93(4):1310-7.
15. Ogura Y, Naito H, Kurosaka M, Sugiura T, Junichiro A, Katamoto S. (2006). Sprint-interval training induces heat shock protein 72 in rat skeletal muscles. *Journal of sports science & medicine*; 5(2):194
16. Modaresi M. (2012). Effect of hydroalcoholic extract of *Nigella sativa* L. on the immune system and blood protein components in mice. *Journal of Herbal Drugs (JHD)*;2(1):53-8.
17. Wang K, XU D, YANG J. (2007). Decreased expression of human aquaporin-5 correlated with mucus overproduction in airways of chronic obstructive pulmonary disease1. *Acta pharmacologica sinica*;28(8):1166-74.
18. Ben Y, Chen J, Zhu R, Gao L, Bai C. (2008). Upregulation of AQP3 and AQP5 induced by dexamethasone and ambroxol in A549 cells. *Respiratory physiology & neurobiology*;161(2):111-8.
19. Matsuzaki T, Hata H, Ozawa H, Takata K. (2009). Immunohistochemical localization of the aquaporins AQP1, AQP3, AQP4, and AQP5 in the mouse respiratory system. *Acta histochemica et cytochemica*;42(6):159.
20. Anderson SD, Daviskas E. (2000). The mechanism of exercise-induced asthma is.... *Journal of Allergy and Clinical Immunology*.;106(3):453-9.
21. Park C, Stafford C, Lockette W. (2008). Exercise-induced asthma may be associated with diminished sweat secretion rates in humans. *CHEST Journal*;134(3):552-8.
22. Stadelmann K, Stensrud T, Carlsen K-H. (2011). Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc*;43(3):375-81.
23. Liu AH, Spahn JD, Leung DY. (2004). Childhood asthma. Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB Nelson Textbook of Pediatrics Philadelphia: Saunders:760-73.
24. Giesbrecht GG, Younes M. (1995). Exercise-and cold-induced asthma. *Canadian journal of applied physiology*;20(3):300-14.

25. Yekeh falah. (2006). Effect of physical exercise on pulmonary function and clinical manifestations by asthmatic patients. *Tabib-e-shargh*;8(1):65-73.
26. Amritsar S. (2010). Effect of physical training on pulmonary function tests in border security force trainees of India. *J Life Sci*;2(1):11-5.
27. Troosters T, Gosselink R, Janssens W, Decramer M. (2010). Exercise training and pulmonary rehabilitation: new insights and remaining challenges. *European Respiratory Review*;19(115):24-9.
28. Ram FS, Robinson SM, Black PN. (2000). Effects of physical training in asthma: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*;34(3):162-7.
29. Mujika I. Tapering for triathlon competition. (2011). *Journal of human sport & exercise* Issn; 6(2).
30. Le Meur Y, Hausswirth C, Mujika I. (2012). Tapering for competition: A review. *Science & Sports*;27(2):77-87.
31. Izquierdo-Gabarren, Mikel, & Izquierdo, Mikel. (2010). Physiological effects of tapering and detraining in world-class kayakers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 42, No. 6: 1209–1214.

The effect of one-shot interval taper program and two- or three-weeks activity reduction on aqp5 levels in the lung of male rats during puberty

Arzani A*, Mirdar S

University of Mazandaran

Received: 2015/04/28

Revised: 2015/07/04

Accepted: 2016/01/17

* Correspondence:

Akram Arzani, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Email:

Akram_arzani@yahoo.com

Abstract

Introduction: Aquaporin5 (AQP₅) is an integral membrane protein that plays an essential role in the movement of water in the respiratory system. Under physiological stress such as sports, AQP₅ could change the pulmonary fluid balance and affect gas exchange and lung functions. The purpose of this study was to evaluate the effect of taper program on AQP₅ levels in the lung of male Wistar rats.

Methods: 40 Newborn five-week old male Wistar rats with an average weight of 68±9 g were randomly divided into three groups including the base, control and training groups. The experimental group received a six-week interval exercise while the control group rat remained inactive. At the end of six weeks, the rats were divided experimental and control groups and the rats in the experimental group entered taper program. The Interval Training group ran on treadmill for 6 weeks (6 sessions, 30 minutes each session at a speed of 25 to 70 meters per minute) and then the taper group did so for three weeks in a pattern of decreasing frequency. AQP₅ levels were measured by ELISA methods. Analysis is done with two-way ANOVA and LSD test at P<0.05. To analyze the data, two-way ANOVA as well as LSD test were used at .05 level of significance.

Results: The results showed significant increase (P ≤0.001) in AQP₅'s pulmonary tissue levels of the two-week taper and three-week taper groups compared with the control group, while there no significant difference (P≥0.55) was found between AQP₅ levels in the two weeks taper compared with three-week taper group. Also, up to 73/03 increase was found in the AQP₅ levels of taper group compared to the interval group.

Conclusions: The findings indicate that a period of reduced training with increased levels of AQP₅ may regulate factors involved in pulmonary water balance and reduce injury to epithelial and respiratory tract.

Keywords: Interval training, taper, aquaporin5, pulmonary tissue.