



اثر یک دوره تمرینات تناوبی بر سطوح AQP₅ بافت ریه موش‌های در حال بالیدگی

اکرم ارزانی^{۱*}، شادمهر میردار^۲، مهدی هدایتی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۱۵

چکیده

هدف: آکوپورین ۵ (AQP₅) پروتئین درون غشایی است که نقش مهمی در حفظ هموستاز آب ریه ایفا می‌کند. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر یک دوره تمرینات تناوبی بر افزایش سطوح AQP₅ بافت ریه موش‌های در حال بالیدگی بود.

روش‌شناسی: ۳۰ سر موش صحرایی ویستار نر سه‌هفته‌ای به‌طور تصادفی به سه گروه پایه، کنترل و تمرین تقسیم شدند. گروه تمرینی به مدت ۶ هفته (۶ جلسه در هفته، هر جلسه ۳۰ دقیقه و با سرعت ۱۵ تا ۷۰ متر بر دقیقه) بر روی تردمیل به تمرین پرداختند. اندازه‌گیری سطوح AQP₅ به روش ELISA انجام شد. تجزیه و تحلیل با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون LSD در سطح $P \leq 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزایش معنی‌داری بین سطوح AQP₅ گروه‌های کنترل و پایه با گروه تمرین وجود دارد ($P < 0.001$). در حالی‌که بین تغییرات AQP₅ گروه پایه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. همچنین شش هفته تمرین تناوبی موجب افزایش سطوح AQP₅ بافت ریه گروه تمرین نسبت به گروه‌های کنترل و پایه به ترتیب به میزان ۲۲۹/۰۳ و ۲۸۴/۹ درصد شده است.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد یک دوره تمرین تناوبی به نظر می‌رسد یک دوره تمرین تناوبی می‌تواند با بهبود عملکرد سلول‌های اپی‌تلیال موجب حمایت از تغییرات سطوح آکوپورین ۵ در طی دوران بالیدگی، و بهبود شاخص‌های هموستازی مایعات ریه شود.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی، آکوپورین ۵، بالیدگی

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، ۲. دانشیار دانشگاه مازندران، ۳. استادیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

*نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: akram_arzani@yahoo.com

و محفظه‌های داخل سلولی در پاسخ به برخی از محرک‌ها تغییر مکان می‌دهد. در مطالعه‌ای که ناگایی^۴ و همکاران (۲۰۰۷) انجام دادند، دریافتند که آکوپورین ۵ در اثر مصرف نیتریک-اکسید^۵ (NO) از غشای پلاسمایی به داخل سیتوزول تغییر مکان می‌دهد (۱۲).

از سوی دیگر محققان دخالت آکوپورین‌ها در انتقال مایعات در محیط راه‌های هوایی ریه را به اثبات رسانده‌اند. همانند بیشتر پروتئین‌ها، بیان ژن آکوپورین‌ها رشد ریه را تنظیم می‌کنند (۱۶). مطالعات جوندگان نشان داده است که آکوپورین‌ها در مراحل رشدی ریه الگوهای متمایزی دارند. حداقل ۴ نوع پروتئین آکوپورین (AQP_1 , AQP_3 , AQP_4 , AQP_5) قبل از تولد در ریه جنین حضور دارد (۱۰). AQP_1 قبل از تولد قابل تشخیص است و پس از تولد میزان AQP_1 از دوران نوزادی تا بزرگسالی چندین برابر می‌شود (۱۰). در حالی که مقدار کمی AQP_4 در زمان تولد وجود دارد، اما پس از تولد به شدت افزایش می‌یابد تا توسط آگونیست‌های B و گلوکورتیکوئیدها تنظیم شود. در مقابل، AQP_5 در زمان تولد بسیار اندک است و به تدریج تا زمان بلوغ افزایش می‌یابد (۱۶). در ریه در حال نمو، ترشح کورتیزول سطوح AQP_5 را در ریه افزایش می‌دهد (۱۰). همچنین یک مطالعه نشان داده است که عوامل شناخته شده-ای از جمله آکوپورین‌ها و به ویژه AQP_5 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

تنظیم آب در اغلب فرآیندهای بیولوژیکی، در سطوح تک‌سلولی و یا چند سلولی دارای اهمیت است. غشاهای سلولی نسبت به آب تا حدی تراوا هستند اما قادر به تبادل مقادیر زیاد آب از سطح غشا نیستند (۲). آب از طریق انتشار و کانال‌های آبی (آکوپورین‌ها)^۱ از غشای سلول عبور می‌کند (۷). در حقیقت آکوپورین‌ها (AQP) گروهی از پروتئین‌های سراسری غشایی هستند که اغلب به‌عنوان کانال‌های آبی عمل می‌کنند و آب را با سرعتی قابل‌مقایسه با نفوذ آزاد آب منتقل می‌کنند (۱). آن‌ها پروتئین‌های غشایی جدایی-ناپذیر، آب‌گریز (۹) و ۲۸ کیلودالتونی هستند که در غشای پلاسمایی بسیاری از بافت‌ها و ارگان‌ها حضور دارند و عملکرد آن‌ها عمدتاً با حرکت مولکولی آب مرتبط است (۱۳). تاکنون ۱۳ نوع AQP از AQP_0 تا AQP_{12} شناسایی شده است (۷). حداقل چهار نوع آن‌ها (آکوپورین ۱ و ۵-۳) در راه‌های هوایی و ریه‌ها یافت می‌شوند. از این ۴ نوع، AQP_5 پروتئین مهم و ویژه‌ای است که باعث افزایش نفوذپذیری آب در پاسخ به شیب اسمزی می‌شود (۹). نامورا و همکاران در سال ۲۰۰۶ با حذف آکوپورین ۵ در بافت ریه موش‌ها کاهش ۱۰ برابری نفوذ اسمزی آب از سد آلوئولی مویرگی بخش خارجی ریه را مشاهده کردند (۱۳). با این وجود پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سلول‌های اپی‌تلیال آلوئولی نوع یک ریه، غده سابموکوزال^۲، آسینی^۳، و اپی‌تلیال راه‌هوایی آکوپورین ۵ را بیان می‌کنند (۵). مطالعات به این نتیجه رسیدند که AQP_5 در سلول‌های اپی‌تلیال بافت ریه بین غشای پلاسم

1. Aquaporins
2. Submucosal gland
3. Acinar

4. Nagai
5. Nitric Oxide

تناوبی فزاینده را بر سطوح آکوپورین ۵ بافت ریه موش‌های در حال بالیدگی بررسی نماید.

روش‌شناسی پژوهش

در این طرح تجربی، از ۳۰ سر موش صحرایی ویستار نر سه هفته‌ای با میانگین وزن 68 ± 9 گرم استفاده گردید. آزمودنی‌ها در دمای ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد و چرخه محیطی روشنایی به تاریکی ۱۲:۱۲ ساعته و رطوبت ۴۵ تا ۵۵ درصد نگهداری شدند. در تمام طول پژوهش آب و غذای مورد نیاز حیوان به صورت آزاد در اختیار آن‌ها قرار داده شد. نگهداری حیوانات مطابق با راهنمای انستیتوی بین‌المللی سلامت و پروتکل‌های این مطالعه با رعایت اصول اعلامیه هلسینکی و ضوابط اخلاق پزشکی انجام شد.

پس از آشنایی موش‌ها با فضای آزمایشگاه، و یک هفته آشنایی با نحوه انجام فعالیت روی نوارگردان، به طور تصادفی به گروه‌های پایه، کنترل و تمرین تقسیم شدند. برنامه آشنایی شامل ۴ جلسه برنامه تمرینی تناوبی با سرعت ۱۰ تا ۲۵ متر بر دقیقه و شیب صفر درصد به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه، مطابق با الگوی برنامه تمرینی تناوبی فزاینده اجرا شد. برنامه تمرینی تناوبی فزاینده، به صورت ۱۰ تکرار ۱ دقیقه‌ای و استراحت فعال ۲ دقیقه‌ای اجرا شد، به گونه‌ای کل زمان تمرین روزانه برای هر آزمودنی ۳۰ دقیقه طول می‌کشید. آزمودنی‌ها برنامه تمرین تناوبی فزاینده را با سرعت ۲۵ متر بر دقیقه شروع و با سرعت ۷۰ متر بر دقیقه به پایان رساندند. هر جلسه قبل از شروع برنامه تمرین، ۱۰ دقیقه برای گرم کردن و ۵ دقیقه برای سرد کردن در نظر گرفته شد (۱۸، ۱۷). این برنامه به مدت ۶ هفته و هر هفته نیز در ۶ جلسه مطابق جدول زیر اجرا شد.

رشدی، واسطه‌های التهابی، فشار اسمزی، و نیز سلول‌های مختلف ریه تنظیم می‌شود (۱۶).

همواره دسترسی به الگوی بدنی مناسب برای بهبود عملکرد ورزشی، مورد توجه اکثر مربیان تیم‌های ورزشی بوده است تا آنجا که برای رسیدن به آن سعی در استفاده از ابزار تمرینی ویژه، مکمل‌های غذایی مناسب و برنامه‌های تمرینی مختلف کرده‌اند. از جمله برنامه‌های تمرینی می‌توان به تمرینات تناوبی اشاره کرد. تمرینات تناوبی نوعی از تمرینات ورزشی هستند که هدف از آن‌ها افزایش ظرفیت هوازی در مدت زمان کوتاه می‌باشد (۶). با توجه به همه مزایای تمرینات شدید تناوبی که برای عملکرد ورزشی مفید می‌باشد این نکته را باید مدنظر داشت که تمرینات زیاد و فشرده با افزایش تهویه و در نتیجه افزایش از دست دادن آب (۳) ممکن است موجب آزادسازی واسطه‌های التهابی و عفونی در بافت ریه شود (۱). در ورزشکاران استقامتی یکپارچگی اتصال اپی‌تلیال-اندوتلیال ریوی، اهمیت حیاتی در حفظ تعادل مایعات و پروتئین AQP5 در بافت ریه دارد (۹). حضور AQP5 در تمام سطوح اپی‌تلیال سیستم تنفسی، از طریق انتقال آب بین فضای لومن و سلول‌های اپی‌تلیال موجب حفظ و نگهداری محیط مجرای تنفسی می‌شود (۱۱).

بنابراین با توجه به نقش آکوپورین ۵ در شکل‌گیری و عملکرد بافت ریه (۱۶)، و تغییرات تعادل مایع ریوی در فشارهای فیزیولوژیکی مانند ورزش (۸)، با توجه به اینکه تاکنون پژوهشی در مورد پاسخ سازگاری آکوپورین ۵ بافت ریه همراه با نمو در طی فعالیت ورزشی بر موش‌های در حال بالیدگی مشاهده نشده است، محقق کوشیده است تا تأثیر یک دوره تمرین

جدول ۱. پروتکل تمرین تناوبی

ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	آشنایی	هفته
						۳ هفته	سن
۷۰-۶۵	۷۰-۶۵	۶۵-۵۵	۵۵-۴۵	۴۵-۳۵	۳۵-۲۵	۲۵-۱۰	سرعت به متر در دقیقه
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	مدت به دقیقه
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	استراحت بین تکرارها
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	تعداد تکرار
۶	۶	۶	۶	۶	۵	۴	تعداد جلسه در هفته

به دست آمده برای سنجش شاخص مورد نظر با استفاده از یخ خشک به آزمایشگاه منتقل 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 یک طرفه و آزمون تعقیبی LSD به منظور بررسی تفاوت‌های بین گروهی استفاده شد. در این بررسی‌ها مقدار $0/05$ $P \leq$ به منظور رد فرض صفر در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

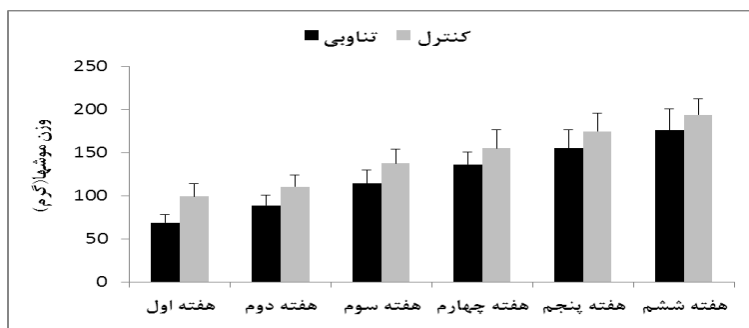
شکل ۱ میانگین و خطای استاندارد وزن موش‌ها در طول شش هفته تمرین تناوبی را نشان می‌دهد. یافته‌ها نشان‌دهنده افزایش $92/3$ درصدی میانگین وزن گروه تناوبی نسبت به گروه پایه است. این در حالی است که میانگین وزن گروه تناوبی نسبت به گروه کنترل کاهشی به میزان $15/11$ درصد را نشان داد.

از سوی دیگر، با توجه به نتایج آنالیز واریانس یک طرفه، و ارزش F به دست آمده ($33/38$)، حاکی از وجود تفاوت معنی‌داری ($P=0/001$) بین سطوح AQP_5 گروه‌های مختلف می‌باشد. بر این اساس تفاوت معنی‌داری بین سطوح

گروه پایه قبل از اجرای برنامه تمرینی و گروه تمرین و کنترل پس از اتمام دوره تمرین، پس از ۲۴ ساعت از آخرین جلسه تمرینی برای گروه تمرین، با ترکیبی از کتامین^۱ ($50-30$ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) و زایلازین^۲ ($5-3$ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) بی‌هوش شدند (12). سپس با استفاده از تیغ جراحی بافت ریه خارج شد و با استفاده از ترازوی سارتوریوس بی ال ۱۵۰۰^۳ با دقت $0/001$ 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 -70 درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. برای اندازه‌گیری AQP_5 از روش الایزا و کیت مخصوص موش‌ها (CUSABIO BIOTECH، CV%: 6.2، با حساسیت کمتر از $0/04$ نانوگرم بر میلی‌لیتر، ساخت شهر ووهان، کشور چین) استفاده شد. برای این منظور، ابتدا بافت‌ها با استفاده از مایع نیتروژن پودر شده و سپس در محلول بافر هموزنیزه به مدت ۱۵ دقیقه و سرعت $3000g$ سانتریفیوژ شد. محلول

1. Ketamine
2. Xylazine
3. Sartorius:BI 1500

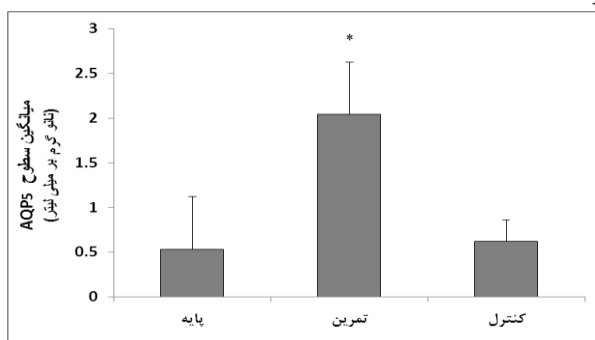
آکواپورین ۵ گروه‌های کنترل، پایه و تمرین با یکدیگر وجود دارد ($P < 0.01$). در حالی که بین تغییرات سطوح آکواپورین ۵ گروه پایه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.



شکل ۱. میانگین و انحراف معیار وزن موش‌ها در دوره تناوبی

شکل ۲ افزایش سطوح آکواپورین ۵ گروه‌های پژوهش را در مقایسه با گروه پایه نشان می‌دهد.

این در حالی است که شش هفته تمرینات تناوبی فزاینده موجب افزایش سطوح آکواپورین ۵ بافت ریه گروه تمرین نسبت به گروه‌های کنترل و پایه به ترتیب به میزان ۲۲۹/۰۳ و ۲۸۴/۹ درصد شده است.



شکل ۲. میانگین و خطای استاندارد سطوح AQP5 بافت ریه گروه‌های مختلف پژوهش * نشان دهنده معنی‌داری با گروه کنترل و پایه

بحث و نتیجه‌گیری

حاضر نشان داد پس از ۶ هفته تمرینات تناوبی فزاینده، سطوح آکواپورین ۵ بافت ریه ۲۲۹/۰۳ درصد افزایش داشت که این افزایش نسبت به

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر یک دوره تمرین اینتروال فزاینده بر سطوح آکواپورین ۵ بافت ریه موش‌های در حال بالیدگی بود. نتایج تحقیق

گروه کنترل معنادار است. این افزایش سطح پروتئین AQP₅ ممکن است به وسیله مکانیسم-های خودتنظیمی مختلفی ایجاد شود. فعالیت-های ورزشی با افزایش نیاز اکسیژن بدن، موجب افزایش تهویه و در نتیجه افزایش مقدار هوای عبوری از راه‌های هوایی و ریه‌ها می‌شود. در تعامل با آن، دمای هوای وارد شده به ریه‌ها تا ۳۷ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد و به طور کامل از بخار آب اشباع می‌شود. این امر موجب افزایش آب و از دست دادن گرما از طریق تنفس می‌شود (۳). با این وجود افزایش از دست دادن آب به دلیل افزایش تهویه در طی فعالیت‌های ورزشی به نظر می‌رسد که مهم‌تر از، از دست دادن حرارت باشد. افزایش آب، اسمولالیتیه مایع خارج سلولی را در غشاء مخاطی برونشیول‌ها افزایش می‌دهد. این افزایش ممکن است موجب آزادسازی واسطه‌های التهابی و عفونی در بافت ریه شود (۱). توشیوک^۱ و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که حضور AQP₅ در تمام سطوح اپیتلیال دستگاه تنفسی، از طریق انتقال آب بین فضای لومن و سلول‌های اپیتلیال موجب حفظ و نگهداری محیط مجرای تنفسی می‌شود (۱۱). بنابراین با توجه به یکپارچگی اتصال اپیتلیال-اندوتلیال ریوی، اهمیت حیاتی حفظ تعادل مایعات و پروتئین AQP₅ در بافت ریه (۹) در بین ورزشکاران نمایان می‌شود. در پژوهش حاضر سطوح AQP₅ بافت ریه گروه‌های تمرینی پس یک دوره ۶ هفته‌ای تمرینات استقامتی، در مقایسه با گروه پایه و کنترل افزایش معناداری را نشان داد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در ورزشکاران به‌ویژه در ورزشکاران استقامتی، تکرار روزانه فعالیت بدنی در دوره زمانی بالا، موجب

آسیب‌های اپیتلیالی و افزایش التهاب در مخاط تنفسی آن‌ها می‌شود. گزارش شده است که تمرینات ورزشی با بار تمرینی سنگین از طریق افزایش تهویه موجب افزایش ساییدگی راه‌های هوایی و پارگی اپی‌تلیوم تنفسی می‌شوند و در نتیجه التهاب راه‌های هوایی و آسیب اپی-تلیالی را موجب می‌شوند (۳). بنابراین این احتمال وجود دارد که تمرینات ورزشی، از طریق افزایش بیشتر سطوح AQP₅ بافت ریه گروه-تمرینی در مقایسه با گروه پایه و کنترل یک سپر حفاظتی را به‌منظور کاهش آسیب‌های احتمالی فراهم آورده باشد.

این در حالی است که چن پارک^۲ و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزایش سطوح AQP₅ موجب کاهش مقاومت راه‌های هوایی و بیماری-هایی مانند آسم ناشی از ورزش می‌شود (۱۴). همچنین استادلمن^۳ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که شیوع آسم ناشی از ورزش با افزایش سن افزایش می‌یابد و اخیراً در بین ورزشکاران نوجوان شیوع بیشتری پیدا کرده است (۱۵). بنابراین، در پژوهش حاضر با توجه به اینکه آزمودنی‌ها در دوران بلوغ قرار داشتند، این نکته به ذهن متبادر می‌شود که افزایش سطوح آکوپورین ۵ آزمودنی‌ها ممکن است متأثر از فعالیت فاکتورها و عوامل کنترلی در طی نمو دستگاه تنفسی باشد. مطالعات بالینی نشان می‌دهند بیان آکوپورین ۵، همانند بیشتر پروتئین‌ها، نمو و رشد ریه را تنظیم می‌کند. در حقیقت بیان AQP₅ در زمان تولد بسیار اندک است و به تدریج تا زمان بلوغ افزایش می‌یابد (۱۶). نیکلاس و همکاران (۲۰۰۶) گزارش

2. Chan Park
3. Stadelmann

1. Toshiyuki

پیشنهاد کرد که تمرینات تناوبی فزاینده با افزایش سطوح AQP₅ موجب بهبود عملکرد سلول‌های اپی‌تلیال و کاهش مقاومت راه‌های هوایی و بیماری‌هایی مانند آسم ناشی از ورزش از طریق کاهش در ساییدگی راه‌های هوایی و پارگی اپی‌تلیوم تنفسی و در نتیجه التهاب‌راه‌های هوایی و آسیب اپی‌تلیالی، می‌تواند به‌عنوان فعالیتی مناسب در جهت بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی ریه و کاهش آسیب‌های احتمالی ناشی از ورزش در طی دوران بالیدگی باشد. هر چند مطالعات هیستولوژی سلول‌های اپی‌تلیال در این زمینه می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را در اختیار قرار دهد.

کردند که سطوح AQP₅ در بافت ریه موش‌های نوزاد از هفته چهارم بعد از تولد، افزایش می‌یابد. این در حالی است که سطوح پروتئینی AQP₅ در هفته سوم و چهارم بعد از تولد در حد طبیعی است ولی از هفته پنجم به بعد به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌یابد (۴). بنابراین، این احتمال وجود دارد که سطوح پایین AQP₅ در گروه پایه، و افزایش سطوح آن در گروه‌های تمرینی و کنترل، به تغییرات سن زیستی و روند بالیدگی آزمودنی‌ها مربوط باشد.

به‌طورکلی، با توجه به تغییرات سطوح AQP₅ بافت ریه موش‌های در حال بالیدگی در اثر شش هفته تمرینات استقامتی، می‌توان

منابع

1. Anderson SD, and Daviskas E. (2000). The mechanism of exercise-induced asthma is. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 106: 453-459.
2. Azimzadeh IZ, Sheikhi A, and Rashedi H. (2009). Comparison of four molecular structures and sequence of the four species of aquaporin different molecular dynamics simulatins. *Journal of Microbiology knowledge*, 1: 41-48.
3. Carlsen KH. (2011). The breathless adolescent asthmatic athlete. *European Respiratory Journal*, 38: 713-720.
4. Da Silva N, Silberstein C, Beaulieu V, Piétremont C, Van Hoek AN, Brown D, et al. (2006). Postnatal expression of aquaporins in epithelial cells of the rat epididymis. *Biology of reproduction*, 74: 427-438.
5. Dong C, Wang G, Li B, Xiao K, Ma Z, Huang H, et al. (2012). Anti-asthmatic agents alleviate pulmonary edema by upregulating AQP1 and AQP5 expression in the lungs of mice with OVA-induced asthma. *Respiratory physiology & neurobiology*, 181: 21-28.
6. Ghods mirheidari S, and Takally H. (2004). Analyzing and studying the effects of interval training on students heart rate. *Harakat*, 18: 16-22.
7. Gomes D, Agasse A, Thiébaud P, Delrot S, Gerós H, and Chaumont F. (2009). Aquaporins are multifunctional water and solute transporters highly divergent in living organisms. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1788: 1213-1228.
8. King LS, and Yasui M. (2002). Aquaporins and disease: lessons from mice to humans. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 13: 355-360.
9. Li J, Xu M, Fan Q, Xie X, Zhang Y, and Mu D. (2011). Tanshinone IIA ameliorates seawater exposure-induced lung injury by inhibiting aquaporins (AQP) 1 and AQP5 expression in lung. *Respiratory physiology & neurobiology*, 176: 39-49.

10. Liu H, and Wintour EM. (2005). Aquaporins in development-a review. *Reprod Biol Endocrinol*, 3(1): 18-25.
11. Matsuzaki T, Hata H, Ozawa H, and Takata K. (2009). Immunohistochemical localization of the aquaporins AQP1, AQP3, AQP4, and AQP5 in the mouse respiratory system. *Acta histochemica et cytochemica*, 42: 159-164.
12. Nagai K, Watanabe M, Seto M, Hisatsune A, Miyata T, and Isohama Y. (2007). Nitric oxide decreases cell surface expression of aquaporin-5 and membrane water permeability in lung epithelial cells. *Biochemical and biophysical research communications*, 354: 579-584.
13. 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: 1048-1053.
14. Park C, Stafford C, and Lockette W. (2008). Exercise-induced asthma may be associated with diminished sweat secretion rates in humans. *CHEST Journal*, 134: 552-558.
15. Stadelmann K, Stensrud T, and Carlsen KH. (2011). Respiratory symptoms and bronchial responsiveness in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc*, 43: 375-381.
16. Verkman A. (2007). Role of aquaporins in lung liquid physiology. *Respiratory physiology & neurobiology*, 159: 324-330.
17. Ogura Y, Naito H, Kurosaka M, Sugiura T, Junichiro A, and Katamoto S. (2006). Sprint-interval training induces heat shock protein 72 in rat skeletal muscles. *Sports Science & Medicine*, 5: 194-201.
18. Zhang XQ, Song J, Carl LL, Shi W, Qureshi A, Tian Q, and Cheung JY. (2002). Effects of sprint training on contractility and $[Ca^{2+}]_i$ transients in adult rat myocytes. *Applied Physiology Published*, 93: 1310-1317.



The effect of interval training on AQP₅ levels in the lung of Male Wistar rats during of puberty.

Arzani A^{1*}, Mirdar Sh², Hedayati M³

Received: 14/06/2014

Accepted: 05/05/2015

Abstract

Aim: The aquaporin5 (AQP₅) is an integral membrane protein that plays an important role in maintaining water homeostasis in the lung. The purpose of this study was to evaluate the effect of interval training on AQP₅ levels in the lung of Male Wistar rats during puberty.

Method: 30 three-week male Wistar rats with average weight of 68±9 g were randomly divided into three groups included; the base, control and training groups. The training group ran on treadmill for 6 weeks (6 per week, 30 minutes each session at a speed of 15 to 70 meters per minute). AQP₅ levels were measured by ELISA methods. Analyzed is done with two-way ANOVA and LSD test at P<0.05.

Results: Results showed significant differences between AQP₅ levels of control, base and training groups (P<0.05). While, there were no significant differences between AQP₅ levels of control and base groups. Furthermore, six-week interval training increased AQP₅ levels of lung tissue in exercise group compared to the control group by 229.03 and 284.9 percent.

Conclusion: It seems that an Increased interval training can improve the of epithelial cell performance and protect the AQP₅ level changes during the puberty, and improve lung liquid homeostasis.

Keywords: Interval training, Aquaporin 5, Puberty

1. Msc in Exercise Physiology, 2. Associate Professor, University of Mazandaran, 3. Assistant Professor, Shahid Beheshti, University of Medical Sciences

*Email: akram_arzani@yahoo.com