پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۱۳، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۰
ص ص : ۱۳۳- ۱۱۷

نانوذرات نقره، پیش‌آمادگی هوازی و بی‌هوازی و تغییرات هیستوپاتولوژیک بافت ریهٔ رت‌های نر ویستار

فاطمه پورمند [۱] – سیدجواد ضیاءالحق [۲*]

۱.کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران۲.استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

(تاریخ دریافت : ۲۹/ ۰۴/ ۱۳۹۹ ، تاریخ تصویب : ۲۸ / ۰۱ / ۱۴۰۰)

چکیده

با وجود استفادهٔ فراوان، تأثیرات نانوذرات بر بافت‌های مختلف از جمله ریه‌ها چندان مشخص نیست. از طرفی فعالیت‌های بدنی، مقاومت سلول‌های ریوی را در برابر استرس‌های مختلف افزایش می‌دهد. ازاین‌رو هدف این پژوهش بررسی میزان تغییرات ساختاری بافت ریه در اثر تزریق نانونقره در پی فعالیت هوازی و بی‌هوازی است. نمونه‌ها در ۶ گروه کنترل سالم، نانونقره، تمرین هوازی، تمرین بی‌هوازی، نانونقره + تمرین هوازی، نانونقره+ تمرین بی‌هوازی به‌صورت تصادفی ساده تقسیم شدند. ابتدا گروه‌های تمرین به مدت ۱۰ هفته روی تردمیل جوندگان به تمرین پرداختند، سپس تزریق دوز سمی نانوذرات نقره به ازای ۱۰ درصد وزن بدن هر رت در ۵ نوبت به‌صورت درون‌صفاقی انجام گرفت و پس از ۴۸ ساعت از آخرین تزریق، رت‌ها بی‌هوش شدند و نمونه‌گیری صورت پذیرفت. نمونه‌ها با رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین و توسط میکروسکوپ نوری عکس‌برداری و مطالعه شدند. نتایج نشان داد تمرین بی‌هوازی در کاهش وزن رت‌ها به‌صورت معناداری مؤثر بود (P=۰/۰۴۵). همچنین اکسیژن مصرفی در تمامی گروه‌ها به‌جز گروه دریافت‌کنندهٔ نانونقره، نسبت به گروه کنترل افزایش داشت (P=۰/۰۰۰). همچنین تزریق نانونقره موجب پونوموسیت ۱ و ۲، آسیب آلوئلی و برونشیولی به‌همراه التهاب و پرخونی در رت‌های بدون تمرین شد. اما در گروه تمرین هوازی نسبت به گروه بی‌هوازی التهاب و پرخونی کاهش بیشتری یافته بود. تمرین می‌تواند در کاهش درجهٔ تخریب بافت ریه ناشی از مصرف نانونقره موثر باشد. اگرچه به‌نظر می‌رسد نوع پروتکل تمرین در نوع کاهش آسیب مؤثر است.

واژه‌های کلیدی

پروتکل تمرین هوازی، پروتکل تمرین بی‌هوازی، پونوموسیت، نانوذرات نقره.

* نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۲۱۵۱۲۱۲۴۲

Email: javadzia@gmail.com

مقدمه

تمرینات ورزشی با شدت‌های مختلف تأثیرات متفاوتی را بر اندام‌ها و بافت‌های مختلف بدن می‌گذارند. اگر فعالیت بدنی با شدت ملایم و طولانی‌مدت انجام گیرد، حالت پایدار بدن و شرایط فیزیولوژیک بدن کاملاً ارتقا پیدا کرده و فرد شرایط جدیدی را تجربه می‌کند. این استرس مقطعی به‌عنوان یک حالت پیش‌آماده‌سازی با تحریک و حتی تخریب اولیه موجب افزایش مقاومت محیطی و سازگاری‌های مختلف می‌شود؛ اگرچه مطالعات متعدد شدت، مدت و نسخهٔ متفاوتی را در این زمینه مطرح کرده‌اند (۳-۱). در این زمینه موری و همکاران [1](۱۹۶۴)، تئوری پیش‌آماده‌سازی [2]را مطرح کردند که بیان می‌کرد القای برخی شرایط می‌تواند مقاومت بافت‌ها و سلول‌های مختلف را تحت تأثیر قرار دهد و القای یک محرک استرس‌زا با شدت پایین‌تر از آستانهٔ آسیب، موجب بروز سازگاری‌های متعددی مانند افزایش ظرفیت بافت در برابر آسیب‌های ثانویه و حتی کاهش میزان آسیب‌دیدگی هنگام بروز محرک شدیدتر می‌شود (۴). در ابتدا بسیاری از مطالعات روی سازگاری‌های قلبی-عروقی متمرکز شده بود، اما تا به امروز این مفهوم در مورد سایر اندام‌ها و بافت‌ها به‌خصوص بافت ریوی گسترش یافته است. همچنین محققان ثابت کرده‌اند انواع مختلف پروتکل‌های تمرین، با اثرگذاری متفاوت بر بیان ژن‌های متفاوت، سازگاری‌های فیزیولوژیک متفاوتی نیز به‌همراه دارد. همچنین نقش فعالیت‌های ورزشی به‌عنوان عاملی ضدالتهابی در برخی مطالعات گزارش شده است (۵). به‌نظر می‌رسد تمرینات ورزشی می‌تواند به‌عنوان یک عامل ضدالتهابی در تعدیل عوامل التهابی ناشی از ریزذرات آلاینده‌های مختلف نقش داشته باشد. ویرا و همکاران (۲۰۰۷) [3]نشان دادند تمرین هوازی با شدت کم، التهاب مجاری تنفسی و تغییر ساختار سلول‌های ریوی [4]را کاهش می‌دهد (۶). تغییرات ساختار بافت ریه به الگوهای گستردهٔ فیزیولوژیکی-پاتوفیزیولوژیکی از جمله هایپرپلازی سلول‌های عضلهٔ صاف، افزایش سلول‌های فیبروبلاست و میوفیبروبلاست، رسوب ماتریکس خارج‌سلولی (۷،۸)، تغییر دانسیتهٔ عروقی و تغییرات حجم غیرپارانشیمی و پارانشیمی، تغییر در تعداد و اندازهٔ آلوئول‌ها، همچنین لانه‌گزینی مزمن سلول‌های التهابی در قسمت‌های مختلف باف همبند، فضای بینابینی و دیوارهٔ آلوئول‌ها اشاره دارد (۷،۹). به‌نظر می‌رسد تمرینات ورزشی کم‌شدت تا متوسط از طریق کاهش کاتکولامین‌ها، کورتیزول، رادیکال‌های آزاد و تنش اپیتلیالی، بیان فاکتورهای رونویسی هسته‌ای چون NF-Kb [5]را کاهش داده و این فاکتورها در ادامه، بیان اینترلوکین‌های التهاب‌آور مختلفی همچون اینترلوکین‌ُهای ۱، ۸ و ۱۳ را تقلیل می‌دهند که سلسلهٔ این رخدادها، فراخوانی سلول‌های ایمنی در منطقه را کاهش می‌دهند و از تغییر ساختار سلول‌های ریوی جلوگیری می‌کنند، به‌خصوص زمانی‌که محرکی موجب افزایش عوامل التهابی در منطقه شود (۱۰). در این زمینه اینو [7]و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که پس از قرار گرفتهٔ ریه موش‌ها د ر معرض نانوذرات کربن سیاه، افزایش مولکول‌های موضعی التهابی را در پی داشته است (۱۱). نتایج مطالعهٔ نورماندو [8]و همکاران (۲۰۱۳)، نشان داد تمرینات ورزشی منظم پاسخ‌های التهابی ریه به استنشاق ذرات آلومینیوم را در موش‌ها

1. Murry
2. Pre-Conditioning
3. Vieira
4. Lung tissue Remodeling
5. Nuclear Factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells
6. Interleukine
7. Inoue
8. Normando

کاهش داد (۱۲). براساس مطالعهٔ فشی[1] و همکاران (۲۰۱۵)، می‌توان گفت ورزش عوامل التهابی بافت ریه را تعدیل می‌کند (۱۳).

بعضی گزارش‌ها در زمینه‌های پزشکی و بیولوژیکی ثابت کرده‌اند که بسیاری از وسایل پزشکی نقره‌دار، یون‌های نقره آزاد می‌کنند که وارد خون شده و در کبد، کلیه، ریه و مغز انباشته شده و موجب سمی شدن آنها و در نهایت مرگ می‌شود (۱۴). بنابراین نانوذرات نقره ممکن است آثار سمی داشته باشند که سازوکار سمیت آنها روشن نیست (۱۵) و نگرانی‌های زیادی را در خصوص استفاده در طبیعت برای سلامت انسان‌ها به‌وجود آورده است (۱۶). نانوذرات از راه‌های مختلف (استنشاق، خوراکی، تزریقی و پوستی) به داخل بافت‌ها و سلول‌های انسان و دیگر جانداران نفوذ می‌کنند و به‌دلیل اینکه می‌توانند از غشاهای زیستی عبور کنند، قادرند بر فیزیولوژی بیشتر سلول‌ها مثل مغز و قلب و ریه اثر بگذارند (۱۷). نتیجهٔ نمونه‌گیری و مطالعات روی حیوانات حاکی از آن است که تماس با ترکیبات نانو ممکن است موجب تغییرات پاتولوژیکی ریه از جمله ایجاد سرطان‌ها، التهاب، فیبروز و مشکلات تنفسی شود (۱۸). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که نانوذرات مختلف با سایزهای کوچک‌تر از ۱۰۰ نانومتر موجب التهاب و سمیت سلولی بیشتری در مقایسه با ذرات بزرگ‌تر می‌شوند (۱۹). همچنین عمده تأثیر نانوذرات بر سلول شامل اتصال به اجزای غشای سلولی و آنزیم‌های داخل‌سلولی است (۲۰). البته سازوکارهای دیگری نیز برای توجیه سمیت نانوذرات ذکر شده است. تخریب و غیرفعال‌سازی آنزیم‌های مهم سلولی، تأثیر روی ژنوم سلول‌ها و از بین بردن سیستم تولید انرژی سلولی از جمله سازوکارهای دخیل در سمیت نانوذرات است. نانوذرات می‌توانند به‌تنهایی یا به کمک اشعهٔ پرانرژی تولید رادیکال آزاد کنند که این خود موجب کشتن سلول‌های مختلف می‌شود. از طرفی نانوذرات می‌توانند از خود، یون‌ها یا اتم‌های پرانرژی آزاد کنند که به تخریب سلول‌ها منجر می‌شود. موش‌هایی که نانوذرات نقره با سایزهای متفاوت از طریق تزریقی دریافت کرده بودند، نانوذرات وارد جریان خون شده و در بافت‌ها به‌خصوص کلیه، کبد، طحال، مغز و ریه انباشته شده بودند (۲۱). به‌طور کلی می‌توان گفت که در مسمومیت‌های نقره در بافت ریه تغییرهای حاصله بیانگر خونریزی و دژنراسیون شدید سلول‌ها، آسیب‌های بافتی و گسترش ضایعات ایجادشده توسط نانوذرات، روند وابسته به دوز را آشکارا نشان می‌دهند. هرچه دوز نانوذرات بالاتر رود، تخریب بافت حیوانات آزمایشی هم بیشتر خواهد بود (۲۲). در پژوهشی لیمباج[2] و همکاران (۲۰۰۷)، جذب نانوذرات توسط فیبروبلاست‌ها را در آزمایش تنفس موش‌ها بررسی کردند و افزایش چشمگیری را در علائم یا شاخص‌های التهابی در طول ورود ذرات ۲۰ نانومتری اکسید تیتانیوم به همان مقدار از ذرات ۲۵۰ نانومتری، مشاهده کردند. این نتایج نشان داد که قرار گرفتن در معرض نانوذرات، موجب التهاب ریه می‌شود که به اندازهٔ ذره، ویژگی‌های شیمیایی و ویژگی‌های سطح بستگی دارد (۲۳). ژانگ[3] و همکاران (۲۰۰۵)، گزارش دادند که شکل‌های نانوذره ۵۰ نانومتر اکسید تیتانیوم، اکسید آلومینیوم و کربن سیاه، شاخص‌های التهابی تنفسی را افزایش می‌دهند (۲۴). بسیاری از مطالعات علوم پایه نشان‌دهندهٔ کمبود دانش ما در خصوص این موضوع است. در سال‌های اخیر تعداد مطالعاتی که آثار زیان‌آور نانوذرات را بر سلامت انسان بررسی کرده‌اند، به‌طور چشمگیری افزایش یافته است، ولی به هر حال نگرانی در زمینهٔ تأثیرات بالقوه بیولوژیک و سمیت انسانی این ذرات

1. Fashi
2. Limbach
3. Xang

وجود دارد. ازاین‌رو تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیرات ناشی از تزریق درون‌صفاقی نانوذرات نقره همراه با ده هفته پیش‌آماده‌سازی تمرین هوازی و بی‌هوازی بر بافت ریه موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تجربی ۳۰ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با دامنهٔ با سنی ۱۲ هفته و میانگین وزنی ۱۸۰ تا۲۲۰ گرم مشابه از دانشگاه علوم پزشکی شاهرود خریداری و حیوانات به مدت یک هفته بدون انجام هیچ‌گونه مداخله‌ای جهت سازگار شدن با محیط آزمایشگاه در شرایط استاندارد (سیکل روشنایی /تاریکی ۱۲ ساعته، دسترسی آزاد به غذای حیوانات و آب شهری سالم و دمای ۲۲±۲درجهٔ سلسیوس، رطوبت ۴۰ تا۶۰ درصد) در قفس‌های مخصوص دردار حیوانات از جنس پلی‌اتیلن که کف آن از خاک چوب نرم پوشیده شده بود، نگهداری شدند. طی آزمایش از خوراک مخصوص و فشردهٔ جوندگان و آب سالم شهری برای تغذیهٔ رت‌ها طبق ضوابط قانون نگهداری از حیوانات آزمایشگاهی به‌طور یکسان استفاده شد. نمونه‌های آماری تحقیق به روش نمونه‌گیری انتخابی هدفدار و با توجه به شرایط وزنی و سنی انجام شد. پس از گذشت یک هفته حیوانات به‌طور تصادفی در ۶ گروه مساوی با ۵ سر موش در هر گروه (شامل گروه‌های کنترل سالم، نانوذرات نقره، تمرین هوازی، تمرین بی‌هوازی، نانوذرات نقره+ تمرین هوازی، نانوذرات نقره+ تمرین بی‌هوازی) تقسیم شدند. این رت‌ها پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی و بی‌هوازی (۲۵) (جدول‌های ۱ و ۲)، به اندازهٔ ۱۰ درصد از وزن بدن هر رت، به‌صورت تزریق درون‌صفاقی در ۵ نوبت، نانوذرات نقره دریافت کردند (۲۶). در این تحقیق نانوذرات نقره محصول شرکت سیگما آمریکا با کد ۵-۴۸۴۰۵۹ گرم (٪۹۹ خلوص به‌صورت پودر) و به روش احیای الکتریکی AgNO3، تهیه شد. همچنین برای نمونه‌گیری بافتی پس از طی ۴۸ ساعت پس از آخرین تزریق، رت‌ها توسط تزریق درون‌صفاقی کتامین و زایلازین، بی‌هوش شدند و کالبدشکافی صورت گرفت و بلافاصله بافت ریه خارج و در محلول فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شد و پس از آن برای بافت‌شناسی آماده شد. پس از ۲۴ ساعت اندام موردنظر در داخل فرمالین جدید ثابت و بعد از فیکساسیون، آب‌گیری و شفاف‌سازی به‌وسیلهٔ پارافین قالب‌گیری شد و بعد از این مراحل، توسط دستگاه میکروتوم مقاطع با ضخامت ۵ میکرون به‌صورت نمونه‌گیری تصادفی و با فواصل منظم و یکنواخت تهیه شدند. مقاطع میکروسکوپیک انتخاب‌شده، از طریق رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین رنگ و سپس به‌وسیلهٔ میکروسکوپ نوری با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ و ۴۰۰ برابر مطالعه و عکس‌های گرفته‌شده برای ارزیابی‌های هیستوپاتولوژیک بافت ریه به پاتولوژیست واگذار شد.

به‌منظور اثبات داده‌های کمی در گروه‌ها پس از تعیین نرمال بودن جامعه داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار spss و آزمون شاپیرویلک و همچنین آزمون برابری واریانس‌ها (لوین) استفاده شد. همچنین از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه (one-way ANOVA)، و آزمون تعقیبی بونفرونی به‌منظور تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده شد. همچنین سطح معناداری در این پژوهش ۵ صدم ($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

جدول ۱. پروتکل هوازی

هفته	مدت تمرین (دقیقه)	سرعت تمرین (متر/دقیقه)
۱	۱۵	۱۵
۲	۱۵	۱۵
۳	۲۰	۲۰

۴	۲۵	۲۰
۵	۳۰	۲۵
۶	۴۰	۲۵
۷	۵۰	۳۰
۸	۶۰	۳۰
۹	۶۰	۳۰
۱۰	۶۰	۳۰

جدول ۲. پروتکل بی‌هوازی

هفته	تعداد تکرارها (ثانیه)	تعداد ست‌ها	شیب تردمیل (درجه)	سرعت تمرین (متر/دقیقه)
۱	۴۰	۳	۵	۳۵
۲	۴۰	۴	۵	۴۰
۳	۴۰	۵	۵	۴۵
۴	۴۰	۶	۵	۵۰
۵	۴۰	۶	۵	۵۵
۶	۴۰	۶	۱۰	۵۵
۷	۴۰	۷	۱۰	۵۵
۸	۴۰	۸	۱۰	۶۰
۹	۴۰	۸	۱۵	۶۰
۱۰	۴۰	۸	۱۵	۶۰

یافته‌ها

در این تحقیق با توجه به هدف اصلی آن مبنی بر مقایسهٔ اثرگذاری نانوذرات نقره بر بافت ریهٔ رت‌های تمرین‌کرده و بدون تمرین و همچنین مطالعهٔ سازگاری‌های ناشی از این تمرینات، براساس دو متغیر وزن رت‌ها و همچنین میزان مسافت طی‌شده در آزمون دویدن روی تردمیل جوندگان (استقامت پیشرونده) (جدول ۳)، پس از ۱۰ هفته تجزیه‌وتحلیل آماری شد. نتایج نشان دادکه براساس آزمون ANOVA یکطرفه و آزمون تعقیبی بونفرونی، وزن رت‌ها در گروه‌های تمرین به‌صورت معناداری نسبت به گروه کنترل کمتر بود (P=۰/۰۴۵) (جدول ۴). افزون‌بر این میزان مسافت طی‌شده در آزمون دویدن استقامتی پیشرونده روی تردمیل جوندگان، در گروه‌های تمرین به‌صورت معناداری بیشتر بود (P=۰/۰۰۰) (جدول ۵).

جدول ۳. تغییرات وزن و مسافت طی‌شده پس از ۱۰ تمرین هوازی و بی‌هوازی

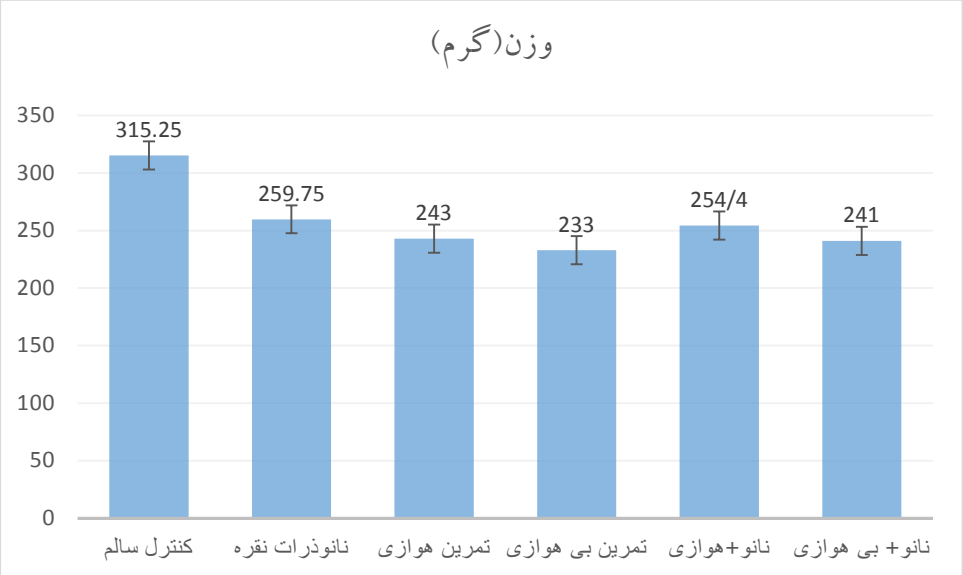
گروه	وزن(گرم)	مسافت(متر)
کنترل	۳۱۵/۲۵	۹۲۵
نانوذرات نقره بیولوژیک	۲۴۷/۷۵	۱۱۷
پروتکل تمرین هوازی	۲۴۳	۴۵۳۹
پروتکل تمرین بی‌هوازی	۲۳۳	۴۷۸۲
نانوذرات نقره + پروتکل هوازی	۲۵۲	۲۰۷۹
نانوذرات نقره + پروتکل بی‌هوازی	۲۶۳/۲۵	۳۲۹۱

جدول ۴. نتایج تحلیل واریانس یکطرفه در متغیر وزن رت‌ها

وزن	مجموع مربعات	درجهٔ‌آزادی df	میانگین مربعات	ارزش f	sig
بین گروهی	۲۰۰۲/۸۵۳	۸	۲۵۰۰/۳۵۷	۲/۳۳۸	۰/۰۴۵
درون گروهی	۳۱۰۱۴/۲۰۰	۲۹	۱۰۶۹/۴۵۵		
جمع کل	۵۱۰۱۷/۰۵۳	۳۷			

جدول ۵. نتایج تحلیل واریانس یکطرفه در متغیر مسافت طی‌شده در آزمون پیشروندهٔ استقامتی رت‌ها

وزن	مجموع مربعات	درجهٔ‌آزادی df	میانگین مربعات	ارزش f	sig
بین گروهی	۴۵۵۸۴۵۰/۴۳۱	۸	۵۶۹۸۰۶/۳۰۴	۲۶/۷۶۶	۰/۰۰۰
درون گروهی	۶۳۸۶۴۸/۸۰۰	۳۰	۲۱۲۸۸/۲۹۳		
جمع کل	۵۱۹۷۰۹۹/۲۳۱	۳۸			



شکل ۱. اختلاف میان گروه‌ها در متغیر وزن

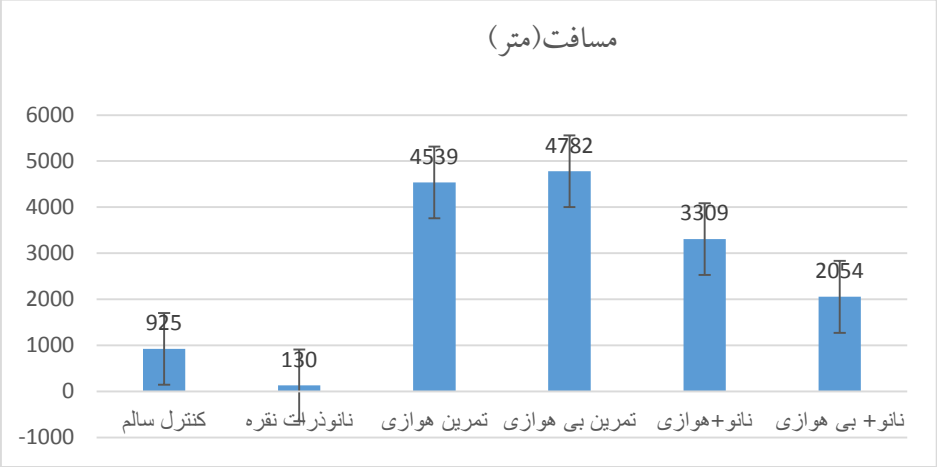
نتایج هیستوپاتولوژیک

در خصوص نتایج هیستوپاتولوژیک، میزان آسیب‌های بافت ریه مانند پرخونی و التهاب در گروه دریافت‌کنندهٔ نانوذرات نقره بدون تمرین از همهٔ گروه‌ها بیشتر بود. همچنین گروه‌های تمرینی آسیب به نسبت کمتری را نسبت به گروه‌های دیگر تجربه کردند. تغییرات ساختاری گروه‌ها با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ و ۴۰۰ برابر در شکل ۳ نشان داده شده است.

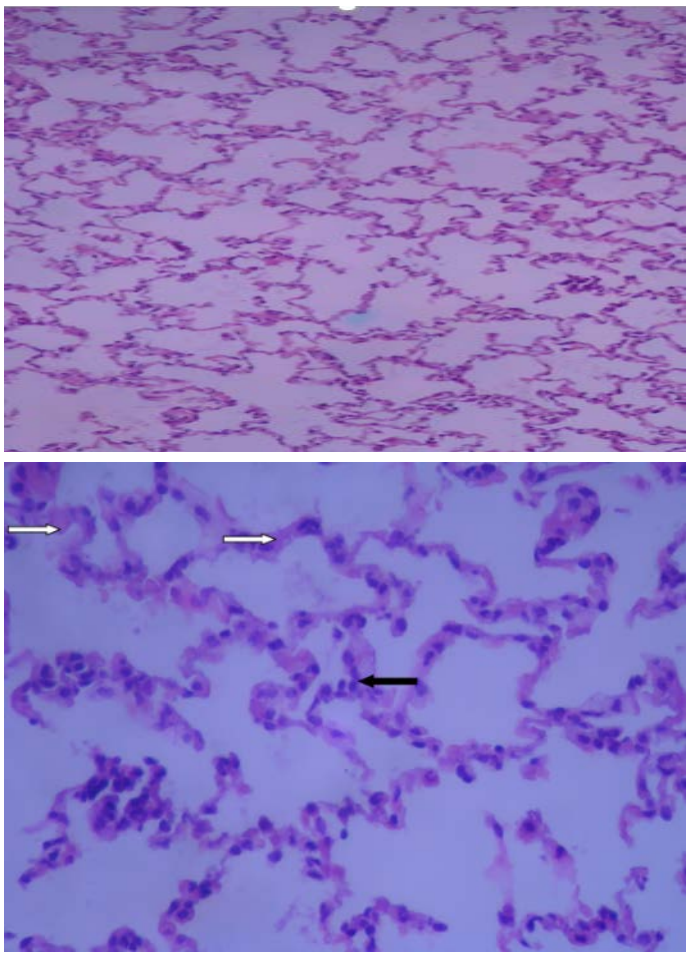
در نمونه‌های گروه کنترل بافت ریه دارای ویژگی‌های نرمال به لحاظ بافت‌شناسی بوده و نظم و انسجام در کل بافت قابل رؤیت است. برونشیول‌های ریوی دارای دیوارهٔ مشخص با اپیتلیوم کاملاً طبیعی و سالم بوده و تغییر خاصی در دیوارهٔ آنها پدیدار نیست. اندازه و تعداد آلوئول‌ها و نیز دیوارهٔ بین آلوئولی (فلش سفید) به لحاظ تعداد سلولی مناسب است. سلول پونوموسیت نوع ۱ و ۲ (فلش سیاه) کاملاً مشخص و به لحاظ ویژگی‌های سلولی مانند شکل

هسته و سیتوپلاسم و نیز تعداد سلول‌ها نرمال گزارش

می‌شود (شکل ۳).

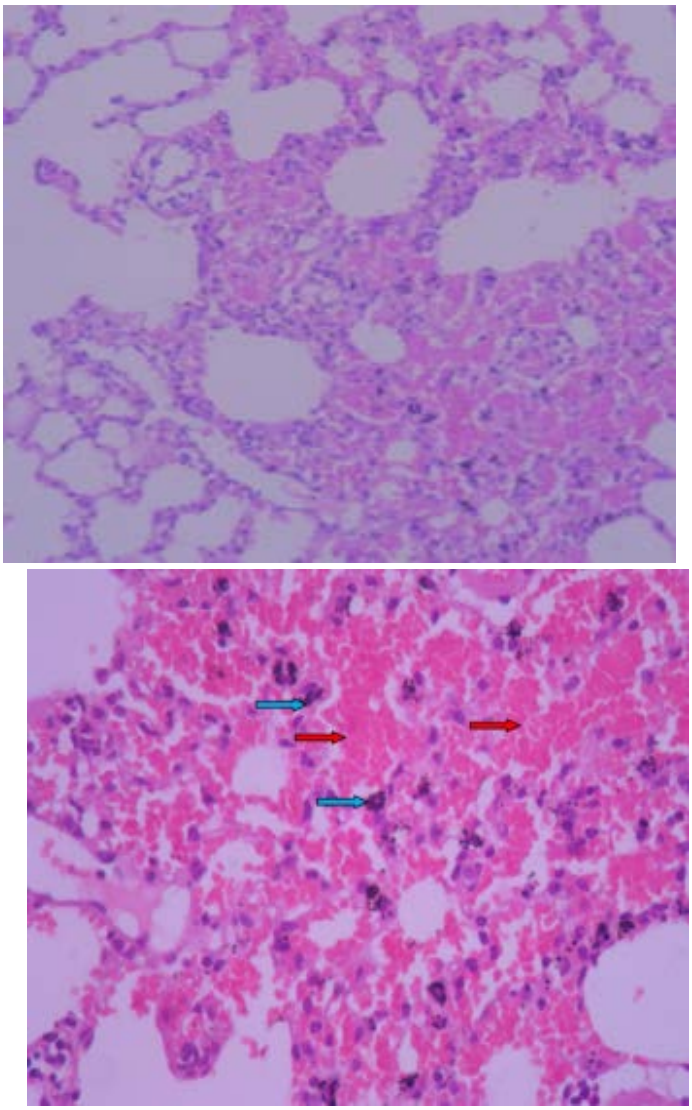


شکل ۲. اختلاف میان گروه‌ها در متغیر مسافت طی‌شده در آزمون پیشروندهٔ استقامتی



شکل ۳. فوتومیکروگراف بافت ریهٔ رت‌های گروه کنترل با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ (بالا) و ۴۰۰ برابر (پایین)

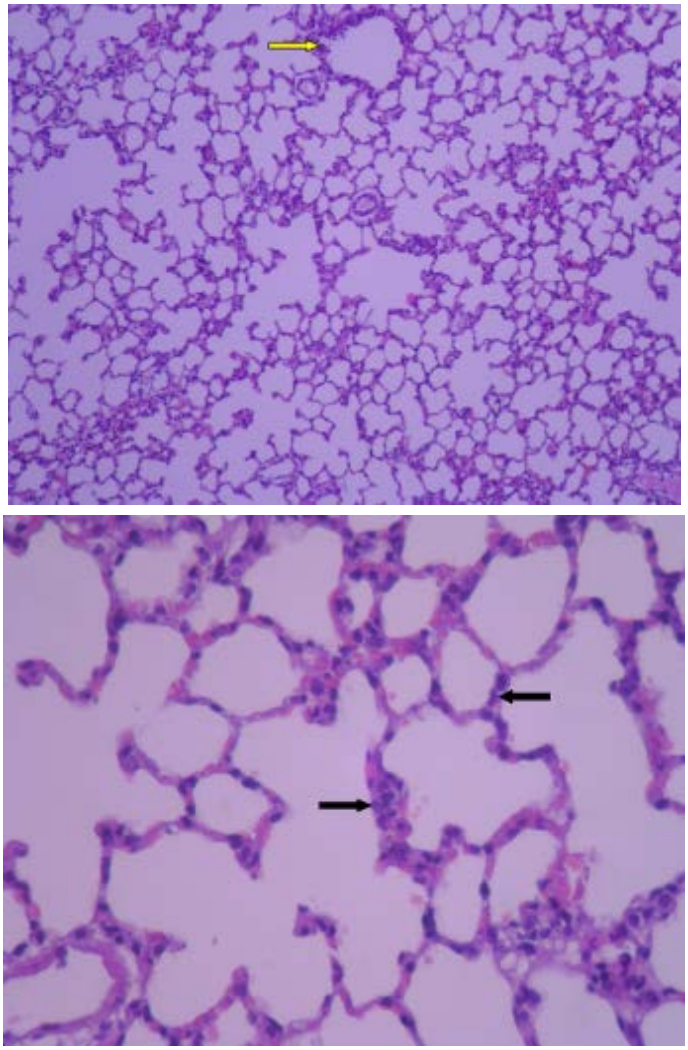
در نمونه‌های گروه نانونقره، تغییرات محسوس و قابل رؤیت و وسعت‌یافته در بافت ریه به‌وجود آمده است. ذرات تجمع‌یافته با ظاهر کوچک و سیاه‌رنگ (فلش آبی) در فضای آلوئولی دیده می‌شود. تجمع و احتباس خون همراه با افزایش سلول‌های التهابی رؤیت می‌شود (فلش قرمز). اندازهٔ آلوئول‌ها یکنواخت نبوده و برخی آلوئول‌ها دارای انباشتگی و تجمع خون و مایعات هستند (شکل ۴).



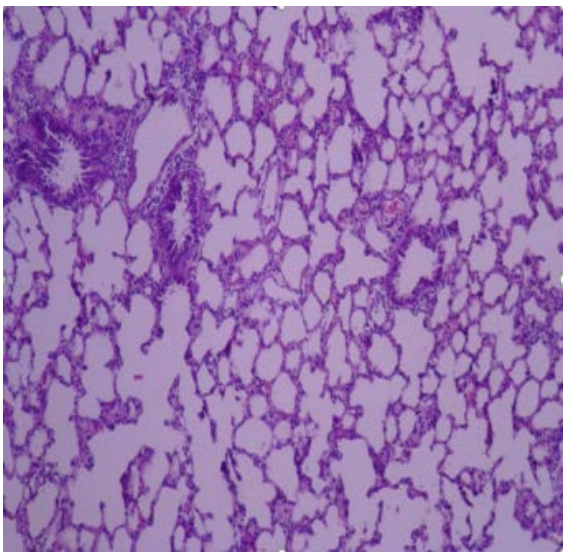
شکل ۴. فوتومیکروگراف بافت ریهٔ رت‌های گروه نانونقره با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ (بالا) و ۴۰۰ برابر (پایین)

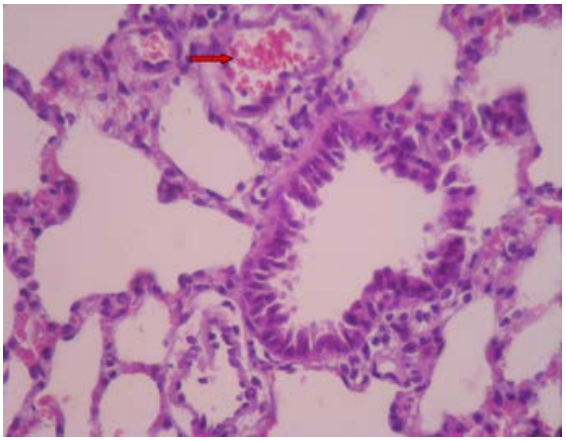
در نمونه‌های گروه هوازی، بافت ریه در مقایسه با گروه کنترل تغییر خاصی را نشان نمی‌دهد. اندازه برونشیول‌ها (فلش زرد) و نیز تعداد و اندازهٔ آلوئول‌های ریوی در مقاطع مختلف مناسب و طبیعی است. سلول‌های دیوارهٔ آلوئولی و انواع پونوموسیت‌ها (فلش سیاه) نیز ویژگی نرمال دارند (شکل ۵).

در نمونه‌های گروه بی‌هوازی، مشخصات بافتی همانند گروه کنترل دارای نظم و انسجام است و هیچ‌گونه تغییر خاصی در بافت دیده نمی‌شود. سلول‌های دیوارهٔ آلوئولی شکل منسجم و تعداد و اندازهٔ نرمال دارند. تنها میزان اندکی پرخونی (فلش قرمز) در برخی وریدچه‌ها قابل رؤیت است که محسوس نیست (شکل ۶).



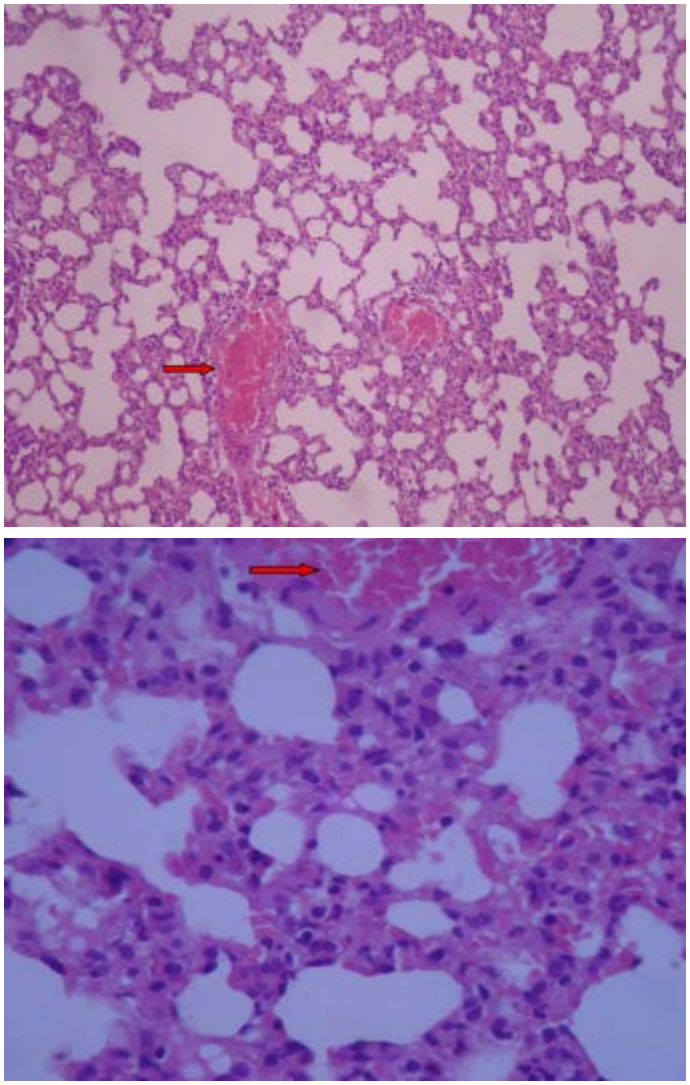
شکل ۵. فوتومیکروگراف بافت ریهٔ رت‌های گروه هوازی با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ (بالا) و ۴۰۰ برابر (پایین)





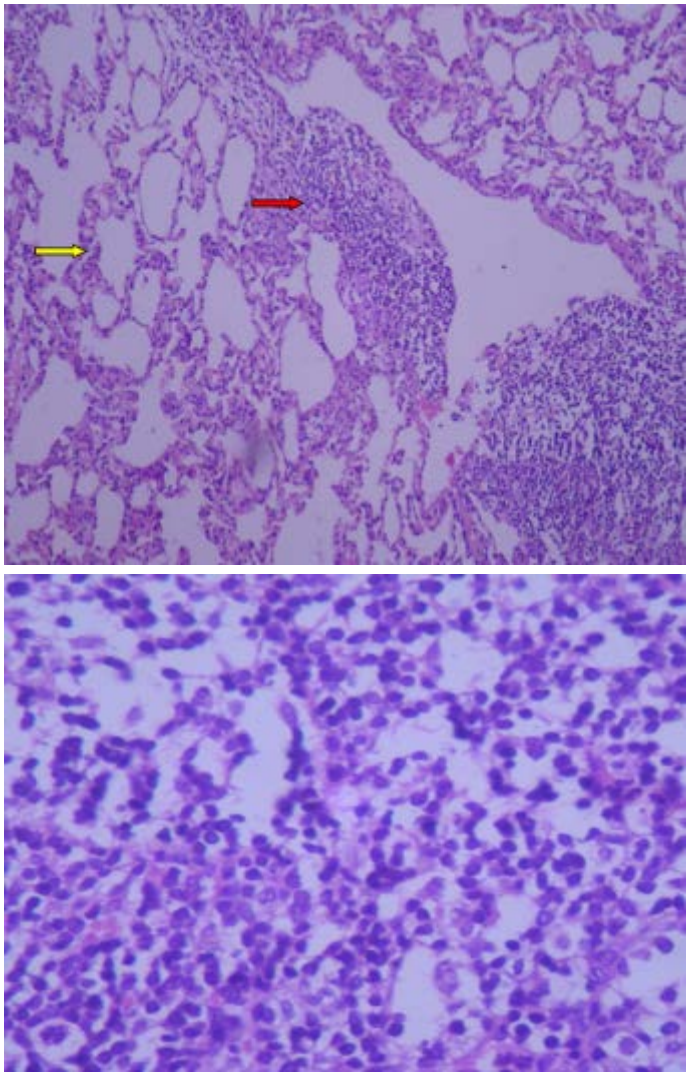
شکل ۶. فوتومیکروگراف بافت ریهٔ رت‌های گروه بی‌هوازی با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ (بالا) و ۴۰۰ برابر (پایین)

در نمونه‌های گروه نانونقره + تمرین هوازی، اگرچه میزانی از پرخونی و التهاب در بافت وجود دارد، نظم و انسجام بافت تقریباً مناسب است و تغییر خاصی در آن دیده نمی‌شود. دیوارهٔ آلوئولی دارای افزایش ضخامت و تجمع سلول (فلش قرمز) است (شکل ۷).



شکل ۷. فوتومیکروگراف بافت ریهٔ رت‌های گروه نانو + هوازی با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ (بالا) و ۴۰۰ برابر (پایین)

در نمونه‌های گروه نانونقره + تمرین بی‌هوازی، در نواحی مختلف مقاطع ریه افزایش سلول‌های التهابی (فلش قرمز) همراه با کاهش فضای آلوئولی و دیواره‌های پرتراکم آلوئولی مشهود است. نظم بافت نسبت به گروه‌های کنترلی کاهش یافته و دیوارهٔ برونشیول‌ها نیز دارای ضخامت و تراکم غیرطبیعی است (فلش زرد). پرخونی و تجمع یا احتباس خیلی چشمگیر نیست (شکل ۸).



شکل ۸. فوتومیکروگراف بافت ریهٔ رت‌های گروه نانو + هوازی با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ (بالا) و ۴۰۰ برابر (پایین)

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد موش‌های صحرایی نر در پاسخ به ۱۰ هفته تمرین هوازی و بی‌هوازی سازگار شده‌اند. مقدار مسافت طی‌شده در آزمون استقامتی پیشرونده روی تردمیل جوندگان در گروه‌های تمرینی به‌طور معناداری افزایش چشمگیری داشت که بیانگر افزایش سازگاری‌های مختلف فیزیولوژیک مانند سازگاری‌های قلبی-تنفسی، هورمونی و عصبی- عضلانی است. افزون‌بر این وزن این حیوانات در گروه‌های تمرینی به‌طور معناداری نسبت به گروه کنترل کمتر بود که نشان‌دهندهٔ تغییرات متابولیکی در این حیوانات است. همچنین نتایج نشان داد تزریق درون‌صفاقی نانوذرات نقره به‌طور معناداری موجب بروز نارسایی‌های ساختاری مثل پرخونی و التهاب، آسیب پونوموسیت ۱ و ۲، آسیب آلوئولی و حبابچه‌ای در گروه نانوذرات نقره شده است. در مقایسهٔ دو نوع پروتکل تمرینی نتایج نشان داد در کاهش آسیب‌های پونوموسیت نوع ۱ و

۲، تمرینات هیچ تأثیری در کاهش آسیب‌ها اعمال نکردند، اما به‌نظر می‌رسد تمرینات هوازی در کاهش آثار جانبی نانوذرات نقره در برونشیول‌ها و آلوئول‌ها اثربخش‌تر بوده است. از طرفی تمرینات بی‌هوازی به نسبت تمرینات هوازی در کاهش التهاب بافت ریه تأثیرات بهتری اعمال کرد.

در خصوص اثرگذاری نانوذرات بر ساختار دستگاه تنفس، آناتومی، الگوی تنفس و اندازهٔ ذرات از عوامل اصلی اثرگذارند (۲۷). سازوکار اصلی در این زمینه اثربخشی گرانش و حتی اینرسی نیز در جذب نانوذرات مؤثر است. بنابراین به‌نظر می‌رسد این ذرات در ناحیهٔ تراکوبرونشیولار حفظ نمی‌شود، بلکه در ناحیهٔ آلوئولار برای مدت زمان طولانی حفظ می‌شود و به‌طور مؤثر رسوب می‌کند (۲۸). همچنین در خصوص جابه‌جایی نانوذرات در اپیتلیوم آلوئل، سازوکارهای مختلفی به‌خصوص زمانی‌که نفوذپذیری به‌دلیل موارد متفاوتی مانند افزایش پراکسید هیدروژن، هیستامین (۲۹)، استنشاق گاز ازن افزودنی (۳۰) و ... بیان کرد. افزون‌بر این پژوهشگران بسیاری اندوسیتوز را مهم‌ترین عامل نفوذ نانوذرات به داخل ساختار اپیتلیوم و اثرگذاری آن بیان کرده‌اند (۳۱،۳۲). حتی حمل نانوذرات از طریق گلبول‌های قرمز و انتقال آن به داخل مویرگ‌های ریوی نیز طرح شده است (۳۳،۳۴). در این زمینه بیان شده است سازگاری با فعالیت‌های مختلف بدنی می‌تواند اپیتلیوم سلول‌های ریوی را تحت تأثیر قرار دهد. برای مثال، هایپوکسی موقتی و حاد ناشی از فعالیت‌های بدنی سازگاری‌های مختلفی را در اپیتلیوم غشا به‌همراه دارد. سلول‌های آلوئولی در مواجهه با هیپوکسی با افزایش ظرفیت گلیکولیتیک و از طریق فعال‌سازی فاکتور -۱ القایی توسط هیپوکسی[1] هزاران ژن از جمله فاکتور رشد اندوتلیال عروقی، محتوای ATP سلولی را حفظ می‌کنند. همچنین موجب کاهش تجزیهٔ ATP، به‌دلیل تنظیم کاهشی پروتئین‌های درگیر در پمپ سدیم-پتاسیم می‌شود و سوخت‌وساز انرژی منطقه را تعدیل می‌کند (۳۵).

از طرفی، طبق تحقیقات ثابت شده است تمرین منظم موجب کاهش ویسکوزیتهٔ پلاسما، ویسکوزیتهٔ خون و هماتوکریت می‌شود و در پی آن سیالیت خون افزایش می‌یابد که آن نیز موجب افزایش ظرفیت انتشار اکسیژن ریوی، برونده قلبی و بهبود تحویل اکسیژن به عضلات درگیر فعالیت می‌شود و در نتیجه می‌تواند موجب افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی شود. طبق نتایج اندرسون[2] و همکاران (۲۰۰۰)، فعالیت‌های ورزشی با افزایش نیاز اکسیژن بدن، موجب افزایش تهویه و در نتیجه افزایش مقدار هوای عبوری از راه‌های هوایی و اسمولاریتهٔ مایع خارج‌سلولی در غشای مخاطی برونشیول‌ها می‌شود (۳۶). تاکنون گونه‌های مختلفی از تمرینات تناوبی مانند شکل‌های متفاوتی از دوچرخه‌سواری یا مرحله‌های تکراری تمرین روی تردمیل برای بررسی اثر تمرین‌های تناوبی بر سازگاری‌های فیزیولوژیک استفاده شده است. همچنین مطالعات انجام‌گرفته اطلاعات ضد و نقیضی را دربارهٔ اثر این تمرینات بیان کرده‌اند (۳۷). در این زمینه وکیلی و همکاران (۲۰۱۰)، سه نوع برنامهٔ تمرینی قدرتی، استقامتی تناوبی و ترکیب دو روش را بررسی کردند؛ آنها افزایش معنادار اکسیژن مصرفی بیشینه را در گروه‌های برنامهٔ استقامتی تناوبی و برنامهٔ ترکیبی مشاهده کردند، اما این تغییرات بین دو گروه معنادار نبود (۳۸). فلاحی و همکاران (۲۰۱۱)، دو شیوهٔ تمرین ورزشی هوازی تداومی و تناوبی را بر ضربان قلب استراحت و دورهٔ ریکاوری بررسی کردند. آنها تفاوت معناداری را در پیش و پس از دو شیوهٔ تمرینی در ضربان قلب استراحت و دورهٔ ریکاوری مشاهده کردند، اما بین دو روش تفاوت معناداری را گزارش نکردند (۳۹). همچنین تحقیقات زیادی در خصوص نوع فعالیت بدنی به‌منظور

1 . hypoxia inducible factor-1

2. Anderson

کاهش وزن، صورت گرفته است که همچنان نتایج ضدونقیض‌اند. آمر و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند تمرینات هوازی به‌منظور کاهش وزن نسبت به تمرینات هوازی سودمندترند (۴۰). از طرفی بوچر و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند تمرینات بی‌هوازی با شدت بالا تأثیر بهتری نسبت به تمرینات هوازی صرف بر کاهش وزن دارد (۴۱). نتایج پژوهش حاضر هم در خصوص ظرفیت هوازی و مسافت طی‌شده و هم در مورد کاهش وزن، تأثیرات تمرینات بی‌هوازی را نسبت به هوازی سودمندتر نشان داد.

در خصوص اثر یک دوره نانونقره بر ساختار بافت ریه تحقیقات اندکی انجام گرفته است. زمانی و همکاران (۲۰۱۴)، گزارش کردند تزریق درون‌صفاقی نانوذرهٔ نقره به موش سبب نکروز شدن، دژنرانسیون و ارتشاح سلول‌های التهابی می‌شود که با نتایج هیستوپاتالوژی ما مطابقت دارد (۴۲). همچنین لیمباج و همکاران (۲۰۰۷)، جذب نانوذرات را توسط فیبروبلاست‌ها مشاهده کردند. آنها در آزمایش تنفس موش‌ها افزایش شایان توجهی را در علائم یا شاخص‌های التهابی در طول ورود ذرات ۲۰ نانومتری در مقایسه با همان جرم از ذرات ۲۵۰ نانومتری، ذکر کردند. این نتایج نشان می‌دهد که اگر ذرات در مقیاس نانو قرار گیرند، از لحاظ بیولوژیکی فعال می‌شوند (۲۳). ژانگ و همکاران (۲۰۰۵)، گزارش دادند که شکل‌های نانوذرهٔ نقره، اکسید تیتانیوم، اکسید آلومینیوم و کربن سیاه، شاخص‌های التهابی تنفسی را افزایش می‌دهند (۲۴). در پژوهشی دیگر ویبرا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که تمرین هوازی با شدت کم و متوسط، التهاب مجاری هوایی، رمدلینگ و بیان سایتوکاین‌های پیش‌التهابی را کاهش می‌دهد (۶). می‌توان فرض کرد در تحقیق حاضر متعاقب تمرین بی‌هوازی و تزریق نانونقره کاهش سطح التهاب رخ داده که موجب بهبود ساختار بافت ریه شده است. به‌طور کلی می‌توان گفت که در مسمومیت‌های نقره در بافت ریه که در این بررسی مطالعه شد، تغییرهای حاصله بیانگر خونریزی و دژنراسیون شدید سلول‌ها، آسیب‌های بافتی و گسترش ضایعات ایجادشده توسط نانوذرات، روند وابسته به فعالیت بدنی را آشکارا نشان می‌دهند. در گروه‌های پیش‌آمادگی بدنی به‌وضوح میزان آسیب‌ها نسبت به گروه دریافت‌کنندهٔ نانو کمتر بود. مطالعات بودن[1] و همکاران (۲۰۰۸)، نشان داد که هیستوپاتولوژیک ریوی اسلایدهای بافتی ریهٔ کشت داده‌شده مواردی از هایپرپلازی پنوموسیتII را نشان داد که این آزردگی در سلول‌های پنوموسیت نوع I در برش‌های هیستوپاتولوژیک مشاهده نشد، البته این آسیب‌ها نیز به میزان دوز بستگی دارد (۴۳). در پژوهش حاضر، به‌نظر می‌رسد که پنوموسیت نوع I در گروه شیمیایی دچار آسیب شده که در تمرین هوازی و بی‌هوازی تأثیری نداشته است، اما در پنوموسیت نوع II تمرین‌های هوازی و بی‌هوازی تأثیر مثبت داشته و موجب بهبود شده است. به‌نظر می‌رسد تمرینات ورزشی می‌تواند به‌عنوان یک عامل ضدالتهابی در تعدیل عوامل التهابی ناشی از ریزذرات آلاینده‌های مختلف نقش داشته باشد.

نتیجه‌گیری

با اینکه تزریق نانوذرات نقره موجب ایجاد التهاب و پرخونی و تخریب بافت ریه در گروه بدون پیش‌آمادگی می‌شود، اما احتمالاً فعالیت ورزشی در هر دو نوع هوازی و بی‌هوازی طی ۱۰ هفته می‌تواند از شدت تخریب بافتی و ایجاد التهاب و پرخونی در بافت بکاهد، اگرچه به‌نظر می‌رسد نوع بهبود آسیب به نوع پروتکل پیش‌آمادگی متفاوت است.

1. Bowden

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی افرادی که در انجام تحقیق حاضر همکاری داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

تأییدیهٔ اخلاقی

این پژوهش زیر نظر کمیتهٔ اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود به شمارهٔ IR.IAU.SHAHROOD.REC.1396.41 در مرکز تحقیقات نانوذرات بیولوژیک در پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود انجام گرفت.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع و مآخذ

1. Cox AJ, Gleeson M, Pyne DB, Callister R,Hopkins WG, Fricker PA. Clinical and laboratory evaluation of upper respiratory symptoms in elite athletes. Clinical Journal of Sport Medicine 2008; 18(5):438-45.
2. Nieman DC. Does Exercise Alter Immune Function and Respiratory Infections? President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest. 2001; 13(3):1-10.
3. Martin SA, Pence BD, Woods JA. Exercise and respiratory tract viral infections. Exercise and sport Sciences Reviews 2009; 37(4):157.
4. Murry CE, Jennings RB, Reimer KA. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. Circulation. 1986; 74(5): 1124-36.
5. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implica- tions for the prevention and treatment of disease. Nature Reviews Immunol 2011; 11(9): 607.
6. Vieira RP, Claudino RC, Duarte ACS, Santos ÂB, Perini A, Faria Neto HC, et al. Aerobic exercise decreases chronic allergic lung inflammation and airway remodeling in mice. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2007; 176(9):871-7.
7. Westergren-Thorsson G, Larsen K, Nihlberg K, Andersson-Sjöland A, Hallgren O, Marko-Varga G, et al. Pathological airway remodelling in inflammation. The Clinical Respiratory Journal 2010; 4(s1):1-8.
8. Rocco P, Dos Santos C, Pelosi P. Lung parenchyma remodeling in acute respiratory distress syndrome. Minerva Anestesiologica 2009; 75(12):730-40.
9. Warburton D, Tefft D, Mailleux A, Bellusci S, Thiery J-P, Zhao J, et al. Do lung remodeling, repair, and regeneration recapitulate respiratory ontogeny? American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2001; 164(supplement_2):S59-S62.
10. Hashimoto S, Gon Y, Matsumoto K, Takeshita I, Maruoka S, Horie T. Inhalant corticosteroids inhibit hyperosmolarity-induced, and cooling and rewarming-induced interleukin-8 and RANTES production by human bronchial epithelial cells. Am J Respir Crit Care Med. 2000; 162(3 Pt 1):1075-1080.

11.Inoue Ki ,Yanagisawa R, Koike E, Nakamura R, Ichinose T, Tasaka S, et al. Effects of Carbon Black Nanoparticles on Elastase-Induced Emphy sematous Lung Injury in Mice. Basic Clin Pharmacol Toxicol. 2011; 108(4): 234-40.
12.Normando VMF, Mazzoli-Rocha F, Moreira DKM, Barcellos BC, Picanço-Diniz DW, Zin WA. Regular exercise training attenuates pulmonary inflammatory responses to inhaled alumina refinery dust in mice. Respir Physiol Neurobiol 2013; 186 (1): 53-60.
13.Fashi M, Agha-Alinejad H, Mahabadi HA, Rezaei B, Pakrad BB, Rezaei S. The Effects of Aerobic Exercise on NF-κB and TNF-α in Lung Tissue of Male Rat. Novelty Biomedicine 2015; 3(3): 131-4.
14.Parka E, Bae E, Yi J, Kim Y, Choi K, Lee SH, et al. Repeated-dose toxicity and inflammatory responses in mice by oral administration of silver nanoparticles. Environ Toxicol Pharmacol 2010; 30(2): 162-8.
15.Tang J, Xi T. Status of biological evaluation on silver nanoparticles. Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi 2008; 25(4): 958-61.
16.Martinez-Gutierrez F, Olive PL, Banuelos A, Orrantia E, Nino N, Sanchez EM, et al. Synthesis, characterization, and evaluation of antimicrobial and cytotoxic effect of silver and titanium nanoparticles. Nanomedicine 2010; 6(8): 681-8.
17.McAuliffe ME, Perry MJ. Are nanoparticles potential male reproductive toxicants? A literature review. Nanotoxicol. 2007; 1(3): 204-10.
18.Renne R, Brix A, Harkema J, Herbert R, Kittel B, Lewis D, et al. Proliferative and nonproliferative lesions of the rat and mouse respiratory tract. Toxicol Pathol. 2009; 37(7): 5S-73S.
19.Oberdorster G, Oberdorster E, Oberdorster J. Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. Environ Health Perspect. 2005; 113(7): 823-39.
20.Akradi L., SohrabiHaghdoost I., Djeddi A.N., 2012. Histopathologic and apoptotic effect of nanosilver in liver of broiler chickens. African Journal of Biotechnology, 2011(22): 6207-6211.
21.Tarantola M, Pietuch A, Schneider D, Rother J, Sunnick E, Rosman C, et al. Toxicity of gold-nanoparticles: synergistic effects of shape and surface functionalization on micromotility of epithelial cells. Nanotoxicology 2011; 5(2): 254-68.
22.Stoehr LC, Gonzalez E, Stampfl A, Casals E, Duschl A, Puntes V, Oostingh GJ. Shape matters: effects of silver nanospheres and wires on human alveolar epithelial cells. Part Fibre Toxicol 2011; 30(8): 36.
23.Limbach LK, Wick P, Manser P, Grass RN, Bruinink A, Stark WJ. Exposure of engineered nanoparticles to human lung epithelial cells: influence of chemical composition and catalytic activity on oxydative stress. Environ Sci Technol 2007; 41(11): 4158-63.
24.Zhang Z, Kleinstreuer C, Donohue JF, Kim CS. Comparison of micro- and nano-size particle depositions in a human upper airway model. J Aerosol Sci 2005; 36(2): 211-33.
25.Mogharnasi M, Bayat J, Foaddini M, Salehinia A, Hosseini M, Shhamat Nashtifani F.The effect of colostrum along with aerobic and anaerobic exercise on lipid peroxidation and total

antioxidant capacity of male wistar rats. Armaghan-e-Danesh 2016; 21(3):265-277. (in Persian)

26.DEL BONIS-O'DONNELL, J. T., CHIO, L., DORLHIAC, G. F., MCFARLANE, I. R. & LANDRY, M. P. Advances in nanomaterials for brain microscopy. Nano Research, 1-29.

27.Brain JD, Valberg PA.Deposition of aerosol in the respiratory tract.AmRev Respir Dis120: 1325–1373, 1979.

28.Mühlfeld C, Rothen-Rutishauser B, Blank F, Vanhecke D, Ochs M, Gehr P. Interactions of nanoparticles with pulmonary structures and cellular responses. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol. 2008 May; 294(5):L817-29.

29.Meiring JJ, Borm PJA, Bagate K, Semmler M, Seitz J, Takenaka S,Kreyling WG.The influence of hydrogen peroxide and histamine onlung permeability and translocation of iridium nanoparticles in theisolated perfused rat lung.Part Fibre Toxicol2: 3, 2005.

30.Bhalla DK, Mannix RC, Kleinman MT, Crocker TT.Relative per-meability of nasal, tracheal, and bronchoalveolar mucosa to macromol-ecules in rats exposed to ozone.J Toxicol Environ Health17: 269–283, 1986.

31.Singh S, Shi T, Duffin R, Albrecht C, van Verlo D, Ho¨hr D, FubiniB, Martra G, Fenoglio I, Borm PJA, Schins RPF.Endocytosis,oxidative stress and IL-8 expression in human lung epithelial cells upontreatment with fine and ultrafine TiO2: role of the specific surface areaand of surface methylation of the particles.Toxicol Appl Pharmacol222:141–151, 2007.

32. Stearns R, Paulauskis JD, Godleski JJ.Endocytosis of ultrafine parti-cles by A549 cells.Am J Respir Cell Mol Biol24: 108–115, 2001.

33.Geiser M, Rothen-Rutishauser B, Kapp N, Schu¨rch S, Kreyling W,Schulz H, Semmler M, Im Hof V, Heyder J, Gehr P.Ultrafineparticles cross cellular membranes by nonphagocytic mechanisms inlungs, and in cultured cells.Environ Health Perspect113: 1555–1560,2005.

34.Rothen-Rutishauser BM, Schu¨ rch S, Haenni B, Kapp N, Gehr P.Interaction of fine particles and nanoparticles with red blood cellsvisualized with advanced microscopic techniques.Environ Sci Technol40: 4353–4359, 2006.

35.Jain M, Sznajder JI. Effects of hypoxia on the alveolar epithelium. Proc Am Thorac Soc. 2005; 2(3):202-5.

36.Anderson SD, Daviskas E. The mechanism of exercise-induced asthma is ... J Allergy Clin Immunol. 2000; 106(3):453-459.

37.Farzad B, Gharakhanlou R, Agha-Alinejad H, Bahraminejad M, Bayati M, Mehrabian F, et al. Effect of 4 weeks of supramaximal sprint interval training on physiological, hormonal and metabolic factors. Iranian Journal Endocr Metab. 2010; 12(1):34-41. (in Persian)

38.Vakili J, Razavi AA, Gaeini AA. Interference effect of concurrent (Simultaneous strength and endurance) training on maximum strength and VO2max. Sport Biosciences (Harakat). 2010 (3):41-55. (in Persian)

39.Falahi AA, Nejatiyan AA, Ghaeini AA, Kordi MR, Samadi A. Comparison of the effects of selected aerobic continues and interval exercise training on heart rate rest and 1,2 and 3

minutes heart rate recovery of post CABG Patients. J Medical Council IR IRAN. 2011; 29(1):29-37. (In Persian).

40. Amer Al Saif, Samira Alsenany, Aerobic and anaerobic exercise training in obese adults, Journal of Physical Therapy Science, 2015, Volume 27, Issue 6, Pages 1697-1700.
41. Boutcher S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, *2011*, 868305.
42. Zamani N, Naghsh N, Fathpour H. Comparing poisonous effects of thioacetamide and silver nanoparticles on enzymic changes and liver tissue in mice. Zahedan J Res Med Sci (ZJRMS) 2014; 16(2): 54-57 (in Persian)
43. Bowden DH. Unique cellular interaction of silvernanoparticles: sizedependent generation of Bowden DH, and Adamson IY. Reparative changes following pulmonary cell injury. Arch pathol; 2008; 92: 279-283.

Silver nanoparticles, aerobic/anaerobic pre-conditioning exercise and structural changes in lung tissue of male Wistar rats

Fatemeh pourmand[1] – Sayed Javad Ziaolhagh[*2]

1.M.Sc. of exercise physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Basic Sciences, Shahrood Branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran

2.Assistant Professor of Exercise Physiology, Shahrood Branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran

(Received:2020/07/19;Accepted:2021/04/17)

ABSTRACT

Despite its widespread use, the effects of nanoparticles on various tissues, including the lungs, are unclear. On the other hand, physical activity increases the resistance of lung cells to various stresses. Therefore, the aim of this study was to investigate the structural changes in lung tissue due to nanosilver injection following aerobic and anaerobic exercise. Samples were randomly divided into 6 healthy control groups, nanosilver, aerobic protocol, anaerobic protocol, nano silver + aerobic protocol, nano silver + anaerobic protocol. First, the training groups practiced on the rodent treadmill for 10 weeks. Then, the toxic dose of silver nanoparticles per 10% of body weight of each rat was injected 5 times intraperitoneally, and 48 hours after the last injection, the rats were anesthetized and sampled. Samples were photographed and studied by hematoxylin-eosin staining with an optical microscope. Results showed that anaerobic exercise was significantly effective in reducing rat weight ($p = 0.45$). Also, the oxygen consumption in all groups, except the nano silver receiving group, increased compared to the control group ($p = 0.000$). Nano-silver injections also caused pneumonia 1 and 2, alveolar and bronchiolitis lesions, and inflammation and hyperemia in untreated rats. But in the aerobic exercise group, the inflammation and hypertension were reduced more than in the anaerobic group. Exercise can be effective in reducing the degree of destruction in lung tissue caused by the consumption of silver nanoparticles. However, aerobic exercise seems to be more beneficial.

Keywords

Aerobic training protocols, Anaerobic training protocols, Pneumocystis, Silver nanoparticles.

* Corresponding Author: Email: javadzia@gmail.com;Tel:+989215121242