گزارش کوتاه
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۲۲، مهر ۱۴۰۲، ۷۷۶-۷۶۹

تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی به همراه مصرف نانوکورکومین بر بیان ژن‌های *Atrogin-1* و *Murf-1* در عضله نعلی موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار: یک گزارش کوتاه

فاطمه مدنی[۱]، یاسر کاظم‌زاده[۲]

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۲/۰۶ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۱۴۰۲/۰۴/۲۵ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۱۴۰۲/۰۶/۲۷ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۱۸

چکیده

زمینه و هدف: پژوهش حاضر با هدف تعیین تأثیر هشت هفته مصرف نانوکورکومین و تمرین هوازی بر بیان ژن‌های *Atrogin-1* و *Murf-1* در عضله نعلی موش صحرایی نر نژاد ویستار انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی، از ۳۲ سر موش صحرایی استفاده شد. تمرینات ورزشی ۵ جلسه در هفته انجام شد و مکمل‌دهی نیز (۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به موش‌ها داده شد. از تکنیک Real-time PCR برای سنجش بیان ژن و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس دوطرفه استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با انجام تمرین هوازی میانگین بیان ژن‌های Murf-1 و Atrogin-1 به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). هم‌چنین، مصرف مکمل نانوکورکومین هم منجر به کاهش میانگین بیان ژن‌های فوق شد ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: مصرف مکمل نانوکورکومین و تمرینات هوازی هر کدام به تنهایی منجر به کاهش بیان ژن‌های Atrogin-1 و Murf-1 شدند ولی اثر متقابل آن‌ها بر بیان آتروژن‌ها معنی‌دار نبود.

واژه‌های کلیدی: تمرین هوازی، نانوکورکومین، Murf-1، Atrogin-1، موش صحرایی

۱- دانشجوی دکتری ,گروه فیزیولوژی ورزشی, دانشکده تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی, واحد اسلامشهر, اسلامشهر, ایران
۲- (نویسنده مسئول) استادیار ,دانش آموخته دانشگاه خوارزمی, تهران, ایران
تلفن:۰۲۱-۵۶۱۲۳۶۰۱ دورنگار:۰۲۱-۵۶۱۴۳۹۷۱ پست الکترونیکی:Yaser.Kazemzadeh@yahoo.com

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-16]

[DOI: 10.61186/jrums.22.7.769]

مقدمه

عضلات اسکلتی وظایف متعددی از جمله محافظت از اندام‌های داخلی و حرکت و پاسخ‌گویی به نیازهای متابولیکی در فعالیت‌های روزمره و ورزشی را دارند. از دست رفتن توده عضلانی که نتیجه عدم تعادل میان سنتز و تجزیه پروتئین های آن می‌باشد، منجر به آتروفی عضلانی می‌شود [۱]. بررسی محققان در بازه سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳ نشان داده که از هر ۱۰۰,۰۰۰ نفر ۱۹/۸ تا ۲۵/۱ نفر دچار آتروفی شده‌اند [۲]. بنابراین شناخت سازوکارهای درگیر در آتروفی عضلانی به کشف روش‌های درمانی جدید برای مقابله با آن کمک خواهد کرد.

مسیرهای اصلی تجزیه پروتئین مسیر اتوفاژی لیزوزومی، مسیرهای یوبیکوئیتین پروتئازوم (Ubiquitin proteasome system; UPS) می‌باشد که در این میان، مسیر یوبیکوئیتین پروتئازوم مهمترین نقش را دارد [۳] به دنبال شناسایی آتروژن‌های (ژن‌های آتروفی) Murf-1 و Atrogin -1 دیده شده این دو آنزیم مسئول فعال‌سازی فرآیند تخریب پروتئین ها هستند چنان‌چه موش‌هایی که دو فاکتور فوق را نداشتند در مقابل آتروفی عضلانی ناشی از قطع عصب مقاوم بودند [۴].

کورکومین (Curcumin) ماده مؤثره زردچوبه است که قادر به مهار سیتوکین‌های التهابی و استرس اکسیداتیو و نیز سرکوب NF-κB می‌باشد و بر همین اساس چندین سال استفاده از کورکومین گزینه مناسبی برای پیش‌گیری یا درمان آتروفی عضلانی بوده است [۵]. با توجه به این موضوع که بین مسیر تخریب پروتئین‌های عضله و فعال شدن مسیر NF-κB ارتباط وجود دارد [۶]، بنابراین انتظار می‌رود که کورکومین اثر مهاری بر آتروفی عضلانی داشته باشد. کورکومین فعالیت کمپلکس پروتئازوم را مهار کرده و بیان ژن‌های Murf-1 و Atrogin-1 را به طور متغیر کاهش می دهد [۷].

فعالیت ورزشی می‌تواند از طریق ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیکی، عملکرد عضلانی را به صورت توانایی در حفظ بار کار زیر بیشینه طولانی مدت و رسیدن به برونده بیشتر در یک مسافت یا زمان ثابت بهبود بخشد. در ارتباط با اثر تمرینات ورزشی بر بیان ژن‌های آتروفی نتایج متناقضی وجود دارد. هشت هفته تمرین استقامتی با افزایش بیان ژن های Murf-1 و Atrogin-1 منجر به آتروفی عضلانی می شود، در حالی که ۸ هفته تمرین مقاومتی منجر به کاهش آتروفی عضلانی شد [۸].

بر طبق جستجوهای انجام شده مطالعه‌ای که اثر هم‌زمان مصرف مکمل نانوکورکومین و انجام تمرینات هوازی را بر آتروژن‌ها بررسی کرده باشد، یافت نشد. بنابراین، این مطالعه با هدف تعیین تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی به همراه مصرف نانو کورکومین بر بیان ژن‌های Atrogin-1 و Murf-1 در عضله نعلی موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و به روش تجربی در سال ۱۴۰۰ انجام شد. تعداد ۳۲ سر موش صحرایی نر از نژاد ویستار با میانگین وزنی ۲۰۰ تا ۲۲۰ گرم و سن تقریبی ۸ هفته خریداری و به آزمایشگاه حیوانات منتقل و در شرایط دمایی ۳±۲۲ درجه سانتی‌گراد تحت چرخه ۱۲ ساعت

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-16]

[DOI: 10.61186/jrums.22.7.769]

تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی و رطوبت ۴۰ تا ۶۰ درصد قرار گرفتند. در این تحقیق اصول اخلاقی در مورد نحوه کار با حیوانات از جمله در دسترس بودن آب و غذا و شرایط نگه-داری مناسب و عدم اجبار در تمرین‌ها مد نظر قرار گرفت. کد اخلاق IR.IAU.PIAU.REC.1400.009 از دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند اخذ شد.

موش‌های صحرایی پس از یک هفته عادت به شرایط محیط به صورت تصادفی به ۴ گروه ۸ تایی تقسیم شدند: گروه کنترل، گروه تمرین هوازی، گروه مکمل نانوکورکومین، گروه تمرین هوازی و مکمل نانوکورکومین. در ادامه دو گروه از موش‌های صحرایی که تمرین با تردمیل را داشتند به مدت یک هفته با تردمیل مخصوص جوندگان با سرعت ۵ تا ۱۰ متر در دقیقه و ۳ روز در هفته به منظور آشنایی با تردمیل به تمرین هوازی پرداختند [۹] و در ادامه پروتکل اصلی تمرین را طبق جدول ۱ انجام دادند.

جدول ۱- پروتکل ۸ هفته تمرین هوازی انجام شده برای موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار

تکرار	مدت	شدت	هفته
۳ روز در هفته	۲۵ دقیقه در روز	۱۸ متر در دقیقه	هفته اول و دوم
۳ روز در هفته	۳۰ دقیقه در روز	۱۸ متر در دقیقه	هفته سوم و چهارم
۳ روز در هفته	۳۵ دقیقه در روز	۱۸ متر در دقیقه	هفته پنجم و ششم
۳ روز در هفته	۴۰ دقیقه در روز	۱۸ متر در دقیقه	هفته هفتم و هشتم

نانو ذرات کیتوزان و نانو ذرات کیتوزان خالی طبق مطالعه Vijayakurup و همکارانش آماده‌سازی شدند [۱۰]. پس از تأیید کیفیت آن به ازای هر کیلوگرم از وزن حیوان مقدار ۸۰ میلی‌گرم نانو کورکومین به مدت ۸ هفته گاواژ شد. در پایان مداخلات مکمل‌دهی و تمرینات ورزشی، موش‌های صحرایی با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم ساخت ژاپن وزن کشی شدند و سپس با کتامین (۷۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن‌شان) و زایلازین (۱۰ میلی‌گرم /کیلوگرم) و آسپرومازین (۳ میلی‌گرم /کیلوگرم) به صورت تزریق داخل صفاقی بیهوش شدند و پس از تایید بیهوشی عضله نعلی حیوان برداشته شد.

جهت ارزیابی مقادیر بیان ژن ابتدا استخراج RNA (Ribonucleic acid) از بافت‌ها در همه گروه‌های مورد بررسی، طبق پروتکل شرکت سازنده (کیاژن آلمان) انجام گرفت و پس از استخراج آن با خلوص و غلظت بالا از تمامی نمونه‌های مورد مطالعه، مراحل سنتز cDNA (Complementary DNA) طبق پروتکل شرکت سازنده (Fermentas, USA) انجام شد. سپس از آن برای انجام واکنش رونویسی معکوس مورد استفاده قرار گرفت و سپس cDNA به روش PCR (Polymerase chain reaction) تکثیر شد.

داده‌های جمع‌آوری شده، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ تجزیه و تحلیل شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-16]

[DOI: 10.61186/jrums.22.7.769]

استفاده از آزمون Shapiro-Wilk و همگنی واریانس گروه‌ها با استفاده از آزمون Levene بررسی و مورد تأیید قرار گرفت (P>۰/۰۵). به منظور ارزیابی اثر تمرین هوازی و مصرف مکمل نانوکورکومین بر روی بیان آتروژن‌ها از آنالیز واریانس دوطرفه استفاده شد. سطح معنی‌داری در آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

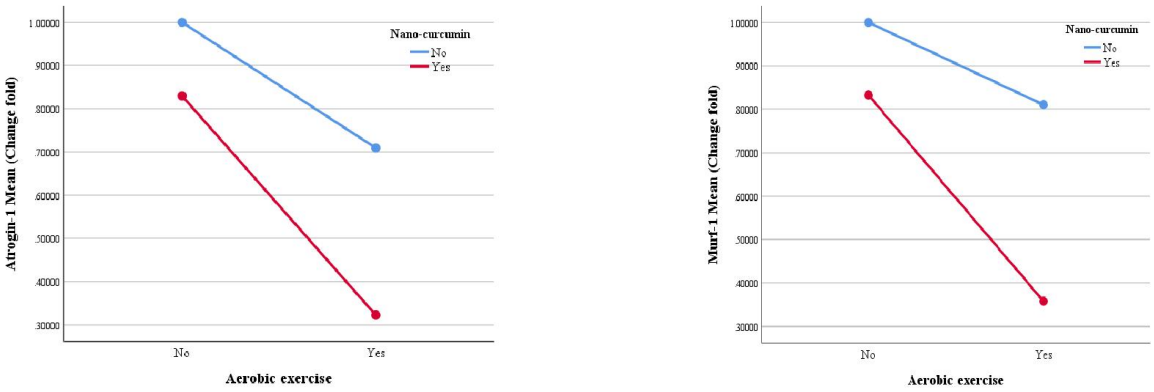
نتایج

در این بررسی تغییرات بیان ژن‌های Atrogin-1 و Murf-1 در عضله نعلی موش‌های صحرایی پس از هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل نانوکورکومین اندازه‌گیری شد.

نتایج آنالیز واریانس دوطرفه در مورد بیان ژن Atrogin-1 نشان داد که صرف‌نظر از مصرف مکمل نانوکورکومین، تمرین هوازی منجر به کاهش میانگین بیان ژن Atrogin-1 شد (F=۱۰/۸۶۲، df=۱، P=۰/۰۰۳). از سویی دیگر صرف‌نظر از تمرین هوازی، مصرف مکمل نانوکورکومین منجر به کاهش میانگین بیان ژن Atrogin-1 در موش‌های صحرایی مورد بررسی شد (F=۵/۲۸۹، df=۱، P=۰/۰۲۹) (نمودار ۱).

نتایج آنالیز واریانس دوطرفه در مورد بیان ژن Murf-1 نشان داد که صرف‌نظر از مصرف مکمل نانوکورکومین، تمرین هوازی منجر به کاهش میانگین بیان ژن Murf-1 شد (F=۶/۲۷۲، df=۱، P=۰/۰۱۸). از طرفی دیگر صرف‌نظر از تمرین هوازی، مصرف مکمل نانوکورکومین منجر به کاهش میانگین بیان ژن Murf-1 در موش‌های صحرایی مورد بررسی شد (F=۵/۴۶۴، df=۱، P=۰/۰۲۷) (نمودار ۱).

نتایج آنالیز واریانس دوطرفه هم‌چنین نشان داد که اثر متقابل تمرین هوازی و مصرف مکمل نانوکورکومین بر بیان ژن Atrogin-1، اثر معنی‌داری نداشت (F=۰/۷۹۹، df=۱، P=۰/۳۷۹) و اثر متقابل تمرین هوازی و مصرف مکمل نانوکورکومین بر بیان ژن Murf-1 نیز اثر معنی داری نداشت (F=۱/۱۵۳، df=۱، P=۰/۲۹۲).



نمودار ۱- اثر تمرین هوازی و مکمل نانوکورکومین بر بیان ژن‌های Murf-1 و Atrogin-1 در عضله نعلی موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-16]

[DOI: 10.61186/jrums.22.7.769]

بحث

نتایج نشان داد که بیان ژن‌های Murf-1 و - Atrogin 1در عضله نعلی موش‌های صحرایی در گروه تمرین هوازی به تنهایی و مصرف مکمل نانوکورکومین به تنهایی کاهش داشته است و در گروه تمرین هوازی به همراه مصرف مکمل نانوکورکومین این تغییرات معنی‌دار نبوده است.

نقش پروتئین‌های سرچنگالی FOXO (Fork Head Box) در ایجاد آتروفی عضلانی ثابت شده است، به‌طوری‌که افزایش بیان این فاکتور منجر به افزایش بیان ژن‌های -Murf 1 و Atrogin-1 می‌شود [۱۱]. نشان داده شده که تمرینات هوازی با مهار مسیر FOXO باعث کاهش مهار مسیر یوبیکوئیتین پروتئازوم درگیر در کاتابولیسم و آتروفی عضلانی موش‌های صحرایی دیابتی می‌شود [۱۲]. ناهمسو با نتایج به دست آمده نیز گفته شده هشت هفته تمرینات استقامتی با افزایش بیان آتروژن‌ها منجر به افزایش تحلیل عضلانی می‌شود [۸]. پیش از این Stefanetti و همکارانش گزارش کردند که افرادی که به مدت ۱۰ هفته تحت تمرین استقامتی بوده‌اند نسبت به کسانی که تمرینات مقاومتی انجام دادند، بیان پروتئین‌های مرتبط با آتروفی عضلانی از جمله Murf-1 و Atrogin-1 بیشتری را تجربه کردند [۱۳].

کورکومین یک ماده غذایی با اهداف بیولوژیکی متعدد و اثرات مختلف سلولی است. یکی از فاکتورهایی که از کورکومین متأثر می‌شود NF-κB (Nuclear Factor Kappa B) می‌باشد، با کاهش فعالیت NF-κB می‌توان از آتروفی عضلانی جلوگیری کرد. کورکومین با مهار این فاکتور، کاهش تخریب پروتئین‌های عضلانی ناشی از بی‌تحرکی را به دنبال دارد. کورکومین با تنظیم مسیر سیگنالینگ NF-κB /UPS باعث کاهش یوبی کویتیناسیون و التهاب در عضله اسکلتی می‌شود و با بهبود اختلال عملکردی میتوکندری در موش-های مبتلا به کاشکسی ناشی از سرطان پستان موجب کاهش آتروفی عضلانی می‌شود [۶]. احتمالاً مسیر NF-κB یکی از مسیرهای اصلی کنترل Murf-1 است حتی بازسازی عضلات نیز با کورکومین به عنوان مهارکننده NF-κB در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. مسیرسیگنالینگ PI3K/AKT که منجر به فعال شدن m TOR و در نهایت به سنتز پروتئین‌های عضلانی منجر می‌شود نیز از دیگر اهداف کورکومین می‌باشد. AKT سنتز پروتئین را از طریق mTOR و تجزیه آن را از طریق مهار فاکتورهای رونویسی خانواده FOXO کنترل می‌کند. در مجموع فعال شدن این مسیر از آتروفی عضلانی پیش‌گیری می‌کند [۱۴].

اگرچه در پژوهش حاضر تأثیرات متقابل تمرین هوازی و مصرف مکمل نانوکورکومین بر بیان آتروژن‌ها معنی‌دار نبوده است، ولی Osali و همکارانش نشان دادند، اثرات فعالیت هوازی و مصرف مکمل نانوکورکومین بر مهار التهاب دارای هم‌افزایی می‌باشد به‌طوری که هر یک به تنهایی منجر به به کاهش التهاب می‌شوند ولی اثرات هم‌زمان مصرف مکمل نانوکورکومین و انجام تمرین هوازی کاهش محسوس تری را در التهاب ایجاد کرد [۱۵].

با توجه به این‌که فاکتور FOXO بیان آتروژن‌ها را افزایش می‌دهد، عدم سنجش آن یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر بود. از سویی دیگر، با توجه به این‌که انواع فعالیت‌های ورزشی تأثیرات متفاوتی را بر روی آتروژن‌ها می‌گذارند،

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-16]

[DOI: 10.61186/jrums.22.7.769]

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از پروتکل‌های تمرینی دیگر مانند تمرینات مقاومتی و ترکیبی استفاده شود و نیز با در نظر گرفتن افزایش بیان آتروژن‌ها با افزایش سن یا سرطان، پیشنهاد می‌شود، تأثیر نانوکورکومین با دوزهای متفاوت بر روی نمونه‌های سالمند یا سرطانی مطالعه شود.

نتیجه‌گیری

به طور کلی یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که انجام تمرینات هوازی و یا مصرف مکمل نانوکورکومین باعث کاهش بیان ژن‌های آتروفی عضلانی شده است. بر این اساس احتمالاً تمرین هوازی و یا مکمل نانوکورکومین عامل مهمی در مهار مسیرهای مرتبط با آتروفی عضلانی می‌باشد، هرچند برای شناخت دقیق مکانیسم‌های مرتبط با آتروفی نیاز به تحقیقات گسترده‌تری در این زمینه می‌باشد.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از مسئول مرکز حیوانات علوم آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه بقیه الله آقای دکتر حسین شیروانی به جهت ایجاد شرایط مناسب و تجهیزات لازم برای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

[1] Hardy EJ, Deane CS, Lund JN, Phillips BE. Loss of muscle mass in the immediate post-operative period is associated with inadequate dietary protein and energy intake. *Eur J Clin Nutr* 2023; 77(4): 503-5.

[2] Theadom A, Rodrigues M, Roxburgh R, Balalla S, Higgins C, Bhattacharjee R, et al. Prevalence of muscular dystrophies: a systematic literature review. *Neuroepidemiology* 2015; 43(3-4): 259-68.

[3] Wang W, Li M, Chen Z, Xu L, Chang M, Wang K, et al. Biogenesis and function of extracellular vesicles in pathophysiological processes of skeletal muscle atrophy. *Biochemical pharmacology* 2022; 198: 114954.

[4] Bodine SC, Latres E, Baumhueter S, Lai VK, Nunez L, Clarke BA, et al. Identification of ubiquitin ligases required for skeletal muscle atrophy. *Science* 2001; 294(5547): 1704-8.

[5] Vargas-Mendoza N, Madrigal-Santillán E, Álvarez-González I, Madrigal-Bujaidar E, Anguiano-Robledo L, Aguilar-Faisal JL, et al. Phytochemicals in skeletal muscle health: effects of curcumin (from Curcuma longa Linn) and sulforaphane (from Brassicaceae) on muscle function, recovery and therapy of muscle atrophy. *Plants* 2022; 11(19): 2517.

[6] Zhang J, Zheng J, Chen H, Li X, Ye C, Zhang F, et al. Curcumin targeting NF-κB/ubiquitin-proteasome-system axis ameliorates muscle atrophy in triple-

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-16]

[DOI: 10.61186/jrums.22.7.769]

negative breast cancer cachexia mice. *Mediators of Inflammation* 2022; 2022.

[7] Lyu W, Kousaka M, Jia H, Kato H. Effects of Turmeric Extract on Age-Related Skeletal Muscle Atrophy in Senescence-Accelerated Mice. *Life* 2023; 13(4): 941.

[8] Moradi Y, Zehsaz F, Nourazar MA. Concurrent exercise training and Murf-l and Atrogin-1 gene expression in the vastus lateralis muscle of male Wistar rats. *Apunts Sports Medicine* 2020; 55(205): 21-7.

[9] Al-Jarrah M, Ahmad MB, Maayah M, Al-Khatib A. Effect of exercise training on the expression of p53 and iNOS in the cardiac muscle of type I diabetic rats. *Journal of Endocrinology and Metabolism* 2012; 2(4-5): 176-80.

[10] Vijayakurup V, Carmela S, Carmelo D, Corrado T, Srinivas P, Gopala S. Phenethyl caffeate benzo [kl] xanthene lignan with DNA interacting properties induces DNA damage and apoptosis in colon cancer cells. *Life Sciences* 2012; 91(25-26): 1336-44.

[11] Pomiès P, Blaquière M, Maury J, Mercier J, Gouzi F, Hayot M. Involvement of the FoxO1/MuRF1/Atrogin-1 signaling pathway in the oxidative stress-induced atrophy of cultured chronic obstructive pulmonary disease myotubes. *PLoS One* 2016; 11(8): e0160092.

[12] Vechetti-Junior IJ, Bertaglia RS, Fernandez GJ, de Paula TG, de Souza RW, Moraes LN, et al. Aerobic exercise recovers disuse-induced atrophy through the stimulus of the LRP130/PGC-1α complex in aged rats. Journals of Gerontology Series A: *Biomedical Sciences and Medical Sciences* 2016; 71(5): 601-9.

[13] Stefanetti RJ, Lamon S, Wallace M, Vendelbo MH, Russell AP, Vissing K. Regulation of ubiquitin proteasome pathway molecular markers in response to endurance and resistance exercise and training. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology* 2015; 467: 1523-37.

[14] Zhao Z, Li C, Xi H, Gao Y, Xu D. Curcumin induces apoptosis in pancreatic cancer cells through the induction of forkhead box O1 and inhibition of the PI3K/Akt pathway. *Molecular Medicine Reports* 2015; 12(4): 5415-22.

[15] Osali A. Aerobic exercise and nano-curcumin supplementation improve inflammation in elderly females with metabolic syndrome. *Diabetology & Metabolic Syndrome* 2020; 12: 1-7.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-16]

[DOI: 10.61186/jrums.22.7.769]

The Effect of 8 Weeks of Aerobic Exercise Along with Nano-Curcumin on the Expression of Atrogin-1 and Murf-1 Genes in Soleus Muscle of Male Wistar Rat: A Short Report

Fatemeh Madani[۱], Yaser Kazemzadeh[۲]

Received: 26/04/23 Sent for Revision: 16/07/23 Received Revised Manuscript: 18/09/23 Accepted: 10/10/23

Background and Objectives: The present study aimed to investigate the effects of eight weeks of taking nano-curcumin and performing aerobic exercise on the expression of Atrogin-1 and Murf-1 genes in the soleus muscle of male Wistar rats.

Materials and Methods: This experimental study was conducted on 32 rats. Aerobic exercises were performed 5 times per week, and nano-curcumin was administered to rats at 80 mg per kg. The real-time PCR (Polymerase chain reaction) technique was employed to measure gene expression, and two-way analysis of variance (ANOVA) was used to analyze the data.

Results: The results showed that aerobic exercise significantly decreased the expression levels of the MuRF-1 and Atrogin-1 genes ($p<0.05$). In addition, nano-curcumin supplementation without aerobic exercise also reduced the expression levels of the mentioned genes ($p<0.05$).

Conclusion: The results of this study indicated that nano-curcumin supplementation alone decreased the expression levels of the two mentioned genes and so did aerobic exercise alone. However, their interaction effects were not significant on the expression level of the Atrogin-1 gene.

Key words: Aerobic exercise, Nano-curcumin, Murf-1, Atrogin-1, Rat

Funding: This study did not have any funds.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The Ethics Committee of Islamic Azad University of Parand approved the study (IR.IAU.PIAU.REC.1400.009).

How to cite this article: Madani Fatemeh, Kazemzadeh Yaser. The Effect of 8 Weeks of Aerobic Exercise Along with Nano-Curcumin on the Expression of Atrogin-1 and Murf-1 Genes in Soleus Muscle of Male Wistar Rat: A Short Report. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2023; 22 (7): 769-76. [Farsi]

۱-PhD Student, Dept. of Sports Physiology, Faculty of Physical Education, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran
۲- Assistant Prof., Graduated from Kharazmi University, Tehran, Iran, ORCID: 0000-0001-5635-9352
(Corresponding Author) Tel: (021) 56123601, Fax: (021) 56143971, E-mail: yaser.kazemzadeh@yahoo.com

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-16]

[DOI: 10.61186/jrums.22.7.769]