علوم زیستی ورزشی _ زمستان ۱۳۸۹
شمارهٔ ۷ - ص ص : ۱۵۲- ۱۳۷
تاریخ دریافت : ۰۸ / ۱۱ / ۸۹
تاریخ تصویب : ۰۲ / ۰۳ / ۹۰

تأثیر هشت هفته فعالیت ورزشی منتخب و مکمل استروژن بر سلول‌های ماهواره‌ای در رت‌های تخمدان‌برداری‌شده

محسن ثالثی[1] – هما شیخانی شاهین – بیتا گرامی زاده – نادر تنیده

استادیار دانشگاه شیراز، کارشناس ارشد دانشگاه شیراز، استاد دانشگاه علوم پزشکی شیراز، استادیار دانشگاه علوم پزشکی شیراز

چکیده

سلول‌های ماهواره‌ای، سلول‌های بنیادی ویژه‌ای هستند که در بیشتر بافت‌های بدن وجود دارند و به‌عنوان سلول‌های ذخیره عمل می‌کنند. این سلول‌ها در پاسخ به آسیب‌های مکانیکی و شیمیایی تکثیر شده و موجب رشد، جایگزینی و ترمیم در بافت می‌شوند. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته فعالیت ورزشی منتخب و مکمل استروژن بر سلول‌های ماهواره‌ای در رت‌های تخمدان‌برداری‌شده از نژاد اسپراگوداولی بود. این تحقیق از نوع آزمایشی است و آزمودنی‌های آن ۳۵ سر رت از نژاد اسپراگوداولی با وزن ۲۰ ±۲۰۰ گرم بود. در ابتدا آزمودنی‌ها تحت عمل تخمدان‌برداری قرار گرفتند و پس از یک ماه بهبودی کامل به‌طور تصادفی به چهار گروه کنترل،فعالیت ورزشی،مکمل استروژن، فعالیت ورزشی به همراه مکمل استروژن تقسیم شدند. دو گروهی که فعالیت ورزشی را به‌تنهایی یا همراه با مکمل استروژن انجام می‌دادند، یک فعالیت ورزشی منتخب را سه روز در هفته به مدت ۸ هفته و با شدت حدود ۸۰-۷۰ درصد Vo2max اجرا کردند. در این مدت گروه مکمل استروژن و فعالیت ورزشی به همراه مکمل استروژن در ابتدای هر هفته ۰/۶ میلی لیتر استروژن را به‌صورت تزریق زیر جلدی دریافت می‌کردند. در انتهای هفتهٔ هشتم پس از کشتن رت‌ها به روش اخلاقی و خارج ساختن عضلهٔ نعلی، رنگ‌آمیزی آن با CD56 انجام گرفت و با استفاده از میکروسکوپ نوری تعداد سلول‌های ماهواره‌ای شمارش شد. از تحلیل واریانس یک‌طرفه برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات استفاده شد. نتایج نشان داد در گروه فعالیت ورزشی ، تعداد سلول‌های ماهواره‌ای ۱/۵ برابر افزایش یافت. درحالی‌که در گروه‌هایی که فعالیت ورزشی را به همراه مکمل استروژن یا مکمل استروژن را به‌تنهایی دریافت می‌کردند، به‌ترتیب کاهش ۶۸ و۷۳/۹ درصدی مشاهده شد. همچنین نتایج حاکی از آن است که تغییرات مشاهده‌شده در تعداد سلول‌های ماهواره‌ای فقط در گروه فعالیت ورزشی از لحاظ آماری معنادار بود. تمرینات استقامتی می تواند تکثیرسلول‌های ماهواره‌ای عضلهٔ نعلی رت‌ها را افزایش دهد. این فعالیت‌ها بر عملکرد ژنتیکی فیبرهای عضلانی،تغییر ساختار آنها و سوخت و ساز و تقویت آزادسازی فاکتورهای رشد تأثیر می گذارند که از طریق سیستم پاراکرین عمل می کند و موجب فعالیت سلول‌های ماهواره‌ای می‌شود. فعالیت سلول‌ها نیز پیش‌نیازی برای افزایش عملکرد و حجم عضله محسوب می‌شود.

واژه های کلیدی

مکمل استروژن، فعالیت ورزشی منتخب، سلول‌های ماهواره‌ای.

---

۱ - نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۹۸-۰۷۱۱-۶۱۳۴۶۳۰ Email: mhsnsls@yahoo.com

مقدمه

سلول‌های ماهواره‌ای، سلول‌های‌تک‌هسته‌ای کوچکی در بین غشای پایه و غشاءسیتوپلاسمی هستند که در پاسخ به فشار حاصل از تمرینات سنگین یا ضربه در عضله فعال شده و میوبلاست‌ها را تشکیل می‌دهند و در نهایت به فیبرهای عضلانی تبدیل می‌شوند. در واقع این سلول‌ها، سلول‌های بنیادی خاص هستند که تقریبا در هر بافتی یافت می‌شوند و در رشد طبیعی ،جایگزینی و ترمیم بافت بعد از آسیب شیمیایی و مکانیکی نقش دارند و تعداد آنها به گونه‌های حیوانی، سن، نوع فیبر عضلانی و محل سلول در راستای فیبر بستگی دارد.

در عضلهٔ اسکلتی بعد از تولد، سلول های بنیادی سلول‌های ماهواره‌ای نامیده می شوند و ۳ تا ۹ درصد هسته‌های زیر غشایی[1] مربوط به فیبرهای عضلانی طبیعی بالغ را تشکیل می‌دهند. براساس نتایج تحقیقات انجام گرفته برای درک چگونگی عملکرد سلول‌های ماهواره‌ای در عضلهٔ بالغ اولین گام برای رشد مجدد عضله بعد از آسیب، فعال سازی این سلول‌ها است که به‌طور طبیعی غیر فعال‌اند، بنابراین وارد چرخهٔ سلولی می‌شوند و شروع به تکثیر و ترمیم می‌کنند (۳۲). سلول‌های ماهواره‌ای در واکنش به محرک‌های فیزیولوژیکی مثل ورزش و شرایط پاتولوژیکی مانند جراحت یا بیماری، فعال می‌شوند تا میوبلاست‌ها را که قادر به ترکیب و تشخیص هستند ،تولید کنند. این سلول‌ها قادر به ترکیب شدن با الیاف ماهیچه‌ای موجود،ترمیم الیاف ماهیچه‌ای آسیب‌دیده یا ترکیب متناوب با یکدیگر برای تشکیل الیاف ماهیچه‌ای جدید هستند(۱۵).

درک نقش پیچیدهٔ سلول‌های ماهواره‌ای در پاسخ به تمرینات ورزشی در عضلات انسان به‌تازگی آغاز شده است (۳). تحقیقات علمی در مورد تاثیر فعالیت‌های ورزشی بر سلول‌های ماهواره‌ای، اثر دو دسته فعالیت‌های مقاومتی و استقامتی را بر روی این سلول‌ها بررسی کرده‌اند. در زمینه تاثیر فعالیت‌های مقاومتی مطالعات انسانی و حیوانی بسیاری انجام گرفته است. کدی و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر تمرینات مقاومتی سنگین و بی تمرینی را بر سلول‌های ماهواره‌ای در عضلهٔ اسکلتی انسان بررسی کردند. هدف کلی تحقیق اندازه‌گیری میزان تغییرات در تعداد سلول های ماهواره‌ای در اثر ۳۰ تا ۹۰ روز تمرین مقاومتی و به‌دنبال آن ۹۰روز پس از بی‌تمرینی بود. نتایج تحقیق نشان داد که بعد از ۳۰ روز تمرین مقاومتی افزایش مختصری در تعداد سلول‌های ماهواره‌ای به وجود می‌آید، اما بعد از ۹۰روز فعالیت، این افزایش در تعداد سلول‌ها چشمگیرتر خواهد بود و در تعداد سلول‌های ماهواره‌ای بعد

1- sublaminal

از ۱۰، ۳۰و۶۰ روز بی‌تمرینی به‌طور معناداری بالا باقی می‌ماند. محققان بیان کردند که افزایش در تعداد سلول های ماهواره‌ای مدت‌ها پس از جلسات تمرینی حفظ می‌شود درحالی‌که بعد از ۹۰ روز بی تمرینی تعداد سلول‌ها به مقادیر پیش از تمرین برمی‌گردد(۱۵). این تحقیقات مشخص کرده‌اند که فشار و کشیدگی بیش از حد، رهاسازی مواد التهابی و فاکتورهای رشد که از طریق فعالیت‌های ورزشی مقاومتی تولید می شوند، موجب افزایش فعالیت سلول‌های ماهواره‌ای شده و آنها را تحریک می‌کنند تا دوباره وارد چرخهٔ سلولی شوند و تکثیر پیدا کنند. سلول‌های ماهواره‌ای می‌توانند ماده هسته‌ای خود را دراختیار فیبر بگذارند تا ترمیم، بازسازی و هیپرتروفی عضله را در پاسخ به فشار اعمال‌شده تسهیل کند، زیر مجموعه‌ای از سلول‌های ماهواره‌ای فعال شده توسط خودشان جابه‌جا شده و از چرخهٔ سلولی خارج شوند تا برای ترمیم عضله در آینده آماده شوند. بنابراین نه تنها سلول های ماهواره‌ای تکثیر پیدا می‌کنند تا ماده هسته‌ای خود را در اختیارفیبرعضلانی قرار دهند، علاوه براین خود را نیز دوباره نوسازی می‌کنند(۲۳).

در مقایسه با تمرینات مقاومتی، در مورد تأثیر فعالیت‌های استقامتی بر سلول‌های ماهواره‌ای، تحقیقات زیادی انجام نگرفته است. پژوهش های انجام گرفته متناقض است به طوری که اپل و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند که سلول های ماهواره‌ای عضلهٔ اسکلتی پس از ۱۰ هفته تمرین استقامتی در مردان جوان فعال شدند. سطح فعالیت سلول‌ها در این تحقیق از طریق وجود یک شبکهٔ آندوپلاسمی دانه دار وسیع و وفور ریبوزوم های آزاد و میتوکندری در سلول‌های ماهواره‌ای مشخص شد (۱). لیکن این پرسش بی‌پاسخ باقی می ماند که سلول‌های ماهواره‌ای را چگونه فعال تعریف کنیم؟ در تحقیق دیگری افزایش در تعداد سلول های ماهواره ای در پاسخ به ۱۴ هفته تمرین استقامتی در ۱۱ مرد مسن سالم گزارش شد.۱۳ درصد افزایش در حداکثر اکسیژن مصرفی، با ۶ درصد افزایش در تعداد سلول های ماهواره‌ای و ۱۳ درصد افزایش در اندازهٔ فیبرهای عضلانی همراه بود که از لحاظ آماری این افزایش معنی‌دار نبود. ورنی و همکاران(۲۰۰۸) نیز نتایج مشابهی ارائه کرده اند، آنها تأثیر ترکیبی تمرین مقاومتی بالاتنه و تمرین استقامتی پایین تنه را در مردان مسن سالم بررسی کردند.۱۴ هفته تمرین استقامتی به‌طور معنی‌داری اندازهٔ فیبر عضلانی نوع دو در عضلهٔ پهن جانبی (۱۳ درصد) را به همراه حجم سلول‌های ماهواره‌ای (۵۸ درصد) افزایش داد، ولی هیچ تغییری در تعداد سلول‌های ماهواره‌ای بعد از فعالیت استقامتی دیده نشد. آنان نتیجه گرفتند که این مقدار فعالیت تاثیر معنی‌داری در سلول‌های ماهواره‌ای ندارد(۳۶). از سوی دیگر مشخص شده است که با افزایش سن از

کل محتوای سلول‌های ماهواره‌ای کاسته می‌شود و از آنجا که این سلول‌ها برای حفظ، رشد و نوسازی فیبر عضلانی ضروری هستند ، کاهش ناشی از سن در تعداد سلول‌ها و ناتوانی آنها در فعال شدن و تکثیر هنگام تحریک‌های مختلف ممکن است به آتروفی بافت در سالمندی بینجامد. بنابراین محققان به دنبال راهکارهای عملی برای به حداقل رساندن تاثیرات سن بر سلول‌های ماهواره‌ای هستند. در این راستا نتایج حاصل از تحقیقات نشان می‌دهند که مکمل استروژن بر فعالیت و تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای به دنبال آسیب عضلانی بعداز انقباض طولانی تأثیر دارد و نفوذ نوتروفیل‌ها بعد از آسیب را در عضلهٔ اسکلتی کاهش می‌دهد(۸، ۹) ازاین رو می‌توان گفت استروژن نقش چشمگیری به‌عنوان یک محرک در ترمیم عضله و فعال‌سازی و تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای به دنبال آسیب دارد(۳۶). همچنین بررسی‌ها نشان داده است که نیتریک اکساید و فاکتورهای رشد شبه انسولین موجب فعال شدن سلول‌های ماهواره‌ای به دنبال آسیب‌های عضلانی می‌شوند که این فاکتورها نیز تحت تأثیر سطوح استروژن در جریان قرار دارند (۲۱، ۳۱).

موران و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که برداشتن تخمدان قابلیت انقباض عضلهٔ اسکلتی را در رت‌های مادهٔ بالغ کاهش می‌دهد و آسیب‌ها را با فقدان قابلیت دسترسی به میوزین با پیوندهای قوی هنگام انقباض مرتبط می‌دانند، احتمال دارد که استروژن تأثیر حفاظتی بر آسیب عضله با تأثیر مستقیم برعملکرد انقباض داشته باشد (۲۰).

براون و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر برداشتن تخمدان و جایگزینی استروژن در بهبود تودهٔ عضلانی بعداز بارگیری مجدد و بی وزنی را در رت‌های مسن بررسی کردند. آنها دریافتند که رت‌های تخمدان‌برداری شده در بهبود تودهٔ عضلانی موفق‌اند، درحالی‌که تودهٔ عضلانی رت‌های تحت عمل مکمل‌دهی با استروژن با سرعت طبیعی بهبود یافت و آنها بیان داشتند که مکمل استروژن در افزایش تکثیر سلول های ماهواره ای عضله بعد از ورزش نقش دارد (۳). دیبورا و همکاران(۲۰۰۷) تأثیر استروژن بر فعال‌سازی و تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای بعد از دویدن در سراشیبی بر روی رت‌های تخمدان‌برداری‌شده را بررسی کردند نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که مکمل‌دهی استروژن بر فعالیت و تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای به دنبال آسیب عضلانی بعد از انقباضات طولانی در رت‌ها تأثیر دارد(۱۰). همچنین در بسیاری از تحقیقات تأثیر تفاوت‌های جنسی در شاخص‌های آسیب عضلهٔ اسکلتی، التهاب و ترمیم تایید این عوامل را به هورمون زنانهٔ استروژن نسبت داده و بیان داشته‌اند که استروژن به‌عنوان یک عامل در کاهش آسیب عضلانی به‌دنبال تمرینات ورزشی نقش دارد(۱۷). در این زمینه سنت پیراسکاندروهمکاران

(۱۹۹۹)گزارش کردند که نفوذ ماکروفاژها در رت‌های ماده نسبت به رت‌های نر بعد از انقباضات طولانی به تأخیر می‌افتد. بنابراین ممکن است استروژن در فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای موثر باشد و ترمیم عضله به‌طور مستقیم از طریق تأثیر بر ماکروفاژها مؤثر باشد (۳۰). بنابراین می‌توان گفت مکمل‌دهی با استروژن نیز برتکثیر سلول‌های ماهواره‌ای عضلهٔ اسکلتی از طریق سازوکارهای مختلف تأثیر می‌گذارد (۱۲). با اینکه مکمل استروژن موجب افزایش تعداد سلول‌های ماهواره‌ای عضله به‌دنبال آسیب عضلانی می شود و تکثیر این سلول‌ها برای ترمیم و بازسازی عضله حیاتی است(۳۴)، زمانی‌که زنان وارد مرحلهٔ یائسگی می‌شوند، تجمع استروژن و هورمون‌های زنانهٔ دیگر کاهش می‌یابد که این کاهش هورمونی با عوارض جانبی بسیاری مانند افزایش احتمال آسیب و همچنین تأخیر در بهبودی بعد از آسیب همراه است (۱۱). در این بین باید دربارهٔ توانایی مکمل استروژن در افزایش ترمیم عضله و بهبود بعد از آسیب تعمق بیشتری کرد(۳۴). سازمان پیشگام سلامت زنان[1] (WHI) در تحقیقی مشاهده کرد که استفادهٔ طولانی‌مدت از استروژن ریسک سرطان سینه را در دریافت‌کنندگان استروژن افزایش می دهد(۶) در بیشتر تحقیقات مرگ و میرهای ناشی از سرطان سینه در زنانی که مدت‌ها هورمون درمانی[2] (HRT) می‌کردند، گزارش شده است(۱۴). بنابراین با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته این سوال مطرح می‌شود که آیا فعالیت ورزشی به اندازهٔ مکمل استروژن در افزایش تعداد سلول‌های ماهواره‌ای مؤثر باشد؟

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع آزمایشی با مدل حیوانی بود. جامعه آماری تحقیق رت‌های ماده از نژاد اسپراگوداولی بودند که از این بین ۳۵ سر رت با میانگین وزن۲۰ ± ۲۰۰ گرم به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. نمونه‌ها پس از تولد به مدت ۳ ماه در آزمایشگاه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی شیراز به‌صورت گروه‌های ۴ تایی در قفس‌های پلی کربنات شفاف به ابعاد ۱۸×۵۴ و ارتفاع۱۸ سانتی‌متر و در محیطی با دمای ۲±۲۱درجهٔ سانتی‌گراد و چرخهٔ

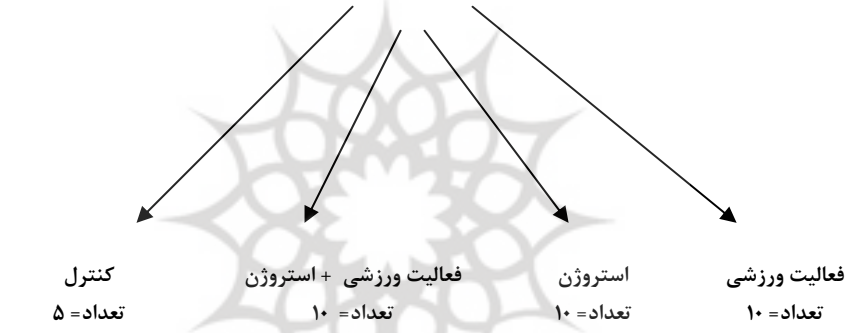
1 - Woman‘s Health Initiative
2 - Hormone replacement therapy

روشنایی - تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت و رطوبت ۵±۵۰ درصد نگهداری شدند. غذای استاندارد (پلت) و آب به‌صورت آزادانه در طول دورهٔ تحقیق در اختیار آزمودنی‌ها قرار داده شد.

درابتدا رت‌ها تحت عمل جراحی قرار گرفتند و تخمدان‌ها خارج شدند.پس از گذشت یک ماه و بهبودی کامل به‌طور تصادفی در چهار گروه فعالیت ورزشی، استروژن، استروژن به همراه فعالیت ورزشی و کنترل تقسیم شدند.

رت‌های تخمدان‌برداری‌شده از نژاد اسپراگوداولی

تعداد=۳۵



برنامهٔ تمرین

برنامهٔ تمرینی منتخب به مدت هشت هفته بر روی گروه‌های فعالیت ورزشی اجرا شد. این برنامهٔ تمرینی شامل دو مرحله بود:

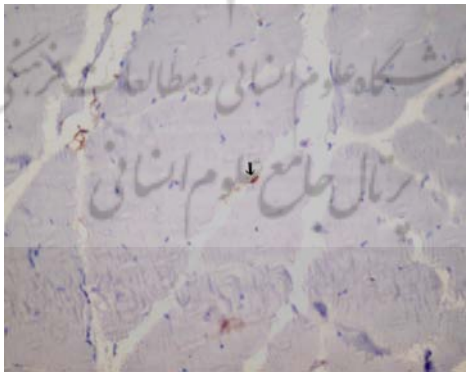
۱) مرحلهٔ آشنایی: در این مرحله رت‌ها به مدت ۵روز ،روزانه ۱۵تا۲۰ دقیقه با سرعت ۱۲ متردردقیقه روی تردمیل راه رفتند.

۲) مرحلهٔ اضافه بار: در هفتهٔ اول تمرین، رت‌ها به مدت ۲۵ دقیقه با سرعت ۱۸متر در دقیقه دویدند و در هفته‌های دوم تا چهارم به ترتیب ۵ دقیقه به مدت تمرین یا ۶ متر در دقیقه به شدت تمرین اضافه می شد. از هفتهٔ پنجم به بعد شدت تمرین ۳۰ متر در دقیقه ثابت ماند و هر هفته ۵ دقیقه به مدت تمرین افزوده شد،

به‌طوری که در هفتهٔ هشتم رت‌ها به مدت ۵۰ دقیقه و با شدت ۳۰ متر در دقیقه دویدند که این شدت تمرین معادل ۷۰ تا ۸۰ درصد Vo_2max تخمین زده شده است(۷).

روش جمع‌آوری اطلاعات

در طول هشت هفته گروه استروژن و استروژن و ورزش، در ابتدای هر هفته ۰/۶ میلی لیتر استروژن را به‌صورت تزریق زیر جلدی دریافت کردند. در جلسات تمرین، کلیهٔ آزمودنی‌های گروه کنترل و استروژن که تحت ورزش نبودند نیز به اتاق ورزش برده می‌شدند به طوری‌که در مدت زمان تمرین کلیهٔ گروه‌ها در شرایط مشابهی قرار داشتند. در پایان هفتهٔ هشتم رت‌ها به روش اخلاقی کشته شدند و عضلات نعلی از مبدأ و انتها خارج شد، در فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شده و به آزمایشگاه پاتولوژی فرستاده شدند. درآزمایشگاه از نمونه‌های ارسالی مقطع عرضی تهیه شد و رنگ‌آمیزی هماتوکسین ائوزین (H&E) و ایمنوهیستوکمیستری انجام گرفت. رنگ آمیزی H&E برای بررسی فیبرز و التهاب عضلانی صورت گرفت که هیچ یک از نمونه‌ها ازاین عوامل برخوردار نبودند. در ایمنوهیستوکمیستری از آنتی بادی CD56 استفاده شد و با هماتوکسین کانتراستین انجام گرفت. تعداد سلول‌های ماهواره‌ای که با CD56 رنگ‌آمیزی شده بود در 50High power fild(HPF) با استفاده از میکروسکوپ نوری شمارش و ثبت شد(۲۴). شایان ذکر است که پاتولوژیست نمونه‌ها را به‌صورت Blind مشاهده کرد و از گروه‌های مورد بررسی اطلاعی نداشت.



شکل ۱- بررسی هیستولوژی و تعداد سلول‌های ماهواره‌ای در بافت عضلانی

روش‌های آماری

از روش‌های آمار توصیفی شامل جداول، نمودارها، میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف اطلاعات استفاده شد، همچنین برای بررسی تعداد سلول‌های ماهواره‌ای در گروه‌ها و بررسی تعداد این سلول‌ها در عضلهٔ نعلی، از تحلیل واریانس یکطرفه، بهره گرفته شد. و چون تعداد گروه‌ها برابر نبود و به دلیل معنادار بودن مقدارF، از آزمون تعقیبی شفه استفاده شد. اطلاعات با استفاده ازنرم‌افزارSPSS مدل ۱۶ تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و یافته های تحقیق

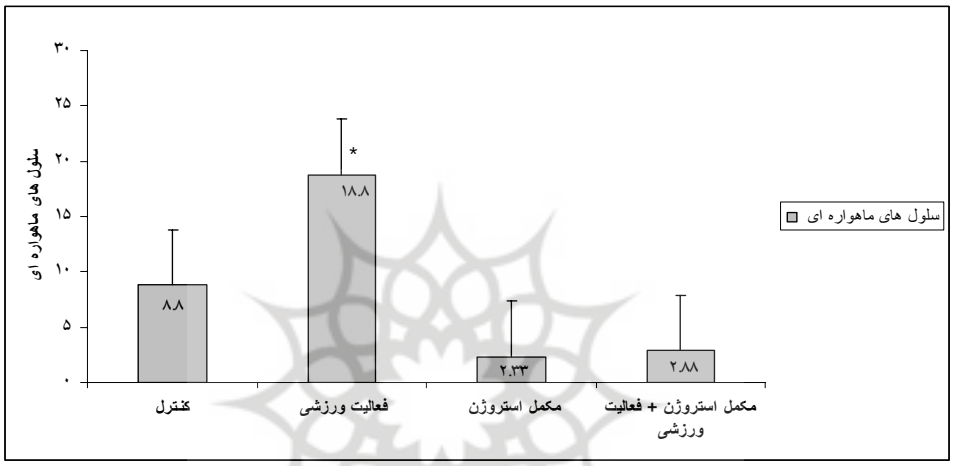
در جدول ۱ اطلاعات آماری مربوط به سلول‌های ماهواره‌ای در چهار گروه تحقیق به صورت میانگین و انحراف معیارارائه شده است .نتایج حاصل نشان می‌دهد که میانگین در دو گروهی که مکمل استروژن و مکمل استروژن را به همراه فعالیت ورزشی انجام می‌دادند، در مقایسه با گروه کنترل کاهش داشته است، درحالی‌که در گروهی که فقط فعالیت ورزشی انجام می‌دادند، میانگین تعداد سلول‌های ماهواره‌ای افزایش یافته است.

جدول۱- میانگین و انحراف معیاروزن و تعداد سلول‌های ماهواره‌ای گروه‌های تحقیق

شاخص‌ها / گروه‌ها	سلول‌های ماهواره‌ای (تعداد)		وزن(گرم)	
	میانگین	انحراف معیار	قبل از تمرین	بعد از تمرین
کنترل	۸/۸	۱/۳	۲۴۰ ± ۲۰	۲۵۰ ± ۲۰
فعالیت ورزشی	۱۸	۷/۰۶	۲۵۰ ± ۲۰	۲۵۰ ± ۱۰
مکمل استروژن	۲/۳۳	۱/۱۱	۲۰۰ ± ۱۵	۲۰۰ ± ۵
فعالیت ورزشی + مکمل استروژن	۲/۸۹	۱/۵۳	۲۱۰ ± ۲۰	۱۹۰ ± ۱۰

به‌منظور مقایسهٔ میزان سلول‌های ماهواره‌ای در چهار گروه از تحلیل واریانس یکطرفه استفاده شد.

براساس نتایج حاصل از آزمون، مقدار F در سطح $P<0.001$ معنادار شده است. در همین راستا برای تبیین دقیق‌تر تفاوت جفت گروه‌ها از آزمون تعقیبی شفه استفاده شد. نتایج حاصل حاکی از این است که گروه فعالیت ورزشی نسبت به دیگر گروه‌ها به لحاظ تعداد سلول‌های ماهواره‌ای از میانگین بالاتری برخوردار بود. میزان این تفاوت‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- میانگین سلول‌های ماهواره‌ای برای گروه‌های مورد بررسی در رت‌های تخمدان‌برداری‌شده

**** میانگین سلول‌های ماهواره ای در سطح $P<0.001$ معنادار است.***

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و نتیجه گیری

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر هشت هفته فعالیت ورزشی بر سلول‌های ماهواره‌ای رت‌های تخمدان‌برداری شده انجام گرفت. نتایج نشان داد تعداد سلول‌های ماهواره‌ای در گروهی که فعالیت ورزشی داشتند، ۱/۵ برابر افزایش یافت. درحالی‌که در گروه‌هایی که فعالیت ورزشی را به همراه مکمل استروژن یا مکمل استروژن را به‌تنهایی دریافت کردند به‌ترتیب ۶۸ و ۷۳/۹ درصد کاهش یافت. البته تغییرات مشاهده شده در تعداد سلول‌های ماهواره‌ای فقط در گروهی که فعالیت ورزشی طولانی‌مدت را انجام می‌دادند، معنادار بود.

نتایج تحقیق حاضر در مورد کاهش سلول‌های ماهواره‌ای در گروه‌های مصرف‌کنندهٔ استروژن، با نتایج براون و همکاران (۲۰۰۶) که تأثیر تخمدان برداری و جایگزینی استروژن را در رت‌های مسن بررسی کردند، تناقض دارد. آنان بیان کردند که مکمل استروژن در افزایش تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای عضله بعد از ورزش نقش دارد(۳). دیبورا و همکاران(۲۰۰۷) نیز تاثیر استروژن بر فعال‌سازی و تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای بعد از دویدن در سراشیبی را بر روی رت‌ها تخمدان برداری شده بررسی کردند. هدف کلی تحقیق آنان بررسی تاثیر مکمل استروژن بر فعال‌سازی، تکثیر و تعداد کل سلول‌های ماهواره‌ای در انواع مختلف فیبرها در عضلات اسکلتی(نعلی و پهن جانبی) رت‌ها به دنبال دویدن در سراشیبی بود. نتایج نشان داد علاوه بر افزایش درتعداد کل سلول‌های ماهواره‌ای فعالیت این سلول‌ها نیز در رت‌های مادهٔ تخمدان برداری شده ۷۲ ساعت بعد از پروتکل مشابه (دویدن در سراشیبی) در گروه مکمل استروژن و ورزش افزایش یافت (۱۰). نتایج تحقیق تیداس (۲۰۰۱) نشان داد که استروژن در فعال‌سازی و تکثیر میوبلاست‌ها و همچنین افزایش تعداد کل سلول‌های ماهواره‌ای موجود در فیبرهای عضلانی بعد از تمرینات ورزشی نقش دارد .درحالی‌که سازوکارهای دقیقی که با آن استروژن بتواند تکثیر میوبلاست عضله بعد از ورزش را افزایش دهد، هنوز کاملاً مشخص نشده است ومحققان سازوکارهای احتمالی را پیشنهاد کردند که شامل فعالیت پروتئین‌های مورد نیاز برای سنتز پروتئین است که امکان دارد این سازوکارها از طریق فعالیت گیرنده‌های استروژن در عضلهٔ اسکلتی تعدیل شوند(۳۳). دربارهٔ دلیل این تفاوت در نتایج تحقیق حاضر با پژوهش‌های مشابه باید گفت به‌نظر می‌رسد که مکمل استروژن می‌تواند نفوذ نوتروفیل بعد از آسیب را در عضله با نوع فیبرترکیبی تضعیف کند. با این حال،ممکن است عوامل ناشناختهٔ مرتبط با تفاوت‌های نوع فیبر به تأثیر متفاوت استروژن برتجمع نوتروفیل عضله منتهی شود. بیان شده است که نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها ممکن است بر فعالیت و تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای تأثیر بگذارند، اما احتمال دارد که ماکروفاژها نقش مهمی در فعالیت سلول‌های ماهواره‌ای و ترمیم عضله داشته باشند(۳۴) . همچنین یافته‌های حاضر نشان داد که میانگین تعداد سلول‌های ماهواره‌ای در گروهی که مکمل استروژن را به همراه فعالیت ورزشی انجام می‌دادند، کاهش یافت که با نتایج تحقیقات دیبورا (۲۰۰۷) و انس و تیداس(۲۰۰۸) (۱۰، ۱۱) همخوانی ندارد. تیداس (۲۰۰۱) در تحقیق بر روی موش‌های نر اعلام کرد که تعداد سلول‌های ماهواره‌ای در عضلهٔ پهن آزمودنی‌ها افزایش یافته است، ولی در عضلهٔ نعلی (شبیه به این تحقیق) این تغییرات مشاهده نشد و

علت تفاوت نتایج در دونوع عضله را نمی دانستند.تنها بیان شده که ممکن است تفاوت‌های جنسیتی و نوع فیبر عضلانی (نوع یک و دو) یا ویژگی کل عضله در کسب نتایج متفاوت تاثیر داشته باشد. علت دیگری که می توان به آن اشاره کرد، نوع آزمودنی (انسان و حیوان) و نحوهٔ یائسگی (تخمدان‌برداری‌شده یا یائسگی طبیعی در اثر افزایش سن) است، بالطبع تفاوت‌های انسان و حیوان و تغییراتی که در یائسگی طبیعی به تدریج در سیستم های مختلف بدن مانند سیستم هورمونی، ایمنی و... اتفاق می افتد، در این زمینه مؤثر است. در پژوهش حاضر که از مدل حیوانی و روش تخمدان برداری استفاده، نتایج متفاوتی به دست آمد(۳۳) .بنابراین تفاوت‌ها ممکن است به علت متفاوت بودن نوع فعالیت ورزشی ، اختلاف در نوع آزمودنی یا نوع فیبر عضلانی باشد. از سوی دیگر، نتایج حاصل از تحقیق حاضر افزایش معناداری در تعداد سلول‌های ماهواره‌ای در گروه فعالیت ورزشی نسبت به دیگر گروه‌ها نشان داد . کوگان (۱۹۹۲)افزایش چشمگیری در زمینهٔ فیبرهای عضلانی (۱۱ درصد) در عضلهٔ اسکلتی مردان سالمند به دنبال تمرینات استقامتی گزارش کرد(۳۷). چارفی (۲۰۰۳) نیز بیان کرد که تمرینات استقامتی به عنوان راهکار مناسب در بهبود آسیب‌های عضلانی و عملکرد آنها به کار می‌رود(۵). روث و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که سلول‌های ماهواره‌ای با برنامهٔ تمرینات استقامتی سازگاری پیدا می‌کند (۲۶). نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات ذکر شده همخوانی دارد. بنابراین می‌توان گفت با تحریک اندک سلول‌های ماهواره‌ای، ممکن است برای پیوستن به فیبرهای موجود به کار گرفته شوند، با این حال انتظار می رود با فعالیت بیشتر فیبرهای عضلانی، سلول‌های ماهواره‌ای بیشتری درگیر شوند و علاوه بر هیپرتروفی فیبرهای موجود،فیبرهای جدیدی تشکیل شوند. تصور می شود این تغییرات عضلانی که در اثر فعالیت ورزشی رخ می دهد، تحت تأثیر فاکتورهای رشد فیبروبلاست قرار می گیرد.

به‌طور خلاصه باید اذعان داشت که فعالیت‌های ورزشی بر عملکرد ژنتیکی فیبرهای عضلانی،تغییر ساختار آنها و سوخت و ساز و تقویت آزادسازی فاکتورهای رشد و دیگر مولکول‌های محرک مانند نیتریک اکساید تأثیر دارد که از طریق سیستم پاراکرین عمل می‌کند و باعث فعالیت سلول‌های ماهواره‌ای می‌شود(۱۸). در مطالعات انسانی اخیر نشان داده شده است که نیتریک اکساید جذب گلوکز عضله هنگام ورزش را تنظیم می‌کند .تمرینات ورزشی در سالمندان انطباق بسیاری از سیستم‌های نیتریک اکساید را ارتقا می‌دهد و این عمل می تواند قابلیت دسترسی زیستی آن را از طریق سازوکارهای مختلفی افزایش دهد که شامل افزایش سنتز نیتریک اکساید، تولید

نیتریک اکساید و فعالیت آنهاست(۱۸). همچنین مشخص شده که یک دوره تمرینات سخت یا غیرمعمول موجب آسیب بافتی و به‌دنبال آن ترمیم درصد کمی از فیبرها (۲، ۲۸) و نیز افزایش فعالیت و تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای در عضلات کشیده شده در تارهای کند و تند انقباض در رت‌های بزرگسال ایجاد می‌شود (۹، ۱۳). از آنجا که سلول‌های ماهواره‌ای زمینه‌ساز میوژنی تک‌سلولی هستند که در ترمیم یا جابه‌جایی فیبرهای عضلانی نکروزی کمک می‌کنند، قادرند هنگام هیپرتروفی عضلهٔ بزرگسال به عنوان ذخیره‌ای از هسته‌های عضلانی مازاد عمل کنند (۲۹،۲۵).

شواهد نشان می‌دهد که تکرار بعضی از فعالیت‌های ورزشی موجب واکنش آسیب در عضله می‌شود و این افزایش ممکن است به افزایش ترمیم بافت بینجامد(۴، ۱۶، ۳۱). تمرینات ورزشی همانند دویدن بر روی تردمیل، به طور تدریجی به افزایش تعداد سلول‌های ماهواره‌ای و فعالیت میتوز منجر می‌شود که با تغییرات مورفولوژی ارتباط دارد و بیانگر آسیب مستمر فیبر و ترمیم آن است(۳۵).

در مجموع باید گفت در دوران سالمندی از تودهٔ عضلانی، قدرت و ظرفیت عملکردی به طور چشمگیری کاهش می‌یابد که هنوز سازوکار مسئول آن مشخص نیست . لیکن تحقیقات عنوان می‌دارند که تمرینات ورزشی می‌توانند این روند را کندتر کند و موجب افزایش تودهٔ عضلانی و توسعهٔ عملکرد در سالمندان شود. در این بین سلول‌های ماهواره‌ای با توجه به قابلیت ترمیم فیبرهای عضلانی و کمک به بلوغ و هیپرتروفی عضلات نقش مهمی دارند که باید سازوکارهای عمل‌کنندهٔ این سلول‌ها هنگام فعالیت‌های ورزشی مشخص شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

1.Appell, H.J., Forsberg, S., Hollmann, W., (1988). "Satellite cell activation in human skeletal muscle after training: evidence for muscle fiber neoformation". Int. J. Sports Med. 9, PP:297–299.

2.Armstrong RB, Ogilvie RW, Schwane JA. (1983)."Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle". J Appl Physiol 54: PP:80–93,.

3.Brown M,Spangenburg EE.(2006)."Ovariectomy prevents the recovery of atrophied gastrochemius skeletal muscle mass". J Appl physiol 100:PP:286-293

4. Buckwalter, JA, and Grodzinsky AJ. (1999)."Loading of healing bone, fibrous tissue, and muscle: implications for orthopaedic practice". J Am Acad Orthop Surg 7: PP:291-299.

5. Charifi, N., Kadi, F., Feasson, L. and Denis, C. (2003). "Effects of endurance training on satellite cell frequency in skeletal muscle of oldmen". Muscle & Nerve 28, PP:87-92

6.Chen CL,Weiss NS,Newcomb P et al.(2002).Hormone replacement therapy in relation to breast cancer.JAMA,287:PP:734-41.

7. Chung E, Dorton BJ, and Diffee GM.(2006). "Regional myosin heavy chain isoform expression in response to exercise training in old rat myocardium. FASEB J 20:A1447.

8.Coggan AR,spina RJ,King DS,Rogers MA,Brown M,Nemeth PM,Holloszy JO.(1992). "Skeletal muscle adaptation to endurance training in 60-to-70-yr-old men and women". J Appl physiol;72: PP:1780-1786.

9.Darr KC, Schultz E .(1987). "Exercise-induced satellite cell activation in growing and mature skeletal muscle". J Appl Physiol 63:PP:1816–1821.

10.Deborah L. Enns and Peter M. Tiidus.(2007)."Estrogen influences satellite cell activation and proliferation following downhill running in rats". J Appl Physiol 104:PP:347-353.

11. Enns DL,Tiidus PM.(2010)."The influence of estrogen on skeletal muscle:sex matters". Sport med.40(1):PP:41-58.

12. Hawke TJ and Garry DJ.(2001)."Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology". J Appl Physiol 91: PP:534-551.

13. Jacobs, SCJM, Wokke JHJ, Bar PR, and Bootsma AL.(1995)."Satellite cell activation after muscle damage in young and adult rats". Anat Rec 242: PP:329-336.

14. John ww.(2005). "Benefits and side effects of HRT after the Womens Health Initiative (WHI)and Million womans Study (MWS)reports". Progress Obst Gynecol,PP:411-20.

15. Kadi F, Charifi N, Denis C, Lexell J, Andersen JL, Schjerling P, Olsen S, Kjaer M.(2005)."The behaviour of satellite cells in response to exercise: what have we learned from human studies"? Pflu¨gers Arch 451: PP:319–327.

16. Kannus, P, Jozsa L, Jarvinen TLN, Kvist M, Vieno T, Jarvinen TAH, Natri A, and Jarvinen M.(1998)."Free obilization and low- to high-intensity exercise in immobilization-induced muscle atrophy". J Appl Physiol 84: PP:1418-1424.

17.Komulainen J, Koskinen SO, Kalliokoski R, Takala TE, Vihko V.(1999)."Gender differences in skeletal muscle fibre damage after eccentrically biased downhill running in rats". Acta Physiol Scand 165: PP:57–63.

18. Magaudda ,L. Debora Di Mauro, Fabio Trimarchi and Giuseppe Anastasi. (2004)."Effects of Physical Exercise on Skeletal Muscle Fiber:Ultrastructural and Molecular Aspects". Basic Appl Myol 14(1): PP:17-21.

19. McClung JM, Davis JM, Carson JA. (2007). "Ovarian hormone status and skeletal muscle inflammation during recovery from disuse in rats". Exp Physiol 92: PP:219–232.

20. Moran AL, Warren GL, Lowe DA.(2006)."Removal of ovarian hormones from mature mice detrimentally affects muscle contractile function and myosin structural distribution". J Appl Physiol 100: PP:548–559.

21. Node K, Kitakaze M, Kosaka H, Minamino T, Funaya H, Hori M.(1997). "Amelioration of ischemia- and reperfusion-induced myocardial injury by 17beta-estradiol". Circulation 96: PP:1953–1963.

22. Pizza FX, Peterson JM, Baas JH, Koh TJ. (2005). "Neutrophils contribute to muscle injury and impair its resolution after lengthening contractions in mice". J Physiol 562: PP:899–913.

23. Priscilla M.Clarkson,Seth A.Kaufman.(2010). "Should resistance exercise be recommended during breast cancer treatment"?.Med Hypotheses,dio :10.1016/ j.mehy.2010.02.020.

24. Ramos-Vara, JA (2005). "Technical Aspects of Immunohistochemistry". Vet Pathol 42 (4):PP: 405–426.

25. Rosenblatt, JD, Yong D, and Parry DJ.(1994)."Satellite cell activity is required for hypertrophy of overloaded adult rat muscle". Muscle Nerve 17: PP:608-613.

26. Roth SM,Martel GF,Ivey FM,Lemmer JT,Tracy BL,Metter EJ,Hurley BF,Rogers MA.(2001)."Skeletal muscle satellite cell characteristics in young and older men and women after heavy resistance strength raining". J Gerontol A Biol Sci Med Sci;56B240- B247.

27.Schultz E, Chamberlain C, McCormick KM, Mozdziak PE. (2006). "Satellitecells express distinct patterns of myogenic proteins in immature skeletal muscle". Dev Dyn 235:PP: 3230–3239.

28. Smith HK, Maxwell L, Rodgers CD, McKee NH, Plyley MJ.(2001). "Exerciseenhanced satellite cell proliferation and new myonuclear accretion in rat skeletal muscle". J Appl Physiol 90: PP:1407–1414.

29. Snow, MH.(1990)."Satellite cell response in rat soleus muscle undergoing hypertrophy due to surgical ablation of synergists". Anat Rec 227: PP:437-446.

30. St. Pierre Schneider B, Correia LA, Cannon JG.(1999)."Sex differences in leukocyte invasion in injured murine skeletal muscle". Res Nurs Health 22: PP:243–250.

31. Stupka N, Tiidus PM.(2001). "Effects of ovariectomy and estrogen on ischemiareperfusion injury in hindlimbs of female rats". J Appl Physiol 91: PP:1828– 1835.

32.Tatsumi Ryuichi,Ronald E.Allen.(2008)."Mechano-biology of resident myogenic stem cells:Molecular mechanism of stretch-induced activation of satellite cells". Animal science journal; 79,PP:279-290.

33. Tiidus PM ,M.Deller and X.L.Liu.(2005)."Oestrogen influence on myogenic satellite cells following downhill running in male rats". Acta Physiol Scand184:PP:67-72,.

34. Tiidus PM, Holden D, Bombardier E, et al.(2001). "Estrogen effect on post-exercise skeletal muscle neutrophil infiltration and calpain activity". Can J Physiol harmacol;79:PP:400–6.

35. Umnova, MM, and Seene TP.(1991)."The effect of increased functional load on the activation of satellite cells in the skeletal muscle of adult rats". Int J Sports Med 12:PP: 501-504.

36. Verney, J., Kadi, F., Charifi, N., Feasson, L., Saafi, M.A., Castells, J., Piehl-Aulin, K., Denis,\ C., (2008). "Effects of combined lower body endurance and upper body resistance training on the satellite cell pool in elderly subjects". MuscleNerve 38, PP:1147–1154

37. Wanek, LJ, and Snow MH.(2000)."Activity-induced fiber regeneration in rat soleus muscle". Anat Rec 258: PP:176-185.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی