

تأثیر شانزده هفته تمرین با شدت پایین و مصرف مکمل استروژن بر میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوانی در رات‌های اورکتومی شده

دکتر فرهاد دریانوش^۱

دکتر داوود مهربانی^۲

نادر آراین مهر^۳

سارا حاجتی^۴

سمیه کاشرفی فرد^۵

چکیده

هدف: هدف از این تحقیق تأثیر شانزده هفته تمرین با شدت پایین و مصرف مکمل استروژن بر میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوانی در رات‌های اورکتومی شده است.

روش: در این پژوهش ۱۳۰ سر موش ماده دو ماهه از نژاد اسپراگوداولی با وزن 25.0 ± 1.0 گرم انتخاب شدند. ۱۰ سر موش در همان ابتدا به منظور تعیین کلسیم و استحکام استخوان ران‌ها کشته شدند و ۱۲۰ سر موش باقیمانده در چهار گروه ۳۰ تایی (گروه کنترل، گروه تمرینی، گروه مصرف مکمل استروژن و گروه تمرینی همراه با مصرف مکمل استروژن) تقسیم شدند. زمان کل تمرین ۱۶ هفته و هر هفته سه جلسه بود. در هشت هفته اول، برنامه تمرینی با سرعت ۱۲ متر بر دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه آغاز می‌گردید و سپس هر دو هفته یکبار ۱۰ دقیقه به سرعت اضافه می‌شد. در پایان هشت هفته اول، برداشت تخمدان در تمامی موش‌ها صورت گرفت و یک ماه بعد از عمل جراحی برنامه تمرینی در هشت هفته دوم تکرار شد. حیوانات با استفاده از کتامین (۹۰ میلی گرم در هر کیلو گرم از وزن بدن) و زایلازین (۸ میلی گرم در هر کیلو گرم از وزن بدن) بی‌هوش و سپس کشته می‌شدند. در پایان هشت هفته اول، یک ماه بعد از عمل جراحی و در پایان هشت هفته دوم استخوان ران سمت راست و چپ موش‌ها به ترتیب برای اندازه‌گیری میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان بیرون کشیده شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیقات نشان داد در میزان رسوب کلسیم ($p = 0.04$) و استحکام استخوان ($p = 0.024$) تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود دارد. در مرحله اول (هشت هفته اول تمرین) مشخص گردید تغییرات رسوب کلسیم و استحکام استخوان در گروه‌های تمرینی و تمرین همراه با مکمل معنادار بود ($p = 0.01$) در هشت هفته دوم تمرینات نیز نتایج نشان داد میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان در هر چهار گروه کاهش یافته و تنها در گروه کنترل معنادار بود ($p = 0.03$).

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد در دوران قبل از یائسگی، عامل مهم و تأثیرگذار بر جلوگیری از پوکی استخوان انجام برنامه تمرینی با شدت مناسب و در دوران یائسگی انجام تمرین مناسب همراه با مصرف مکمل است.

واژه‌های کلیدی: تمرینات با شدت پایین، پوکی استخوان، استحکام استخوان، رسوب کلسیم، یائسگی، استروژن، رات‌های تخمدان برداری شده.

مقدمه

پوکی استخوان، حالتی است که در آن، توده استخوانی به قدری کاهش می‌یابد که استخوان‌ها در برابر وارد شدن حتی نیروی اندکی به راحتی می‌شکنند (۵). توان استخوان نه تنها به مقدار مواد معدنی بدن بستگی دارد؛ بلکه به ساختار ترکیب مواد معدنی و ماده زمینه‌ای استخوان هم بستگی دارد (۶، ۷). استخوان ممکن است تراکم مناسبی داشته باشد و به دلیل افزایش شکنندگی یا نرمی در معرض خطر شکستگی باشد (۱۰). بی‌اشتهایی و مصرف ناکافی کلسیم، میزان کم استروژن سرم و عدم فعالیت بدنی از عوامل مهم در بروز پوکی استخوان به شمار می‌آیند (۱۲). درد پشت و عارضه بدشکل بودن ستون فقرات از عوارض شایع دیگری هستند که هر دو باعث شکنندگی لبه‌های قدامی یک یا چند مهره پایین سینه‌ای یا کمری در اثر فشار می‌شوند. البته پوکی استخوان به فاکتورهای فردی نظیر توارث، جنسیت، طبقه اجتماعی، فرهنگی، نوع غذای مصرفی، نوع زندگی و میزان بافت استخوانی اولیه ارتباط دارد (۴). افراد بی‌تحركی که دارای استراحت مطلق هستند و یا نمی‌توانند حرکت کنند، در آن‌ها یک تعادل منفی کلسیم اتفاق می‌افتد و توده استخوانی سریعاً کاهش می‌یابد (۲۴). فعالیت‌های ورزشی از جمله فعالیت‌های هوازی، تند راه رفتن، اسکی، بالا رفتن از پله‌ها، پیاده‌روی و کار با وزنه که باعث تحمل فشار روی استخوان یا باعث افزایش جاذبه بر آن‌ها می‌شود، به حفظ توده استخوانی کمک می‌کند (۱۳، ۱۵، ۲۴، ۲۵).

در تمرینات ورزشی باید علاوه بر هدف پیشگیری از شکستگی‌ها، افزایش توده استخوانی را نیز در نظر داشت؛ زیرا تمرینات ورزشی علاوه بر بهبود وضع ظاهری بدن منجر به قوی شدن عضلات اسکلتی می‌گردد و در نتیجه از شکستگی‌ها جلوگیری می‌نمایند. مولوندر و همکاران ۱ تأثیر کلسیم و تمرین هوازی را بر مواد معدنی استخوان درشت نی در رات‌های سالم مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد مواد معدنی استخوان درشت نی در گروهی که در معرض تمرینات ورزشی و مکمل بودند، بیشتر بوده است (۱۵). بارنگولتس و همکاران ۲ تأثیر تمرین استقامتی را برای مدت ۳ ماه بر تراکم استخوان در ات‌های سالم و اورکتومی شده مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از تحقیق آنان نشان داد در مواردی که پوکی استخوان در اثر یائسگی ایجاد شده است، تمرین هوازی نقش مهمی در پیشگیری از شکستگی استخوان دارد (۲). ترامپ و همکاران ۳ تأثیر دوازده هفته تمرین هوازی را بر توده و ساختار استخوان بررسی نمودند. نتایج نشان داد که حجم مواد معدنی استخوان در گروهی که در معرض تمرینات ورزشی بودند و همزمان شیر سویا دریافت می‌نمودند، به طور معنی‌داری افزایش یافته بود. هم‌چنین تحلیل‌های بافت‌شناسی نشان داد قبل از دوران یائسگی گردن استخوان ران در گروه تمرینی از استحکام و قدرت بیشتری برخوردار است (۲۳).

با توجه به این که پوکی استخوان علاوه بر بار مالی سنگین بر کیفیت زندگی افراد تأثیر می‌گذارد، درمان آن نیز مورد توجه فراوان قرار گرفته است و در بین افراد جامعه به ویژه سالمندان (بیشتر زنان) بیشترین

1. Mullender M .et al
2. Barengolts EI.et al
3. Tromp A.M .et al

مبتلایان به این عارضه وجود دارد (۸، ۱۶، ۱۸) و چون درصد قابل توجهی از افراد جامعه را افراد مسن تشکیل می‌دهند، ارائه راهکارهایی جهت پیشگیری و درمان این بیماری لازم و ضروری است (۹، ۱۷، ۱۹). شدت برنامه تمرینی و مصرف مکمل به ویژه بعد از دوران یائسگی ممکن است بر پوکی استخوان حائز اهمیت باشد. از طرف دیگر فعال بودن یا غیر فعال بودن و مصرف یا عدم مصرف مکمل نیز مهم می‌باشد (۲۳). بنابر این در این پژوهش، محقق سعی دارد تأثیر عوامل مختلف یعنی فعال بودن یا نبودن آزمودنی، مصرف یا عدم مصرف مکمل و شدت برنامه تمرینی در قبل و بعد از دوران یائسگی را مورد بررسی قرار دهد.

روش‌شناسی تحقیق

آزمودنی‌ها

در این پژوهش ۱۳۰ سر موش از نژاد اسپراگو داوولی دو ماهه با وزن 250 ± 10 گرم انتخاب شدند. حیوانات مورد آزمایش به صورت گروه‌های ۴ یا ۵ تایی در قفس‌های پلی‌کربنات شفاف، محیطی با دمای 21 ± 2 درجه سانتی‌گراد، چرخه روشنایی به تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت و رطوبت 50 ± 5 درصد نگهداری می‌شدند. غذای آن‌ها به صورت پلت بود که با توجه به وزن کشتی هفتگی به میزان ۱۰ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم از وزن بدن در اختیار آن‌ها قرار می‌گرفت. هم‌چنین، آب مورد نیاز آن‌ها به صورت آزاد در بطری ۵۰۰ میلی‌لیتری ویژه حیوانات آزمایشگاهی در اختیار آن‌ها قرار داده می‌شد. ۱۰ سر موش در همان ابتدا به منظور تعیین کلسیم و استحکام استخوان ران‌ها کشته شدند و ۱۲۰ سر موش باقیمانده در چهار گروه ۳۰ تایی (گروه کنترل، گروه تمرینی، گروه مصرف مکمل استروژن و گروه تمرینی همراه با مصرف مکمل استروژن) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در دو گروه مکمل‌گیری و گروه تمرینی همراه با مصرف مکمل به مدت ۱۶ هفته، ۵ روز در هفته و هر روز به میزان ۰/۱ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن استروژن را به صورت خوراکی دریافت می‌کردند.

برنامه تمرینی

زمان کل پژوهش، ۲۰ هفته بود. سه‌م برنامه تمرینی ۱۶ هفته و هر هفته سه جلسه بود و چهار هفته دیگر نیز برای عمل برداشت تخمدان و استراحت جهت بهبود زخم ناشی از جراحی بود. در هشت هفته اول، برنامه تمرینی با سرعت ۱۲ متر بر دقیقه (۰/۲ متر بر ثانیه) به مدت ۱۵ دقیقه آغاز و سپس هر دو هفته یکبار ۱۰ دقیقه به زمان تمرین اضافه می‌شد) شیب تردمیل برابر با صفر درجه بود. در پایان هشت هفته اول، عمل جراحی و برداشت تخمدان در تمامی موش‌ها صورت گرفت و به منظور طی شدن دوران یائسگی نیاز به سه ماه بود که موش‌ها یک ماه آن را استراحت کردند و دو ماه را به فعالیت پرداختند. برنامه تمرینی در هشت

هفته دوم بعد از یک ماه استراحت تکرار می‌شد. قبل از شروع برنامه تمرینی و به منظور افزایش دقت آشنایی با تردمیل، موش‌ها به مدت یک هفته هر روز بر روی تردمیل با سرعت ۰/۲ متر بر ثانیه به مدت ۵ دقیقه می‌دویدند.

روش جمع‌آوری اطلاعات

روش کشتن حیوانات همگی بر اساس قوانین کمیته مراقبت از حیوانات ایران و طبق آیین‌نامه اخلاقی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز انجام می‌گرفت. بدین صورت که همه حیوانات تحت نظر مرکز مراقبت از حیوانات دانشگاه شیراز قرار داشتند و حیوانات با استفاده از کتامین (۹۰ میلی گرم در هر کیلو گرم از وزن بدن) و زایلازین (۸ میلی گرم در هر کیلو گرم از وزن بدن) بی‌هوش و سپس کشته می‌شدند. میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان در سه مرحله (پایان هشت هفته اول، یک ماه بعد از عمل جراحی و پایان هشت هفته دوم) اندازه‌گیری می‌شد (در هر مرحله ۱۰ سر موش بی‌هوش و سپس کشته می‌شدند).

بعد از این که موش‌های مورد نظر بر اساس برنامه زمانی مشخص کشته شدند، استخوان ران پای سمت چپ موش‌ها جهت اندازه‌گیری استحکام استخوان (بیومکانیک استخوان) بیرون کشیده شد. برای اندازه‌گیری استحکام استخوان (کیلوگرم نیرو) از دستگاه هانسفیلد^۱ (دستگاه تست خواص مکانیکی)، مدل H 50 KS، قدرت 50 KN، دقت ۰/۰۱ میلی‌متر، پایایی ۰/۹۹ و ساخت کشور انگلستان واقع در اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان فارس استفاده شد. از استخوان پای سمت راست موش‌ها نیز جهت اندازه‌گیری میزان کلسیم موجود در استخوان (ppm)^۲ استفاده گردید. برای این کار ابتدا استخوان را از پوست و گوشت و فاسیای آن جدا کرده و در بوته‌های چینی نسوز و روی شعله آتش قرار داده شد. بعد از سوزاندن استخوان‌ها، آن‌ها را درون کوره الکتریکی قرار داده و در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۶ ساعت نگه داشته می‌شد تا به صورت خاکستر در آورده شود. سپس برای اندازه‌گیری میزان کلسیم خاکستر استخوان، از دستگاه اتمیک مدل (Spectra – Plus2) ساخت شرکت Varian از کشور آمریکا استفاده شد.

روش آماری

برای تعیین میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی و برای بررسی معناداری تعامل بین گروه‌ها به دلیل تکرار در اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق از آزمون MANOVA استفاده شد. از آزمون Reapeded Measure برای تعیین معناداری تغییرات درون گروهی استفاده گردید. در این تحقیق از نرم‌افزار SPSS تحت ویندوز نسخه ۱۱.۵ و سطح معناداری برابر با $P \leq 0.05$ استفاده شد.

1. Hounsfield

2. Part per milion

یافته‌ها

نتایج این تحقیق را می‌توان در سه مرحله (هشت هفته اول، یک ماه بعد از عمل جراحی و هشت هفته دوم) بیان نمود. نتایج در پایان هشت هفته اول نشان داد که بیشترین میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان در گروه تمرینی (به ترتیب $۸۹/۲۱ \pm ۲/۱۴$ ppm) و $۱۲/۶۱ \pm ۰/۱۲$ (کیلو گرم نیرو) و سپس در گروه تمرینی همراه با مکمل (به ترتیب $۸۸/۷۰ \pm ۳/۲۱$ ppm) و $۱۲/۵۲ \pm ۰/۴۲$ (کیلو گرم نیرو) مشاهده می‌شود که این افزایش معنادار بود ($P < ۰/۰۵$)؛ اما در گروه مکمل (به ترتیب $۸۲/۲۱ \pm ۱/۰۴$ ppm) و $۱۱/۹۱ \pm ۰/۲۶$ (کیلو گرم نیرو) افزایش غیر معنادار و در گروه کنترل (به ترتیب $۸۱/۷۲ \pm ۲/۲۳$ ppm) و $۱۱/۵۲ \pm ۰/۲۲$ (کیلو گرم نیرو) کاهش جزئی و غیر معناداری پیدا کرده بود ($P > ۰/۰۵$). در پایان یک ماه بعد از برداشت تخمدان در تمامی گروه‌ها میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان کاهش غیر معناداری پیدا کرده بود ($P > ۰/۰۵$). همچنین در پایان هشت هفته دوم بعد از تمرین میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان در گروه تمرینی همراه با مکمل (به ترتیب $۸۶/۰۲ \pm ۰/۴۱$ ppm) و $۱۱/۲۱ \pm ۰/۰۲$ (کیلو گرم نیرو)، گروه مکمل (به ترتیب $۸۱/۲۹ \pm ۰/۴۲$ ppm) و $۱۰/۹۱ \pm ۰/۰۴$ (کیلو گرم نیرو) کاهش جزئی و در گروه تمرینی (به ترتیب $۸۲/۱۸ \pm ۰/۲۸$ ppm) و $۱۰/۲۲ \pm ۰/۱۷$ (کیلو گرم نیرو) و گروه کنترل (به ترتیب $۷۳/۱۲ \pm ۱/۱۷$ ppm) $۸/۰۲ \pm ۰/۲۱$ (کیلو گرم نیرو) کاهش بیشتری اتفاق افتاده بود. تغییرات در این مرحله فقط در گروه کنترل معنادار بود ($P < ۰/۰۵$). تمامی تغییرات در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول شماره ۱. میانگین وانحراف معیار میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان در چهار گروه (در سه مرحله)

متغیرها	گروه‌ها	قبل از شروع تمرین	پایان هشت هفته اول	یک ماه بعد از عمل جراحی	پایان هشت هفته دوم
استحکام استخوان (کیلو گرم نیرو)	کنترل	$۱۱/۷۴ \pm ۰/۷۲$	$۱۱/۵۲ \pm ۰/۲۲$	$۱۰/۸۴ \pm ۰/۱۳$	$۸/۰۲ \pm ۰/۲۱^*$
	تمرین	$۱۱/۷۴۲ \pm ۰/۷۲$	$۱۲/۶۱ \pm ۰/۱۲^*$	$۱۲/۱۲ \pm ۰/۱۶$	$۱۰/۲۲ \pm ۰/۱۷$
	مکمل	$۱۱/۷۴۲ \pm ۰/۷۲$	$۱۱/۹۱ \pm ۰/۲۶$	$۱۱/۰۲ \pm ۰/۰۹$	$۱۰/۹۱ \pm ۰/۰۴$
	مکمل + تمرین	$۱۱/۷۴۲ \pm ۰/۷۲$	$۱۲/۵۲ \pm ۰/۴۲^*$	$۱۱/۳۲ \pm ۰/۱۱$	$۱۱/۲۱ \pm ۰/۰۲$
رسوب کلسیم (ppm)	کنترل	$۸۱/۴۲۳ \pm ۱/۴۱$	$۸۱/۷۲ \pm ۲/۲۳$	$۷۹/۱۲ \pm ۱/۰۲$	$۷۳/۱۲ \pm ۱/۱۷^*$
	تمرین	$۸۱/۴۲۳ \pm ۱/۴۱$	$۸۹/۲۱ \pm ۲/۱۴^*$	$۸۷/۱۴ \pm ۰/۱۸$	$۸۲/۱۸ \pm ۰/۲۸$
	مکمل	$۸۱/۴۲۳ \pm ۱/۴۱$	$۸۲/۲۱ \pm ۱/۰۴$	$۸۲/۱۴ \pm ۰/۰۱$	$۸۱/۲۹ \pm ۰/۴۲$
	تمرین + مکمل	$۸۱/۴۲۳ \pm ۱/۴۱$	$۸۸/۷ \pm ۳/۲۱^*$	$۸۷/۲ \pm ۰/۲۱$	$۸۶/۰۲ \pm ۰/۴۱$

* در سطح $P < ۰/۰۵$ معنادار است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در کل روند پژوهش در میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان در بین گروه‌ها، تفاوت معناداری وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). افزون بر این مشخص گردید ارتباط نزدیک و معناداری نیز بین تغییرات

رسوب کلسیم و استحکام استخوان در گروه‌ها برقرار است. به طوری که کاهش یا افزایش این دو متغیر تا حدود زیادی مشابه یکدیگر بود ($r=0.78$). بنابراین در اینجا تغییرات رسوب کلسیم و استحکام استخوان همزمان مورد بررسی قرار می‌گیرد و به منظور بحث و بررسی دقیق‌تر، روند تحقیق را به سه مرحله (مرحله اول: هشت هفته اول تمرینات، مرحله دوم: یک ماه بعد از عمل جراحی و مرحله سوم: هشت هفته دوم تمرینات) تقسیم می‌نماییم.

زنان معمولاً زندگی خود را با توده استخوانی کمتری آغاز می‌کنند، این موضوع خود دلیلی است بر این که چرا زنان بیشتر در معرض خطر پوکی استخوان قرار دارند (۳). در طی سال‌های اول زندگی، استخوان‌بندی بدن انسان متناسب با اندازه بدن بزرگ می‌شود. در طی دوران کودکی، توده استخوانی بدن انسان به موازات بقیه بخش‌های بدن رشد می‌کند و تحت تأثیر هورمون‌های جنسی (استروژن در زنان و تستوسترون در مردان) مرحله سریعی از رشد اسکلتی در طی دوران بلوغ به وجود می‌آید (۱۱، ۲۰). بنابراین توده استخوانی پس از این که رشد قدی به پایان رسیده، به حد اکثر خود می‌رسد (۱۴). در حدود سنین ۳۵ تا ۴۰ سالگی، کاهش توده استخوانی هم در زنان و هم در مردان شروع می‌شود. سالانه کمتر از ۰/۵ درصد استخوان از کل استخوان‌بندی بدن کاهش می‌یابد و چنین به نظر می‌آید که این مقدار کاهش استخوانی نیز در نتیجه فرایند افزایش سن یا کاهش فشار وارده بر استخوان در نتیجه عدم فعالیت‌های بدنی می‌باشد (۲۰). علاوه بر این کاهش، زنان در دوره یائسگی دچار کاهش توده استخوانی سریعتری نیز می‌شوند، این پدیده برای ۵ تا ۱۰ سال ادامه می‌یابد و منجر به پوکی استخوان می‌گردد و استخوان‌ها در معرض شکستگی قرار می‌گیرند (۱۹). با مشاهده نتایج هشت هفته اول تحقیق حاضر مشخص گردید بیشترین افزایش در گروه‌های تمرینی و ترکیبی (تمرین همراه با مکمل) اتفاق می‌افتد و گروه مکمل افزایش جزئی پیدا کرده است. در اینجا موضوعی را که باید مد نظر قرار داد، این است که موش‌های دو ماه در دوران جوانی هستند و زمانی که گروه تمرینی و ترکیبی را با هم مقایسه می‌کنیم متوجه می‌شویم که مصرف مکمل استروژن در این دوران نمی‌تواند تأثیر بسزایی روی میزان رسوب کلسیم یا استحکام استخوان داشته باشد و توجه به تمرین می‌تواند اهمیت بیشتری داشته باشد. در تحقیقات مختلفی که از مکمل‌هایی همانند شیر سویا یا کلسیم استفاده شده است، نتایج نشان می‌دهد که مصرف این مکمل‌ها در دوران جوانی نتوانسته است تأثیر مهمی بر میزان رسوب کلسیم یا تراکم استخوانی داشته باشد (۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۶) هر چند در برخی تحقیقات خلاف این موضوع بیان شده است (۱، ۲۶). در اینجا شاید بتوان گفت از آنجا که در دوران جوانی عموماً سیستم هورمون‌های جنسی فعال می‌باشد و استروژن و پروژسترون به میزان کافی ترشح می‌شود (۳، ۱۹)، استفاده از مکمل استروژن نمی‌تواند تأثیرگذار باشد. موضوع دیگری که در دوران قبل از یائسگی بایستی مورد توجه قرار گیرد انتخاب مناسب شدت تمرین است؛ چرا که برخی تحقیقات نشان می‌دهد در زمانی که برنامه تمرینی با شدت بالا انجام می‌شود میزان رسوب کلسیم کمتر از زمانی است که از برنامه‌های تمرینی با شدت پایین یا متوسط استفاده می‌شود (۱، ۲۶).

با شروع دوره یائسگی در زنان و قطع هورمون استروژن مشکلات متعددی برای آن‌ها به وجود می‌آید که از مهم‌ترین آن‌ها پوکی استخوان است و چون از مهم‌ترین اعمال استروژن بر روی استخوان تشدید فعالیت سلول‌های استئوبلاست و ممانعت از فعالیت استئو کلاست‌ها می‌باشد. از این رو، تخمدان‌برداری سبب کاهش استحکام، کاهش چگالی مواد معدنی، کاهش محتوای مواد معدنی و افزایش باز جذب کلسیم شده است که تقریباً در تمام تحقیقات انجام شده (۱، ۲۰، ۲۲) و تحقیق حاضر این امر تایید شده است. بنابر این در این پژوهش محققین به منظور ایجاد این وضعیت در موش‌ها و وارد کردن آن‌ها در دوران یائسگی عمل برداشت تخمدان را انجام دادند. در مرحله دوم تحقیق (یک ماه بعد از عمل جراحی و برداشتن تخمدان) نتایج مشخص کرد که کاهش رسوب کلسیم و استحکام استخوان در تمامی گروه‌ها اتفاق می‌افتد؛ اما نکته قابل توجه در اینجا، وجود بیشترین کاهش هر دو متغیر در گروه کنترل است و این موضوع نشان می‌دهد که سابقه فرد عامل مهمی است؛ چرا که مصرف مکمل و سابقه فعالیت ورزشی در قبل و بعد از یک ماه دوران یائسگی توانست تا حدودی شیب کاهش استحکام و رسوب کلسیم در استخوان را کم کند.

یک ماه بعد از عمل جراحی، موش‌ها به مدت هشت هفته برنامه تمرینی را مجدداً اجرا کردند (مرحله سوم). نتایج این مرحله نشان داد که در تمامی گروه‌ها میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان کاهش پیدا کرده است؛ اما این کاهش در گروه‌ها متفاوت بود. در گروه مکمل و گروه تمرینی همراه با مکمل، کمترین کاهش در رسوب کلسیم و استحکام استخوان اتفاق افتاده است. از طرف دیگر در گروه تمرینی با وجود ادامه انجام برنامه تمرینی، کاهش در هر دو متغیر تحقیق نسبت به گروه مکمل یا تمرین همراه با مکمل دیده شد. این موضوع اهمیت مصرف مکمل استروژن بعد از برداشت تخمدان و قطع ترشح هورمون‌های جنسی (استروژن و پروژسترون) را نشان می‌دهد. بعد از یائسگی، از آنجایی که اثرات حفاظتی استروژن در خانم‌ها از بین می‌رود، خطر بروز شکستگی استخوان، سکت قلبی و سکت مغزی افزایش می‌یابد که در اکثر موارد منجر به مرگ نمی‌شود؛ اما می‌تواند باعث بروز ناتوانایی‌های عمده‌ای در خانم‌ها شود و کیفیت زندگی نامطلوبی را برای آن‌ها فراهم سازد (۱۴، ۱۹). نکته قابل توجه در پایان پژوهش بالا تر بودن میزان رسوب کلسیم و استحکام استخوان در گروه ترکیبی بود. روند تغییرات در کل مسیر تحقیق نشان می‌دهد در گروهی که علاوه بر تمرین از مکمل نیز استفاده می‌کردند، در نهایت بیشترین میزان رسوب کلسیم ($۸۶/۰۲ \pm ۰/۴۱$) و استحکام استخوان ($۱۱/۲۱ \pm ۰/۰۲$) مشاهده می‌شود.

در نهایت با توجه به نتایج این پژوهش شاید بتوان گفت افرادی که در قبل از دوران یائسگی به فعالیت ورزشی سبک می‌پردازند تا حدودی نسبت به افراد بی‌تحرک یا افرادی که فقط از مکمل استفاده می‌کردند، دارای شرایط استخوانی بهتری هستند؛ اما در دوران بعد از یائسگی مسئله متفاوت می‌شود به طوری که در این زمان دو موضوع در کنار هم اهمیت پیدا می‌کند: تمرینات سبک و مصرف مکمل. در دوران قبل از یائسگی عامل مهم سابقه ورزشی است؛ اما نکته مهم در این دوران شدت برنامه تمرینی است، چرا که در زمانی که شدت برنامه تمرینی پایین است نسبت به زمانی که شدت بالا بود، میزان رسوب کلسیم و استحکام

بیشتر بود. در این پژوهش در دوران بعد از یائسگی عامل مهم مصرف مکمل می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد مصرف مکمل استروژن، کلسیم و شیر سویا در دوران بعد از یائسگی می‌تواند بسیار مهم باشد (۱۶)، (۱۵، ۱۴، ۱۳) و همچنین در کنار این موضوع فعالیت ورزشی به ویژه در شدت پایین نیز بسیار تأثیر گذار است و می‌تواند تا حدودی شیب پوکی استخوان را کاهش دهد.

منابع

1. Barengolts E I, Curry D J, Lathon PV, Kukreja SC. (1994). "Effects of endurance exercise on bone histomorphometric parameters in intact and ovariectomized rats". *Bone Miner*; 26:133- 140.
2. Barengolts EI, Curry DJ, Bapna MS, Kukreja SC. (1993). "Effects of endurance exercise on bone mass and mechanical properties in intact and ovariectomized rats. " *J Bone Miner Res*; 8:937- 942.
3. Compston JF. (1994). "Connectivity of cancellous bone assessment and mechanical implication". *J bone*; 15:463- 466 .
4. Don, B. M. (1998). "Comparison of high and moderate intensity of strength training on mood and anxiety in order adults". *Percept mot skills*; 87:3- 11.
5. Ederveen AG, Spangers CP. (2004). "Effect of 16 months of treatment with tibolone on bone mass, turnover, and biomechanical quality in mature ovariectomized rat. " *Bone miner res*; 16:1674- 1681.
6. Ehrlich PJ, Lanyon LM. (2002). " Mechanical strain and bone cell function. *Osteoporos Int*; 13:688- 700.
7. Frost HM, Jee WSS, (1992). "On the rat model of human osteopenias and osteoporosis. " *Bone Miner*; 18:227- 236.
8. Grom , K. Nandonnor, M. E. (1996). "Relation of light and exercise to seasonal depressive symptoms". *Percept mot skills*; 83: 370- 383.
9. Hart KJ, Shaw JM , Vajda E, Hegsted M, Miller SC. (2001). " Swim – trained rats have greater bone mass , density , between exercise and nutrition for improved bone health during growth". *Med Sport sci*; 5:384- 395 .
10. Kalu DN. (1991). The ovariectomized rat model of postmenopausal bone loss. *Bone Miner*; 15:175- 191 .
11. Ling, E. M. Massoni, J. A. (2002). "A prospective study of bone mass and body composition in female adolescent gymnasts". *J pediatr*; 141: 211-216 .
12. Maddalozzo GF, Snow CM. (2000). " High intensity resistance training. Effects on bone in order men and women. " *Calcif Tissue Int*; 66: 399- 404 .
13. Minor T. X, Lue T. F. (2006). "Effects of estrogen on postmenopausal urinary incontinence rat model. " *Elsevier Inc*; 15: 153- 161.

14. Mosely, J. R, Lanyon, L. E. (2002). "Growth rats rather than gender determines the size of the adaptive response of the growing skeleton to mechanical strain". *Bone*; 30: 314_ 319.
15. Mullender M, Van Rietbergen B. (1998). " Effect of mechanical set point of bone cells on mechanical control of trabecular bone architecture. " *J Bone*; 22:125_ 131.
16. Peng Z, Tuukkanen J , Vaananen Hk. (1994). " Exercise can provide protection against bone loss and prevent the decrease in mechanical strength of femoral neck in ovariectomized rats". *J Bone Miner Res*; 9: 1559_ 1564 .
17. Robling AG, Hinant FM, Burr DB, Turner CH, Turner CH. (2002). "Improved bone structure and strength after long-term mechanical loading is greatest if loading is separated into short bout. " *J Bone miner res*; 17:1545_ 155.
18. Robling AG , Hinant FM. (2002). " Shorter , more frequent mechanical loading sessions enhance bone mass. " *Med sci sport*; 34:196_ 202.
19. Roitman. Jaffary L. (1998). "Acsms Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and prescription". U.S.A. American College of sport medicine, E XP Anim; 54:1_6.
20. Sims NA, Morris HA. (1996). "Estradiol treatment tranly increases trabecular bone volume hn ovariectomized rats. " *Bone*; 19:455_ 461.
21. Specker B , Vukovich M. (2007). "Evidence for an interaction between exercise and nutrition for improved bone health during growth". *Med Sport sci*; 51: 50_ 67.
22. Thompson HS , Hyatt J, Desouza AJ, Clakson PM. (1997). "The effects of oral contraceptives on delayed on sen muscle soreness following exercise". *contraception* ;56:59_ 65.
23. Tromp A. M, Bravenboer N. (2006). "Additional weight bearing during exercise and estrogen in rat" *Calcif Tissue*; 79:404_ 415 .
24. Turner RT. (1999). " estrogen and postmenopausal osteoporosis. " *Bone Miner rat*. 14:187_ 191 .
25. Turner RT. (2000). What do we know about the effects of space fligh on bone? *J APPL PHYSIOL*; 89: 840_ 847 .
26. Wamoto J , Takeda T , Sato Y. (2005). "Effect of treadmill exercise on bone mass in female rat". *E XP Anim*; 54:1_6 .

