مقاله پژوهشی

ارمغان دانش، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی یاسوج
دوره ۲۰، شماره۷، مهر ۱۳۹۴(شماره پی در پی۱۰۲)

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

اثر تمرین هوازی با شدت متوسط و یک دوره بی‌تمرینی بر ریزساختارها و استحکام استخوان فمور در موش‌های اووفورکتومی‌شده

سارا حجتی[۱] ، فرزاد ناظم[۱*]، دکترفرهاد دریانوش[۲]

[۱] گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران، [۲] گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: تمرین‌های ورزشی قادر هستند تا چگالی استخوان را افزایش دهند، اما اثر ترک ورزش و بی‌تمرینی بر پوکی استخوان در افراد فعالی که به صورت منظم به ورزش می‌پرداختند، هنوز به درستی شناخته نشده است. هدف این مطالعه بررسی اثر تمرین دویدن روی نوارگردان به همراه یک دوره بی‌تمرینی بر پوکی استخوان در موش‌های اووفورکتومی بود.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی ۵۰ سر موش ماده به طور تصادفی در گروه‌های کنترل؛ تجربی ۱(موش‌های اووفورکتومی شده به مدت ۱۲ هفته)؛ تجربی ۲(موش‌های اووفورکتومی‌شده به مدت ۲۲هفته)؛ تجربی ۳(موش‌های اووفورکتومی شده تحت تمرین دویدن روی نوارگردان) و تجربی۴ (موش‌های اووفورکتومی شده تحت تمرین دویدن روی نوار گردان به همراه یک دوره بی‌تمرینی) تقسیم شدند. موش‌های گروه کنترل در ابتدا قربانی شدند. گروه تجربی ۳ و ۴ به مدت ۱۰ هفته به تمرین پرداختند. بعد از دوره تمرین، موش‌های گروه تجربی ۱ و۳ قربانی شدند در حالی که موش‌های گروه تجربی ۲ و۴ به مدت ۱۰ هفته تحت شرایط بی‌تمرینی قرار گرفتند. برنامه ی تمرینی شامل دویدن بر نوارگردان (۳ بار در هفته به مدت ۱۰ هفته)بود. مدت تمرین از ۱۰ دقیقه در هفته اول آغاز و به ۶۴ دقیقه در هفته دهم رسید. در پایان تمامی موش‌ها قربانی شدند و استخوان های فمور برای بررسی ریز ساختارهای بافت استخوان (ضخامت استخوان های کورتیکال، ترابکولار وفواصل بین ترابکولاها) و استحکام استخوان فمور برداشته شد. پس از بررسی همسانی واریانس ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک، از آزمون آماری تحلیل واریانس یک راهه و آزمون تعقیبی شفه برای مقایسه گروه‌ها استفاده گردید. سطح $p \leq ۰/۰۵$ به لحاظ آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: ضخامت استخوان ترابکولار در گروه تجربی ۱ و ۲ نسبت به گروه کنترل کاهش یافت($p<۰/۰۵$). کاهش معنی‌داری در استحکام استخوان فمور و ضخامت استخوان کورتیکال در گروه تجربی ۲ در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد($p<۰/۰۱$). استحکام و ریزساختارهای بافت استخوان در گروه تجربی ۳ نسبت به گروه تجربی۱ و در گروه تجربی۴ نسبت به گروه تجربی۲ بهبود یافت($p< ۰/۰۰۱$). ضخامت کورتیکال در گروه تجربی۴ به صورت قابل توجهی نسبت به گروه تجربی ۳ پایین‌تر بود($p<۰/۰۲۵$).

نتیجه‌گیری: تمرین دویدن با شدت متوسط می‌تواند‌اثر پروفیلاکسی بر پوکی استخوان داشته باشد که حتی بعد از دوره بی تمرینی نیز این اثر پایدار می‌باشد. جلوگیری از استئوپروز منجر به کاهش شکستگی های پاتولوژیک می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پوکی استخوان، اووفورکتومی، تمرین هوازی، بی تمرینی، استحکام استخوان

* **نویسنده مسئول: فرزاد ناظم** ، همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده تربیت بدنی، گروه فیزیولوژی

Email: Farzadnazem2@gmail.com

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

مقدمه

استئوپروز به شرایطی گفته می‌شود که خطر شکستگی استخوان به دلیل کاهش تراکم بافت استخوان افزایش می‌یابد(۱).

به طور کلی بی تحرکی طولانی مدت و عدم فشار بر سیستم اسکلتی بدن موجب کاهش تراکم استخوان می‌گردد، در حالی که فشار مکانیکی که به واسطه تمرین ایجاد می‌شود می‌تواند تراکم بافت استخوان را افزایش دهد. شکستگی‌های مرتبط با استئوپروز منجر به افزایش موربیدیتی، مورتالیتی دردهای مزمن، کاهش کیفیت زندگی و هزینه‌های درمانی سنگین می‌شود(۲).

در کشورهای توسعه یافته شکستگی‌های ناشی از استئوپروتیک تا ۴۰ درصد و شکستگی‌های استخوان لگن حدود ۲۰ درصد در زنان ۵۰ ساله افزایش می‌یابد، که با توجه به افزایش میانگین طول عمر جمعیت جهان، میزان این نوع شکستگی‌ها نیز رو به افزایش است(۳و۱). پیشگیری از شکستگی‌های ناشی از استئوپروز به توانایی تخمین احتمال وقوع شکستگی بستگی دارد که این عمل به وسیله ارزیابی فاکتورهای خطر مانند کاهش کیفیت استخوان صورت می‌گیرد. کیفیت استخوان(خصوصیات استخوان که بر مقاومت استخوان در برابر شکستگی اثر می‌گذارند) به وسیله شکل هندسی استخوان، ضخامت استخوان کورتیکال و ترابکولار و ویژگی‌های بافت استخوان تعیین می‌شود. تراکم استخوان پایین به وسیله دنسیتومتری استخوان تعیین می‌شود که یکی از ریسک فاکتورها است. تراکم مواد معدنی استخوان نیز در آزمون سنجش استخوان[1] اندازه گیری می‌شود که مقدار آن نشان دهنده میزان استحکام استخوان است (۴). بسیاری از شکستگی ها، به خصوص در افراد سالمند، یا به دلیل افتادن که از اثرات محیطی است و یا به دلایل بالینی مانند اختلال در بینایی، قدرت عضلانی و تعادل رخ می‌دهد (۵). درمان شکستگیهای ناشی از استئوپروز و مراقبت های پزشکی در بیمارستان هزینه های درمانی گزافی را به همراه دارد، بنابراین پیشگیری از عواملی که خطر شکستگی را افزایش می‌دهند، در ردیف اقدامات مهم قرار می‌گیرد.

روش های مختلفی جهت جلوگیری از پوکی استخوان پیشنهاد شده است، از جمله داشتن یک رژیم غذایی مناسب که مشتمل بر مقدار کافی کلسیم، پروتئین و ویتامین D باشد. استفاده از روش‌های دارویی نظیر؛ بیسفوسفونات درمانی، آلندرونت درمانی، استروژن به پروژسترون درمانی می‌باشد که به دلیل عوارض جانبی از طرفداران کمتری برخوردارند. به همین دلیل استفاده از روش‌های غیر دارویی در اولویت قرار گرفته‌اند(۷ و۶). فعالیت جسمانی به عنوان یکی از روش‌های غیر دارویی مطرح است که می‌تواند منجر به کاهش عوارض ناشی از پوکی استخوان شده و تراکم استخوان را افزایش دهد(۸).

1- Dual X-ray absorptiometry

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

به نظر می‌رسد که تحریک مکانیکی ناشی از تمرین ورزشی با دو سازوکار متضاد استخوان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از یک سو استحکام استخوان به دلیل تحریکات تکرار شونده افزایش می‌یابد و از سوی دیگر استخوان بر اثر مواجهه با ضربات متعدد دچار آسیب‌های جزئی[1] می‌شود(۹). مطالعه‌هایی که اخیراً در این رابطه صورت گرفته است اثرات مختلف تمرین‌های ورزشی را بر روند جلوگیری از پوکی استخوان گزارش کرده اند، به طوری که سیموئز و همکاران(۲۰۰۸) نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین هوازی به دنبال اووفورکتومی می‌تواند از کاهش ارتفاع مهره‌ها جلوگیری نماید و مقاومت استخوان در برابر شکستگی‌ها افزایش می‌یابد(۱۰). فونسکا و همکاران اثر تمرین ارادی را بر دوام استئوسیت‌ها و قدرت استخوان در موش‌های اووفورکتومی شده بررسی کردند و نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که تمرین داوطلبانه می‌تواند از مرگ استئوسیت‌ها پیشگیری نماید و این اثر حفاظتی با افزایش قدرت استخوان فمور مرتبط است(۱۱). محققان دیگر نشان دادند که تحریکات مکانیکی با شدت پایین و فرکانس بالا قادر است تا استحکام استخوان را افزایش دهد و به عنوان یک روش غیردارویی جهت پیشگیری از فرایند پوکی استخوان در نظر گرفته شود(۱۲). تحقیق‌های دیگر به بررسی نقش تمرین هوازی همراه با اضافه بار و نیز بدون آن بر متابولیسم استخوان در زنان یائسه غیر فعالی پرداختند که در معرض پوکی استخوان قرار داشتند، نتایج نشان داد که هردو برنامه ی تمرین پیاده روی می‌تواند سنتز استخوان را تحریک کرده و منجر به کاهش بازجذب استخوان شوند. اگرچه پیاده روی همراه با اضافه بار نسبت به پیاده روی ساده مؤثرتر می‌باشد (۱۳).

مطالعه‌ای دیگر نشان داد که اثرات سودمند تمرین روی نوار گردان بر تراکم مواد معدنی استخوان در موش‌های اووفورکتومی‌شده پس از ۱۶ هفته بی تمرینی کاهش می‌یابد(۱۴). به علاوه واردن و همکاران نشان دادند که اجرای ۴ هفته تمرین ورزشی قادر است از ضخامت استخوان‌های کورتیکال و ترابکولار تا ۲۶ هفته پس از یائسگی در موش‌ها محافظت نماید(۱۵). مطالعه دیگر نشان داد که اجرای تمرین‌های ورزشی در دوران قبل از یائسگی می‌تواند اثر پروفیلاکسی خود را با ترک تمرین در دوره یائسگی حفظ نماید(۱۶).

شواهد مبتنی بر آن است که تمرین‌های ورزشی قادر هستند تا از پوکی استخوان جلوگیری نمایند، اما اثر ترک ورزش و بی تمرینی بر پوکی استخوان در افراد فعالی که به صورت منظم در برنامه‌های ورزشی شرکت می‌کرده‌اند هنوز به درستی شناخته نشده است. اگرچه تحقیق‌ها نشان داده‌اند که بی تحرکی و عدم فعالیت‌های جسمانی هزینه های گزافی را بر جوامع گوناگون تحمیل می‌نماید و یکی از فاکتورهای خطر ابتلا به استئوپروز می‌باشد(۱۸ و ۱۷). بر این اساس با توجه افزایش وقوع استئوپروز و شکستگی‌های ناشی از آن در زنان

1- Microdamages

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

یائسه، هدف این مطالعه بررسی اثر تمرین دویدن روی نوارگردان به همراه یک دوره بی‌تمرینی بر پوکی استخوان در موش‌های اووفورکتومی‌شده بود.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی تعداد ۵۰ سر موش ماده از نژاد اسپراگ ـ داولی با سن ۱۰ هفته و با وزن ۳/۷۸ ±۲۱۱/۳۴ گرم در این مطالعه شرکت کردند. موش‌ها به صورت تصادفی در ۵ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند؛ گروه کنترل، گروه تجربی ۱ (موش‌های اووفورکتومی‌شده به مدت ۱۲ هفته)، گروه تجربی ۲ (موش‌های اووفورکتومی‌شده به مدت ۲۲هفته)، گروه تجربی ۳ (موش‌های اووفورکتومی‌شده تحت تمرین دویدن روی نوارگردان) و گروه تجربی۴ (گروه موش‌های اووفورکتومی‌شده تحت تمرین دویدن روی نوار گردان به همراه یک دوره بی تمرینی). حیوانات در قفس های پلاستیکی (۱۵×۲۲×۳۹ سانتی‌متر) در گروه‌های ۵ تایی قرار گرفتند و دسترسی آزادانه به آب و غذای استاندارد پلت داشتند. دمای اتاق محل نگهداری ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵±۶۰ درصد بود در حالی که چرخه ی بیداری-خاموشی ۱۲ساعت به ۱۲ ساعت در نظر گرفته شد. موش‌های گروه کنترل(۱۰ موش) در ابتدا با دوز بالای داروهای بیهوشی، کشته شدند. سپس سایر موش‌ها تحت اووفورکتومی(عمل برداشت تخمدان) قرار گرفتند. برای برداشت تخمدان از راه شکم[1]، ابتدا موش‌ها با محلول کتامین گرم ۱۰۰/ میلی‌گرم ۸/۷ و لیدوکائین گرم ۱۰۰/ میلی گرم ۱/۳ وزن بدن، بیهوش شدند. قبل از آغاز جراحی، محل عمل با بتادین اسکراب ضد عفونی شد. سپس شکافی در ناحیه شکم به اندازه ۳ سانتی‌متر روی خط سفید وسط شکم[2] از کلیه به پایین ایجاد گردید. بعد از ایجاد برش در لایه های عضلانی و پرده صفاق، تخمدان ها و رحم مشاهده و با قیچی جراحی، جدا گردیدند. آنگاه شکاف مربوطه با الگوی بخیه ساده تکی با نخ ویکریل ۳ صفرو پوست حیوان با نخ جراحی نایلن ۲ صفر، دوخته شد (۱۹). جهت جلوگیری از عفونت از محلول اُتی سی[3] در محل جراحی استفاده گردید.

دو هفته پس از اووفورکتومی، گروه تجربی ۳ و ۴ به مدت ۱۰ هفته، سه جلسه در هفته، تحت تمرین ورزشی دویدن روی نوارگردان (نوارگردان مکانیکی-الکتریکی هفت کاناله، ویژه جوندگان، ساخت کشور ایران) قرار گرفتند، درحالی که سایر گروه‌ها در شرایط کنترل شده نگهداری شدند.

نوارگردان با سرعت ثابت ۱۲ متر بر دقیقه (۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی[4]) تنظیم شد و مدت زمان تمرین از ۱۰ دقیقه در هفته اول شروع و هر هفته ۶ دقیقه به زمان تمرین اضافه شد، به طوری که زمان تمرین به ۶۴ دقیقه در هفته دهم رسید (جدول۱). این شدت از تمرین در محدوده تمرین‌ها با شدت متوسط قرارداشت(۲۰) . جلسه‌های تمرین صبح‌ها اجرا شد و از هیچ گونه تحریک الکتریکی و یا

1-Transabdominalapproach
2- Linea Alba
3- OTC
4- Vo_2max

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

محرک‌های مصنوعی در طول تمرین استفاده نگردید. پس از پایان پروتکل تمرین، موش‌های گروه تجربی ۱ و ۳ با استفاده از دوز بالای عوامل بیهوش کننده قربانی شدند در حالی که گروه تجربی ۲ و ۴ به مدت ده هفته در شرایط کنترل نگهداری شدند. در پایان ۲۲ هفته از اجرای پروتکل تمامی‌موش‌ها قربانی شدند و استخوان‌های فمور هر دو سمت بدن حیوانات جهت آنالیز ریزساختارهای بافت استخوان (ضخامت استخوان‌های کورتیکال، ترابکولار و نیز فواصل بین ترابکولاها) و استحکام استخوان فمور برداشته و از بافت های نرم اطراف پاک گردیدند. استخوان های فمور سمت راست در محلول فرمالین۱۰ درصد ثابت شد سپس جهت دکلسیفیه شدن در محلول اسید فورمیک ۵۰ درصد و سیترات سدیم ۲۰ درصد قرار گرفتند. سپس از استخوان‌ها بلوک‌های پارافینی تهیه شد و به وسیله میکروتوم از آن‌ها برش‌های ۴ میکرونی تهیه گردید و بر روی آن‌ها رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین ـ ائوزین(H&E) صورت گرفت. سپس، جهت اندازه‌گیری ضخامت استخوان‌های ترابکولار و کورتیکال و فواصل استخوان‌های ترابکولار از میکروسکوپ المپوس[۱] (مدل CX22، ژاپن) و نرم‌افزار آنالیز تصویری المپوس[۲] ویرایش ۱/۹/۳(توکیو، ژاپن) مطابق با روش هاوورد استفاده شد(۲۱). به این صورت که ضخامت استخوان‌های ترابکولار و کورتیکال و فواصل بین استخوان‌های ترابکولار در فاصله ۲ میلی‌متری زیر صفحه رشد در ده فیلد میکروسکوپی اندازه‌گیری شد. سپس اندازه‌ها جمع زده شد و میانگین آن ها به عنوان اندازه نهایی گزارش شد. جهت کاهش خطای اندازه گیری، تمام گروه‌ها به وسیله تنها یک متخصص پاتولوژیست اندازه‌گیری شد، در حالی که جهت جلوگیری از سوگیری از نوع گروه‌ها اطلاعی نداشتند.

برای بررسی تست استحکام استخوان، حداکثر مقاومت استخوان‌های فمور سمت چپ حیوانات با استفاده از دستگاه تست کننده مواد (H505ks,Hounsfield,England) اندازه‌گیری شد. به صورتی که هر استخوان به صورت افقی بین دوصفحه استاندارد قرار گرفت. سپس یک اره الکتریکی که با سرعت ثابت ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه حرکت می‌کرد بر ناحیه میانی دیافیز استخوان نیرو وارد نمود و حداکثر مقاومت استخوان علیه شکستگی به وسیله کامپیوتر متصل به دستگاه ثبت گردید(۲۲).

پروتکل این تحقیق بر اساس قوانین بین‌المللی در مورد حیوانات آزمایشگاهی انجام گردید و در کمیته اخلاق دانشگاه به تصویب رسید.

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و نتایج بر اساس میانگین± انحراف معیار گزارش شده اند. در همه آنالیز های آماری، پس از بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها به وسیله آزمون شاپیروویک و نیز همسانی واریانس‌ها به وسیله آزمون لون از آزمون آماری تحلیل واریانس یک راهه جهت مقایسه گروه‌ها استفاده شد. سپس از تست تعقیبی شفه جهت شناسایی تفاوت‌ها تجزیه و تحلیل شدند.

1-Olympus Microscope
2-Olympus Image Analysis Software

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

جدول ۱. پروتکل تمرین دویدن بر روی نوارگردان با شدت متوسط (۶۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی)

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
زمان (دقیقه)	۱۰	۱۶	۲۲	۲۸	۳۴	۴۰	۴۶	۵۲	۵۸	۶۴
سرعت (متر بر دقیقه)	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲

یافته‌ها

شاخصه‌های توصیفی ضخامت استخوان‌های ترابکولار و کورتیکال، فواصل بین استخوان‌های ترابکولار، استحکام استخوان فمور در گروه‌های مختلف در جدول ۲ آورده شده است.

آزمون آماری تحلیل واریانس یک راهه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود داشت (p<۰/۰۰۱ ، جدول ۳).

نتایج آزمون تعقیبی شفه نشان داد که ضخامت استخوان‌های ترابکولار در گروه‌های تجربی ۱ و۲ در مقایسه با گروه کنترل به صورت قابل توجهی کاهش یافت (به ترتیب، p=۰/۰۰۱ ، p<۰/۰۰۱). هم‌چنین کاهش معنی‌داری در ضخامت کورتیکال در گروه تجربی ۲ در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد (p<۰/۰۰۱).

فواصل بین استخوان‌های ترابکولار در گروه‌های تجربی ۱ و ۲ نسبت به گروه کنترل افزایش یافت، اما این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (به ترتیب، p=۰/۳۷، p=۰/۱۹).

هم‌چنین نتایج نشان داد که ضخامت استخوان‌های کورتیکال و ترابکولار در گروه تجربی ۳ نسبت به گروه تجربی ۱ بالاتر بود(p<۰/۰۰۱). فاصله بین استخوان های ترابکولار نیز در گروه تجربی ۳ نسبت به گروه تجربی ۱ پایین‌تر بود(p< ۰/۰۰۱).

نتایج، افزایش قابل توجهی در ضخامت استخوان‌های کورتیکال و ترابکولار در گروه تجربی ۴ نسبت به گروه تجربی ۲ نشان داد(p<۰/۰۰۱)، هم‌چنین فاصله بین استخوان‌های ترابکولار در گروه تجربی ۴ نسبت به گروه تجربی ۲ پایین‌تر بود (p<۰/۰۰۱). ضخامت استخوان کورتیکال نیز در گروه تجربی ۳ به صورت قابل توجهی بالاتر از گروه تجربی ۴ بود (p=۰/۰۲۵). ضخامت استخوان ترابکولار در گروه تجربی ۳ بالاتر از گروه تجربی ۴ بود، اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (p=۰/۱۵). هم‌چنین تفاوت معنی‌داری در فاصله بین استخوان‌های ترابکولار در گروه تجربی ۳ نسبت به گروه تجربی ۴ مشاهده نشد(p=۰/۵۴).

در ارتباط با استحکام استخوان فمور، تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل در مقایسه با گروه تجربی ۲ مشاهده شد(p=۰/۰۰۹). نتایج افزایش معنی‌داری را در گروه تجربی ۳ نسبت به گروه تجربی ۱ نشان داد(p<۰/۰۰۱). افزایش قابل توجهی نیز بین گروه تجربی ۴ در مقایسه با گروه تجربی ۲ مشاهده گردید (p<۰/۰۰۱). اگرچه تفاوت معنی‌داری در گروه تجربی ۳ نسبت به گروه تجربی ۴ مشاهده نشد (p=۰/۱۳).

جدول ۲: شاخصه های توصیفی گروه ها از نظر ریز ساختارها و استحکام استخوان فمور در میان گروه‌های موش نژاد اسپراگ ـ داولی

گروه‌ها (هر گروه ۱۰ سر موش)ا	ضخامت استخوان کورتیکال (میکرومتر) میانگین ± انحراف معیار	ضخامت استخوان ترابکولار (میکرومتر) میانگین ± انحراف معیار	فواصل بین ترابکولاها (میکرومتر) میانگین ± انحراف معیار	استحکام استخوان (کیلوگرم بر سانتی متر) میانگین ± انحراف معیار
کنترل	۲۳۲/۳۶± ۵/۱۳	۱۰۰/۵۰ ± ۵/۰۶	۱۲۳/۴۰± ۳/۴۷	۶/۹۵± ۱/۱۶
تجربی ۱	۲۲۶/۶۰ ± ۱/۹۵	۹۱/۲۰ ± ۵/۵۵	۱۲۶/۷۰ ±۴/۲۴	۵/۶۳± ۰/۷۳
تجربی ۲	۲۲۰/۸۰ ± ۵/۹۰	۹۰/۳۴ ± ۵/۷۳	۱۲۷/۴۰ ±۴/۷۴	۵/۱۵± ۱/۰۷
تجربی ۳	۲۴۴/۴۰ ± ۴/۷۶	۱۰۶/۳۰ ± ۱/۴۹	۱۱۶/۳۰ ± ۲/۴۰	۸/۶۷ ± ۰/۷۸
تجربی ۴	۲۳۷/۳۰ ± ۳/۷۴	۱۰۱/۰۱ ± ۲/۵۸	۱۱۹/۱۰ ± ۲/۱۳	۷/۴۲ ± ۱/۲۵

کنترل؛ گروه تجربی ۱ (اووفورکتومی‌شده به مدت ۱۲ هفته)؛ گروه تجربی ۲ (اووفورکتومی‌شده به مدت ۲۲ هفته)؛ گروه تجربی ۳ (اووفورکتومی‌شده تحت تمرین دویدن روی نوار گردان به مدت ۱۰ هفته)؛ گروه تجربی ۴ (اووفورکتومی‌شده تحت تمرین دویدن روی نوار گردان به مدت ۱۰ هفته به همراه ۱۰ هفته بی تمرینی).

جدول ۳: شاخص‌های آماری تحلیل واریانس یک راهه در متغییر های ضخامت استخوان های کورتیکال ، ترابکولار، فاصله بین استخوان های ترابکولار و استحکام استخوان فمور در موش‌های نژاد اسپراگ داولی

متغییر های اندازه گیری شده		مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری
ضخامت استخوان کورتیکال (میکرومتر)	بین گروهی	۳۳۶۱/۵۳	۴	۸۴۰/۳۸	۴۱/۲۹۶	۰/۰۰۰
	درون گروهی	۹۱۵/۷۶	۴۵	۲۰/۳۵		
ضخامت استخوان ترابکولار (میکرومتر)	بین گروهی	۱۸۹۰/۵۶	۴	۴۷۲/۶۴	۲۴/۰۴۳	۰/۰۰۰
	درون گروهی	۸۸۴/۶۲	۴۵	۱۹/۶۵		
فواصل بین ترابکولا ها (میکرومتر)	بین گروهی	۹۲۴/۲۸	۴	۲۳۱/۰۷	۱۸/۳۷	۰/۰۰۰
	درون گروهی	۵۶۵/۹۰	۴۵	۱۲/۵۷		
استحکام استخوان (کیلوگرم برسانتی متر)	بین گروهی	۷۹/۷۴	۴	۱۹/۹۳	۱۸/۹۸۵	۰/۰۰۰
	درون گروهی	۴۷/۲۵	۴۵	۱/۰۵		

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که اووفورکتومی منجر به پوکی استخوان در موش‌ها می‌شود و تمرین دویدن روی نوارگردان با شدت متوسط قادر است تا از کاهش تراکم استخوان جلوگیری کند و این اثر حفاظتی تا ۱۰ هفته پس از قطع تمرین پایدار می‌ماند. از نظر شدت تمرین، پروتکل دویدن در مطالعه حاضر که با سرعت ثابت ۱۲ متر بر دقیقه تنظیم شد و مدت زمان تمرین از ۱۰ دقیقه در هفته اول آغاز و به ۶۴ دقیقه در هفته دهم رسید، در دامنه تمرین‌ها با شدت متوسط قرار داشت (۲۰). در سال ۲۰۱۴، موریرا و همکاران در یک مقاله مروری به بررسی اثر تمرین‌های ورزشی با شدت متفاوت بر بافت استخوان و عملکرد جسمانی زنان یائسه پرداختند(۲۳). مطالعه آنها نشان داد که معمولاً تمرین‌های ورزشی با دامنه شدت‌های متوسط تا شدید که با فواصل کوتاه در محیط آب یا خشکی اجرا می‌شود، می‌توانند به عنوان بخشی از برنامه‌های پیشگیری و درمان استئوپروز زنان یائسه مورد استفاده قرار گیرند(۲۳). مطالعه‌های دیگر بیان می‌کنند که برنامه‌های ورزشی با شدت کم قادر به جلوگیری از استئوپروز نمی‌باشند. این در حالی است که از سوی دیگر ورزش‌های با شدت زیاد

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

ممکن است اثرات منفی بر جای گذاشته و منجر به کاهش ضخامت استخوان‌های ترابکولار و کورتیکال گردد (۲۰).

علاوه بر شدت تمرین‌ها، مدت زمان اجرای تمرین‌ها نیز از موارد مهم دیگر در پرداختن به اثر فعالیت‌های ورزشی بر جلوگیری از استئوپروز است. در این مطالعه تمرین دویدن به مدت ۱۰ هفته و سه بار در هفته اجرا شد که قادر بود تا ضخامت استخوان های کورتیکال و ترابکولار را افزایش و فواصل بین ترابکولارها را کاهش دهد. دیگر شواهد علمی نشان داده است که ۸ و ۱۲ هفته تمرین استقامتی، قادراست تا از کاهش تراکم مواد معدنی استخوان در موش‌هایی که در معرض استئوپروز بودند، جلوگیری نماید و نیز منجر به افزایش استحکام استخوان گردند(۲۴ و ۱۱، ۱۰). اگرچه باید توجه نمود مطالعه‌ها گزارش کرده‌اند که شدت تمرین از مدت زمان اجرای تمرین مهم تر است(۲۵). در نهایت تعیین برنامه ورزشی با شدت و مدت مناسب نکته مهمی در اجرای پروتکل ورزشی در پیشگیری از استئوپروز می‌باشد که از این لحاظ مطالعه حاضر توانسته است با فراهم نمودن شدت متوسط و مدت مناسب نقش مؤثری در مقابله با استئوپروز ایفا نماید. اگر چه میزان بار مکانیکی وارده بر استخوان‌ها بسیار حائز اهمیت است به طوری‌که این فشار وارده قادر است تا آبشاری از وقایع سلولی را به راه بیندازد و در نتیجه کلسیم درون سلولی افزایش یافته و بیان فاکتورهای رشد و تولید ماتریکس استخوان نیز افزایش یابد(۲۶)، اما زمان شروع تمرین و اعمال بار مکانیکی لازم برای به حداکثر رساندن پاسخ گیرنده‌ها و در نتیجه به حداکثر رساندن توده استخوان نیز حایز اهمیت است(۲۷). متعاقب آن پیشنهاد شده است تمرین در سنینی صورت گیرد که استخوان‌ها هنوز به حداکثر توده خود نرسیده‌اند(۲۸). در مطالعه حاضر موش‌ها با سن ۱۰ هفته در دسته موش‌های بالغ قرار داشتند که نشان دهنده این موضوع است که تمرین‌های استقامتی در سنین بالا نیز می‌تواند منجر به بهبود ریز ساختارهای استخوانی گردد. سایر تحقیقاتی نیز که بر روی موش‌های مسن‌تر صورت پذیرفته است، شاهد اثرات ورزش و بهبود بافت استخوان در نتیجه تمرین بوده‌اند(۲۹). علت توجیه کننده آن که بافت اسکلتی موش‌های مسن‌تر نیز قادر بود تا با فشارهای مکانیکی وارده سازگار شود، می‌تواند این موضوع باشد که عملکرد اصلی سیستم اسکلتی بدن حمایت از عضلات جهت ایجاد حرکت در فضا است بنابراین خصوصیات ساختاری سیستم اسکلتی بدن مانند اندازه و شکل استخوان‌ها برای این عمل سازگار می‌شوند، در هر سنی، هر استخوانی به تناسب بار مکانیکی وارد شده بر آن سفت و محکم می‌شود در حالی که بسیار حجیم نیز نمی‌شود.

از دیگر نتایج مطالعه حاضر، پایدار ماندن اثرات ده هفته تمرین بعد از یک دوره ده هفته بی‌تمرینی بر ریز ساختارهای بافت استخوان بود. اگرچه این مطالعه نشان داد که به دنبال ده هفته بی‌تمرینی ضخامت استخوان کورتیکال در مقایسه با

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

قبل از دوره بی تمرینی به شدت کاهش می‌یابد، اما با وجود این کاهش، همچنان ضخامت کورتیکال از گروه اووفورکتومی‌شده بالا تر بود. مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۴ اجرا شد، گزارش کرد که اثرات سودمند تمرین روی نوار گردان بر تراکم مواد معدنی استخوان در موش‌های اووفورکتومی‌شده نمی‌تواند بعد از ۱۶ هفته همچنان پایدار باقی بماند (۱۴). از دلایل نتایج متفاوت این محققان با مطالعه حاضر می‌تواند پروتکل تمرینی آن‌ها و نیز مدت زمان بی تمرینی موش‌ها باشد. چرا که این محققان تمریناتی با شدت بالاتر را بر آزمودنی‌های خود اعمال کردند. در مطالعه دیگری نتایج مطالعه دیگر نشان داد که اگر چه تمرین قادر است تا تراکم، اندازه و قدرت استخوان کورتیکال تیبیا را افزایش دهد، اما توده و ضخامت استخوان کورتیکال تنها تا ۲۶ هفته بی‌تمرینی پایدار باقی می‌ماند و پس از آن به صورت قابل توجهی کاهش می‌یابد. اگرچه استحکام استخوان کورتیکال و خصوصیات مورفولوژی و ضخامت استخوان ترابکولار تا پایان ۵۲ هفته همچنان بالا بود. این پژوهشگران گزارش کردند که اثرات مثبت تمرین‌های با تحمل وزن قادر است با تغییراتی که در بافت‌های استخوان کورتیکال و ترابکولار در نتیجه افزایش سن یا فرآیند یائسگی رخ می‌دهد، مقابله نموده و به صورت طولانی مدت به صورت پایدار باقی بماند(۱۵). نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر که اثرات مثبت تمرین حداقل تا ده هفته پس از قطع آن ادامه می‌یابد، همخوانی دارد، اگر چه در مطالعه حاضر دوره‌های متفاوت بی تمرینی بررسی نشد و بنابراین قادر به اظهار نظر درمورد پایدار ماندن اثر تمرین دویدن تا پس از ۱۰ هفته نمی‌باشد.

از جمله نتایج دیگر مطالعه حاضر مشاهده کاهش ضخامت استخوان کورتیکال در گروه تجربی ۴ در مقایسه با گروه تجربی ۳ بود که می‌تواند به این دلیل باشد که بر طبق مطالعه‌های کاهش تراکم استخوان عمدتاً در استخوان‌های کورتیکال رخ می‌دهد تا ترابکولار(۳۰).

همچنین مطالعه حاضر نشان داد که تمرین دویدن روی نوارگردان با شدت متوسط به مدت ۱۰ هفته قادر است تا استحکام و مقاومت استخوان را در برابر شکستگی افزایش دهد و یک اثر حفاظتی حتی تا۱۰ هفته پس از قطع تمرین ایجاد نماید. این نتایج با مطالعه‌های دیگری که مشاهده کردند تمرین‌های ورزشی می‌توانند از مرگ استئوسیت‌ها جلوگیری نمایند که این امر با افزایش استحکام استخوان همراه است(۲۴ و ۱۱، ۱۰)، همخوانی دارد. در توضیح این نتیجه می‌توان گفت از آنجا که مقاومت یک ماده به وسیله ویژگی، مقدار و توزیع فضای ماده تشکیل دهنده آن تعیین می‌شود(۳۱). همچنین برای به حداکثر رساندن مقاومت، مواد استخوان می‌توانند توزیع آنها را تغییر دهند، بنابراین اندازه و شکل استخوان در پاسخ به فشارهای مختلف سازگار می‌شود. ارزیابی ویژگی های مواد و ساختار استخوان برای پیش‌بینی مقدار مقاومت استخوان در برابر فشار وارده ضروری است. به عنوان مثال در افراد سالمند، کاهش

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

حجم تراکم استخوان کورتیکال (نشان دهنده ویژگی ماده استخوان) یا کاهش مقدار استخوان کورتیکال (توده استخوان) با توزیع ماده استخوان که منجر به افزایش اندازه استخوان می‌شود، در ارتباط است(۳۲). استخوان‌هایی که با فشارهای وارده به خوبی سازگار می‌شوند باعث می‌شوند تا حرکات با حداقل احتمال وقوع شکستگی رخ دهند. به طور کلی مکانیسم‌های فیزیولوژیک متعدد و گسترده‌ای در رابطه با پاسخ بافت عضلانی- اسکلتی به نیروهای مکانیکی وجود دارند و در هر حال با توجه به غیر دارویی بودن آنها، نقش مفیدی در مقابله با استئوپروز دارا می‌باشند. از محدودیت‌های مطالعه حاضر عدم دسترسی به تست دنسیتومتری مخصوص حیوانات کوچک جهت بررسی چگالی استخوان در دوره‌های زمانی مختلف، بدون قربانی کردن موش‌ها بود. پیشنهاد می‌شود در صورت امکان برای بررسی روند استئوپروز و فاکتورهای مؤثر بر آن از تکنیک‌های رادیولوژی استفاده گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت که اووفورکتومی اثرات منفی بر ریز ساختارهای بافت استخوان (ضخامت استخوان‌های ترابکولار و کورتیکال و نیز فواصل بین استخوان‌های ترابکولار) و استحکام به جا می‌گذارد. تمرین دویدن با شدت متوسط قادر است با بهبود این ریز ساختارها و افزایش استحکام استخوان نقش حفاظتی در برابر استئوپروز و شکستگی‌های ناشی از آن ایفا نماید که پس از ۱۰ هفته بی‌تمرینی پایدار می‌ماند. این موضوع نشان می‌دهد، افراد می‌توانند با انجام تمرینات ورزشی یک اثر پروفیلاکسی در مواجهه با پوکی استخوان ایجاد کنند و از خطرات استئوپروز و شکستگی‌های ناشی از آن بکاهند.

تقدیر و تشکر

این مطالعه حاصل طرح تحقیقاتی................ مصوب .... بود که با حمایت مالی این دانشگاه انجام شد.

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

REFERENCES

1.Melton LJ, Chrischilles EA, Cooper C, Lane AW, Riggs BL. How many women have osteoporosis? Journal Of Bone And Mineral Research 2005; 20(5): 886-92.
2.Cella D, Fallowfield LJ. Recognition and management of treatment-related side effects for breast cancer patients receiving adjuvant endocrine therapy. B. reast Cancer Research And Treatment 2008; 107(2): 167-80.
3.Bessette L, Ste-Marie LG, Jean S, Davison KS, Beaulieu M, Baranci M, et al. The care gap in diagnosis and treatment of women with a fragility fracture. Osteoporosis International 2008; 19(1): 79-86.
4.Ammann PRR. Bone strength and its determinants. Osteoporosis International 2003; 14(3): 13-8.
5.Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming RG, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. Cochrane Database of Systematic Reviews 2009; 15;(2):CD007146.
6.Tang BMEG, Nowson C, Smith C, Bensoussan A. Use of calcium or calcium in combination with vitamin D supplementation to prevent fractures and bone loss in people aged 50 years and older: a meta-analysis. The Lancet 2007; 370(9588): 657-66.
7.Birkhäuser M, Panay N, Archer D, Barlow D, Burger H, Gambacciani M, et al. Updated practical recommendations for hormone replacement therapy in the peri-and postmenopause. Climacteric 2008; 11(2): 108-23.
8.Gusi NRA, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. BMC Musculoskeletal Disorders 2006; 7(1): 92.
9.Klein-Nulend JBR, Bakker A. Mechanical loading and how it affects bone cells: the role of the osteocyte cytoskeleton in maintaining our skeleton. Eur Cell Mater 2012; 24: 278-91.
10.Simoes PA Z A, Bloes P, Mazzocato FC. Effect of treadmill exercise on lumbar vertebrae in ovariectomized rats: anthropometrical and mechanical analyses. Acta Bioeng Biomech. 2008; 10: 39-41.
11.Fonseca H, Moreira-Gonçalves D, Esteves JLS, Viriato N, Vaz M, Mota MP, et al. Voluntary exercise has long-term in vivo protective effects on osteocyte viability and bone strength following ovariectomy. Calcified Tissue International 2011; 88(6): 443-54.
12.Tezval M, M. Biblis, Sehmisch S, Schmelz U, Kolios L, Rack T, et al. Improvement of femoral bone quality after low-magnitude, high-frequency mechanical stimulation in the ovariectomized rat as an osteopenia model. Calcified Tissue International 2011; 88(1): 33-40.
13.Roghani TTG, Movasseghe S, Hedayati M, Goosheh B, Bayat N. Effects of short-term aerobic exercise with and without external loading on bone metabolism and balance in postmenopausal women with osteoporosis. Rheumatology International 2013; 33(2): 291-8.
14.D'souza CA, Sandhya T. Effects of yoga training and detraining on physical performance measures in prepubertal children--a randomized trial. Indian J Physiol Pharmacol 2014; 58(1): 61-8.
15.Warden SJ, Galley MR, Hurd AL, Richard JS, George LA, Guildenbecher EA, et al. Cortical and Trabecular Bone Benefits of Mechanical Loading Are Maintained Long Term in Mice Independent of Ovariectomy. Journal of Bone and Mineral Research 2014; 29(5): 1131-40.
16.Warden SJ, Galley MR, Hurd AL, Wallace JM, Gallant MA, Richard JS, et al. Elevated mechanical loading when young provides lifelong benefits to cortical bone properties in female rats independent of a surgically induced menopause. Endocrinology 2013; 154(9): 3178-87.
17.Al-Nozha MM, Al-Hazzaa HM, Arafah MR, Al-Khadra A, Al-Mazrou YY, Al-Maatouq MA, et al. Prevalence of physical activity and inactivity among Saudis aged 30-70 years: a population-based cross-sectional study. Saudi Medical Journal 2007; 28(4): 559-68.
18.Altin G, Teuta B, Sadet G. Prevalence and correlates of osteoporosis in elbasan region, albania. Management in Health2015;18(4): 11-13.
19.Khajuria DK RR MD. Description of a new method of ovariectomy in female rats. Rev Bras Reumatol 2012; 52(3): 462-70.
20.Iwamoto J TT, Sato Y. Effect of treadmill exercise on bone mass in female rats. Experimental Animal 2005; 54(1): 1-6.
21.Haworth CS, Webb AK, Egan JJ, Selby PL, Hasleton PS, Bishop PW, et al. Bone histomorphometry in adult patients with cystic fibrosis. CHEST Journal 2000; 118(2): 434-9.
22.Freidouni M, Nejati H, Salimi M, Bayat M, Amini A, Noruzian M, et al. Evaluating glucocorticoid administration on biomechanical properties of rats' tibial diaphysis. Iranian Red Crescent Medical Journal 2015; 17(3); e19389.

23.Moreira LDF, Oliveira MLd, Lirani-Galvão AP, Marin-Mio RV, Santos RNd, Lazaretti-Castro M. Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia 2014; 58(5): 514-22.
24.Sharifi G DF, Jafari M, Tanideh N, Rafati Fard M. The effect of weight-bearing exercise on the strength of femur bone in ovariectomized rats. Armaghane-danesh 2011; 16(3): 254-61.
25.Tromp A, Bravenboer N, Tanck E, Oostlander A, Holzmann P, Kostense P, et al. Additional weight bearing during exercise and estrogen in the rat: the effect on bone mass, turnover, and structure. Calcified Tissue International 2006; 79(6): 404-15.
26.Turner C, Robling A. Exercises for improving bone strength. British Journal of Sports Medicine 2005; 39(4): 188-9.
27.Lorentzon M, Mellström D, Ohlsson C. Association of amount of physical activity with cortical bone size and trabecular volumetric BMD in young adult men: the GOOD study. Journal of Bone and Mineral Research 2005; 20(11): 1936-43.
28.Burrows M. Exercise and bone mineral accrual in children and adolescents. Journal of Sports Science & Medicine 2007; 6(3): 305.
29.Ocarino N, Silva J, Santiago L, Rocha C, Marubayashi U, Serakides R. Treadmill training before and/or after ovariectomy is more effective in preventing osteopenia in adult female rats. Science & Sports 2009; 24(1): 52-5.
30.Zebaze RG-ZA, Bohte A, Iuliano-Burns S, Mirams M, Price RI, Mackie EJ, Seeman E. Intracortical remodelling and porosity in the distal radius and postmortem femurs of women: a cross-sectional study. The Lancet 2010; 375(9727): 1729–36.
31.JD C. Bone strength: what are we trying to measure?. Calcif Tissue Int 2001; 68: 205–21.
32.Russo CR, Lauretani F, Seeman E, Bartali B, Bandinelli S, Di Iorio A, et al. Structural adaptations to bone loss in aging men and women. Bone 2006; 38: 112-8.

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

Armaghane-danesh, Yasuj University of Medical Sciences Journal (YUMSJ) **Original Article**

Downloaded from armaghanj.yums.ac.ir at 16:33 +0330 on Saturday September 26th 2020

The Effect of a Moderate Intensity Aerobic Exercise Followed by a Period of Detraining on Femoral Micro structures and It's Strength in Oophorectomized Rats

Hojjati S[1], Nazem F[1*], Daryanoosh F[2]

[1]Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran, [2]Department of Sport Physiology, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: 2 May 2015 Accepted: 6 Aug 2015

Abstract

Background and aim: Exercise activities increase bone mass, however, the effect of detraining and inactivity on osteoporosis in active people who take part in regular physical activity, are still not well understood .The purpose of this study was to investigate the effect of treadmill running exercise together with detraining on osteoporosis in Oophorectomized rats.

Methods: Fifty female rats divided randomly into control; experimental 1 (oophorectomized rats for 12 weeks); experimental 2 (oophorectomized rats for 22 weeks); experimental 3 (oophorectomized rats undergoing treadmill running exercise); and experimental 4 (oophorectomized rats undergoing treadmill running exercise together with a period of detraining) groups. Control group sacrificed in the beginning of the study. The experimental groups of 3 and 4 exercised for 10 weeks. After the training period, The experimental groups of 1 and 3 were sacrificed, while, experimental groups 4 and 2 remained detraining. The exercise program consisted of running on a treadmill (3 days/week for 10 weeks). The speed of treadmill was adjusted constant at 12 m/min and the duration of exercise began from 10 min in the first week and reached up to 64 min in the 10^{th} week of exercise. At the end of study, all rats were sacrificed and their femurs were removed for bone micro structures (cortical and trabecular thickness, and trabecular separation) and bone strength analysis. We used One-Way ANOVA and post hoc Scheffe test to compare the groups after evaluation of Homology of variances by Shapiro wilk test. $P \leq 0.05$ considered significant.

Results: Trabecular thickness decreased significantly in experimental groups of 1 and 2 compared with control group ($P<0.05$). Bone strength and cortical thicknesses decreased significantly in experimental groups of 2 compared with control group ($P<0.01$). Bone strength and femoral micro structures improved in experimental group of 3 compared with experimental group of 1 and in experimental group of 4 compared with experimental group of 2 ($P<0.001$). cortical thickness decreased significantly in experimental group of 4 compared with experimental group of 3 ($P<0.025$).

Conclusion: Moderate intensity treadmill running exercise has a prophylactic effects on osteoporosis which remain after detraining. Prevention of osteoporosis leads to reduce of pathological fractures.

Keywords: Osteoporosis, Oophorectomy, Aerobic Exercise, Detraining, Microstructures

*__Corresponding Auther: Nazem F__, Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
Email: Farzadnazem2@gmail.com

Please cite this article as follows:
Hojjati S, Nazem F, Daryanoosh F. The Effect of a Moderate Intensity Aerobic Exercise Followed by a Period of Detraining on Femoral Micro structures and It's Strength in Oophorectomized Rats. Armaghane-danesh 2015; 20 (7): 572-584.