تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی و مصرف شیر سویا غنی شده با کلسیم بر کلسیتونین و پاراتورمون سرم در زنان فعال

چکیده

زمینه و هدف: زوال استخوان یا استئوپروز(osteo - porosis)، مجموعه‌ای از مکانیسم‌های پاتوژنیک متعددی است که با پیشرفت تدریجی منجر به از دست رفتن ریزساختاراستخوانی (microarchitecture Bone) و افزایش خاصیت شکستگی استخوان می‌شود. هدف از مطالعه حاضر برسی تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی و مصرف شیر سویا بر کلسیتونین و پاراتورمون سرم در زنان فعال می‌باشد.

روش‌ها: دراین مطالعه نیمه تجربی ٤٠ نفراز زنان فعال شهرستان بهبهان با سن تقریبی٤٥-٣٥ سال به صورت تصادفی در ٤ گروه ١٠ نفره، کنترل، مکمل شیر سویا غنی شده با کلسیم، تمرین، تمرین + شیرسویا غنی شده با کلسیم قرارگرفتند. برنامه تمرین به مدت ٨ هفته و هر هفته ٣ جلسه اجرا شد. شاخص های هورمون پاراتورمون و کلسی تونین ٤٨ ساعت قبل و بعد از اجرای تحقیق اندازه گیری شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد، سطح هورمون کلسی تونین ($p\leq ۰/۰۰۲$) و سطح پاراتورمون ($p\leq ۰/۰۰۱$) در گروه تمرین به ترتیب با افزایش و کاهش معنی‌داری همراه بود. همچنین یک دوره تمرین مقاومتی و مصرف مکمل شیر سویا غنی شده با کلسیم بر کلسی تونین($p\leq ۰/۰۱۱$) با اثر افزایشی و بر پاراتورمون ($p\leq ۰/۰۰۱$) سرم زنان با کاهش معنی‌داری همراه بود.

نتیجه گیری: به نظر می‌رسد تلفیق تمرین مقاومتی و مصرف مکمل شیر سویا غنی شده با کلسیم، با افزایش سطح سرمی کلسی تونین و تعدیل هورمون پاراتورمون از پوکی استخوان جلوگیری کند.

کلید واژه‌ها: تمرین مقاومتی، شیر سویا، کلسی تونین، پاراتورمون

مقدمه

بیش از ۲۰۰ میلیون نفردر سراسر جهان، مبتلا به پوکی استخوان (استئوپروز) هستند. کاهش تشکیل استخوان در نتیجه کاهش پیش‌سازهای استخوانی، استئوبلاست‌ها یا کاهش سنتز استوئید منجربه بازسازی منفی استخوان و استئوپروز می‌شود [۱]. از سویی قابلیت مکانیکی استخوان در برابر شکستگی به دو عامل توده استخوانی و سازماندهی فضای بافت استخوانی وابسته است. بر طبق آمارهای موجود سالانه ۹ میلیون شکستگی براثر پوکی استخوان ثبت می‌شود [۲]. بطورکلی استئوپروز در زنان به دلیل تغییرات هورمونی در میانسالی، شایع‌تر و با افزایش سن شیب صعودی به خود می‌گیرد [۳]. مراحل تشخیص این بیماری براساس اندازه‌گیری BMD (دانسیته مینرال استخوانی) است. اما در کنار سنجش تراکم استخوان یکی از راه‌های مناسب برای پیش بینی تغییرات توده استخوانی بررسی میزان شاخص‌های استخوانی می‌باشد. روشی غیر تهاجمی و قابل تکرارکه در یک مدت زمان کوتاه، اطلاعاتی را پیرامون سوخت و ساز استخوان مطرح می‌کند. از مهمترین عوامل موثر در پوکی استخوان می‌توان به افزایش وزن، عدم فعالیت‌بدنی مناسب، تغذیه، مصرف طولانی‌مدت برخی از داروها (کورتیکواستروئیدها) و برخی بیماری‌ها مانند مشکلات کلیوی، التهابی، کبدی و دیابت اشاره کرد [٤]. برخی هورمون‌های سیستمیک نیز در تنظیم این فرایند نقش موثر دارند. پارتورمون مترشحه از غده پاراتیروئید یکی از هورمون‌هایی موثر در تحریک استخوان‌سازی است [٥] این هورمون مهمترین عامل هموستاز کلسیم و متابولیسم استخوان است. عملکرد فیزیولوژیکی عمده آن هموستاز فسفات غیرآلی، حفظ یونهای کلسیم پلاسما از طریق تحریک فعالیت استئوکلاستها، تحریک بازجذب کلسیم در سلول‌های کلیوی و افزایش غیرمستقیم جذب کلسیم در روده با تحریک تولید فرم فعال ویتامین D (کلسی تریول) می‌باشد [٥]. کلسی‌تونین مترشحه از غده تیروئید نیز یکی دیگراز مارکرهای استخوانی می‌باشد. کلسی‌تونین از مکانیسم‌های مختلف سطح کلسیم خون را کنترل می‌کند. از جمله این مکانیسم‌ها کاهش جذب کلسیم در روده، مهار فعالیت استئوکلاســت ها و فعال شدن استئوبلاست‌ها و کاهش باز جذب و افزایش دفع کلسیم از کلیه است [٦]. این دو هورمون به عنوان نشانگرهای غیرمستقیم متابولیسم استخوان مطرح هستند که تغییرات استخوانی را سریعتر نشان می‌دهند [۷]. مطالعات زیادی از این موضوع حمایت می‌کند که، فعالیت بدنی یک فاکتور مهم جهت افزایش و حفظ چگالی مواد معدنی استخوان در دوره‌های مختلف زندگی است. انجام فعالیت‌بدنی باعث تعادل ترشح هورمون‌های موثر بر متابولیسم استخوان، تغییرات دانسیته، ریزساختارهای اسفنجی و ژئومتری بافت متراکم استخوان می‌شود [۸]. تحقیقات نشان می‌دهد، فعالیت بدنی منظم، با بهبود BMD یا کاهش دمینرالیزاسیون استخوان مرتبط با افزایش سن اثر محافظتی بر روی استخوان دارد. همچنین خطر افتادن های مکرر افراد مسن با تقویت عضلات کاهش می‌یابد [۹]. اما برای تحریک استخوان‌زایی و تجمع توده استخوانی، نیاز به اعمال بار مکانیکی بیش از فعالیت‌های روزمره می‌باشد. لازم به ذکر است که، اعمال فشارهای مکانیکی پویا به همراه رعایت اصل اضافه باربه همراه تناوب و فواصل استراحت کافی بیشتر از فشارهای ایستا با بار ثابت در قدرت و توده استخوانی موثر است [۱۰]. بار ایستا و یکنواخت باعث سازگاری واشباع گیرنده‌های استخوانی و عدم پاسخ دهی مناسب به تمرین می‌شود [۱۱]. لازم به ذکر است به علت افزایش آستانه حداقل نیروی موثر وارد شده بر استخوان در افراد مسن و یائسه شدت فعالیت یک فاکتور مهم و اثرگذار مطرح می‌باشد. ترکیب فعالیت بدنی و مصرف مکمل یکی از راه‌های افزایش تراک توده استخوان است بر اساس اطلاعات موجود تمرینات مقاومتی چه به تنهایی و چه در ترکیب با سایر مداخلات، یکی از بهینه‌ترین استراتژی‌های مطرح شده برای بهبود توده عضلانی و استخوانی در زنان یائسه، مردان میانسال و افراد مسن باشد [۱۲]. در همین راستا دهقان و همکاران ۱٤۰۲، تاثیر ۱۲هفته تمرین مقاومتی بر شاخص تراکم استخوان را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج

این مطالعه نشان داد، ۱۲هفته تمرین مقاومتی بر شاخص دانسیته استخوانی(BMD) تاثیر معنی‌داری دارد [۱۳]. همچنین برزنجه و همکاران، ۱۳۹۵ تاثیر ۱۲ ماه تمرین مقاومتی را بر تراکم استخوان مورد مطالعه قرار دادند. بعد از ۱۲ ماه تمرین شاخص تراکم استخوان افزایش یافت [۱٤]. در مطالعه‌ای دیگر روزبیانی و همکاران،۱٤۰۱ یک دوره ۸ هفته‌ای تمرینات مقاومتی را بر سطح هورمون‌های پارتورمون و کلسی‌تونین مورد بررسی قرار دادند. در نتایج آنها تفاوت معنی‌داری در سطح پاراتورمون وکلسی تونین گروه تمرین مشاهده شد [۱۵]. یکی از مکانیسم‌های مطرح شده در زمینه اثربخشی تمرینات مقاومتی بر افزایش توده استخوانی، نقش این تمرینات در کاهش تعداد استئوکلاست ها و افزایش تعداد استئوبلاست ها می‌باشد [۱٦]. از آنجاییکه قدرت جذب کلسیم ا افزایش سن کاهش می یابد، حفظ تعادل بین میزان دریافت و از دست دادن کلسیم نقش عمده ای در حفظ توده استخوانی ایفا می کند. مطالعات نشان می دهند، تمرین مقاومتی با اعمال بارمکانیکی مناسب بر مایع استخوانی پر شده در شبکه لاکونار-کانالیکولار، آبشاری از وقایع درون سلولی از جمله بالا رفتن سطح کلسیم درون سلولی، افزایش تولید ماتریکس استخوانی، استخوان‌سازی را فعال می‌کند [۱۰]. کاهش توده چربی به کمک تمرین مقاومتی یکی دیگر از مسیرهای تنظیم کلسیم و کنترل استئوپروز است [۱۷]. اما شیر سویا منبع غنی پروتئین گیاهی، ایزوفلاون ها، ویتامین گروه B، ترکیبات فنولی و عاری از لاکتوز می‌باشد. این ماده غذایی دارای ۳/۵ ٪ پروتئین، ۲٪ چربی، ۲/۹ ٪کربوهیدرات و ۵٪ مواد معدنی است. سویا غنی‌ترین منبع ایزوفلاوین است. بسیاری از مطالعات اثر محافظتی شیر سویا را به حضور ایزوفلاون های موجود در آن نسبت می‌دهند. فیتواستروژن غیر استروئیدی (ایزوفلاون ها) که ساختاری شبیه به استروژن دارند، نقش محافظتی در برابر از دست دادن توده استخوانی در افراد مسن ایفا می‌کنند [۱۸]. مطالعات نشان می‌دهند، ایزوفلاون‌های موجود در شیر سویا به عنوان تعدیل کننده انتخابی گیرنده استروژن، میزان تحلیل استخوان را کاهش می‌دهد [۱۹]. همچنین بسیاری از مطالعات اثر فیتواستروژن بر نشانگر تحلیل استخوان (دئوکسی پیریدینولین) را کاهشی و بر نشانگر تشکیل استخوان (آلکالین فسفاتاز) افزایشی نشان می‌دهند [۲۰]. یکی دیگر از مسیرهای اثرگذاری ایزوفلاون‌های موجود در سویا تنظیم فاکتورهای IL-6, IL-1β, and MMP13 در تنظیم فرایند بازسازی استخوان است [۲۱]. مصرف سویا سطح فاکتور نکروز تومور سرم α-(TNF) را نیز کاهش می‌دهد. تغییر در این نشانگر التهابی باعث تغییر در محتوای مواد معدنی استخوان (BMD) می‌شود. بطور کلی عملکرد استئوبلاست‌ها با کاهش سطح اینترلوکین -٦(IL-6) و پروستاگلاندین E2 ناشی از α -TNF ارتقا می‌یابد [۲۲]. متیو و همکاران،۲۰۱۱ تاثیر مصرف شیر سویا را بر پوکی استخوان مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد، مصرف یک بار یا بیشتر شیر سویا در روز، ٥٦٪ احتمال ابتلا به پوکی استخوان را کاهش می‌دهد [۲۳]. با توجه به شواهد موجود، تمرین مقاومتی و مصرف سویا به تنهایی یا به صورت مکمل، می‌تواند در کنترل استئوپروز موثر باشد. در همین راستا با تلفیق اثر همزمان تمرین مقاومتی و مصرف ماست سویا، علاوه بر افزایش تراکم استخوان، محتوای گلیکوزآمینوگلیکان سولفاته و الیاف کلاژن بطور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت [۲٤]. چیلیبک و همکاران،۲۰۱۳ نیز اثر ترکیبی تمرین مقاومتی با مصرف ۱٦٥ میلی‌گرم/ روز سویا را به مدت ۲ سال بر روی زنان یائسه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه آن ها حفظ BMD را نشان داد [۲٥].

روش کار:

تحقیق حاضر نیمه تجربی و از نوع کاربردی است. جامعه آماری تحقیق را٤۰ نفراز زنان فعال شهرستان بهبهان با سن تقریبی٤٥-۳٥ سال تشکیل دادند. برای انتخاب نمونهٔ آماری، پرسشنامه (دعوت نامه) بین مراجعه کنندگان باشگاه های فعال سطح شهر توزیع و از آنان درخواست شد در صورت تمایل در این تحقیق شرکت کنند. شیوهٔ اجرای تحقیق، زمانبندی و برنامهٔ تمرینی در دعوت نامه بصورت

کامل شرح داده شد. بر این اساس از کسانی که اعلام آمادگی کردند، خواسته شد رضایت آگاهانه شرکت در پژوهش را پرکنند و سپس در جلسهٔ توجیهی شرکت نمایند و در پایان از بین آزمودنیهای مراجعه کننده، ٤٠نفر که واجد شرایط تحقیق بودند، به طور تصادفی در سه گـــروه کنترل، تمرینـــات مقاومتی و تمرینات مقاومتی همـراه بـا مصـرف مکمـل شیر سویا قرار گرفتند. یک هفته قبل از آغاز پژوهش، در یک جلسه‌ی آشنایی با تمرین‌ها، شاخص‌های آنتروپومتریکی و میزان یک تکرار بیشینه طبق روش استاندارد و با استفاده از فرمول برزیسکی که در زیر ارائه شده اندازه گیری و ثبت شد.

$$1RM = \frac{\text{وزنه جابجا شده}(Kg)}{1.0278 - (0.0278 \times \text{تعداد تکرار})}$$

برای ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی(کلسی تونین و پاراتورمون)، از آزمودنی‌ها پس از ۱۲ ساعت ناشتایی طی دو مرحله (قبل از شروع تمرینات و ٤٨ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) خونگیری صورت گرفت. نمونه‌های خون پس از سانتریفیوژ و جدا کردن سرم در دمای۸۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری سطح کلسی تونین و پاراتورمون پلاسما از روش الایزا و کیت های ساخت شرکت تروند سینا (در واحد ng/1) جهت ارزیابی کلسی‌تونین و کیت تهیه شده از شرکت پارس آزمون، به روش الکتروکمی لومینانس توسط دستگاه السیس (بر حسب پیکوگرم بر میلی لیتر) جهت ارزیابی سطوح سرمی پاراتورمون استفاده شد. پروتکل تمرین دایره‌ای (۸ هفته،۳ جلسه ای، با شدت ۳۰ تا ۵۰ ٪ یک تکرار بیشینه با ٦ تا ۸ تکرار در ۳ نوبت) در ۱۰ حرکت (حرکات پایین تنه و بالاتنه)، با استراحت کمتر از یک دقیقه اجرا شد. حرکات پرس سینه، جلو بازو، اسکوات، پشت پا دستگاه، شراگ، دراز و نشست، پرس بالای سر، جلو پا دستگاه، کمر و بارفیکس/ پارویی (در صورت نداشتن توانایی انجام بارفیکس، حرکت پارویی انجام دادند) به صورت دایره‌ای و به ترتیب ذکر شده انجام شد.گروه مصرف کننده شیرسویا و تمرین، روزانه ۲۵۰ ml شیر سویا غنی شده با کلسیم به مدت ۸ هفته مصرف کردند. تجزیه و تحلیل دادهها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت. برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین پیش و پس آزمون از آزمون T همبسته استفاده گردید. همچنین جهت بررسی تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس و در صورت معنی‌دار بودن این اختلاف، از تست بونفرونی استفاده گردید. کلیه فرضیات در سطوح اطمینان ۰/۹۵ (۵ p<۰/۰) مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج:

در این مطالعه برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین پیش و پس آزمون از آزمون T همبسته و جهت بررسی معناداری اختلاف بین گروه‌ها از تحلیل واریانس دو طرفه (two-way anova) استفاده شد . همچنین آزمون تعقیبی بن فرنی برای تعیین تفاوت میانگین بین گروهی مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون تی وابسته، مصرف مکمل شیر سویا بر کلسی تونین سرم (p≤0/700) و پاراتورمون (p≤0/174) اثر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱ و ۳)، اما با توجه نتایج به نتایج آزمون t وابسته، تمرین مقاومتی بر سطح سرمی کلسی تونین (p≤0/002) و پاراتورمون (p≤0/001) اثر معنی‌داری نشان داد (جدول ۲- ٤). همچنین نتایج به دست آمده از آزمون تحلیل واریانس دوراهه، اثر همزمانی تمرین مقاومتی و مصرف مکمل شیر سویا بر کلسی تونین (p≤0/011) و پاراورمون (p≤0/001) معنی‌دار مشاهده شد.

جدول ۱.مقادیر پیش آزمون و پس آزمون کلسی تونین سرم در گروه مصرف مکمل و کنترل را نشان می دهد.

گروه	زمان	میانگین+ انحراف معیار	DF	مقدار t	مقدار p
کنترل	پیش آزمون	٤/١٠ ± ٢/٦٣	٩	٠/١١٠	٠/٩١٥
	پس آزمون	٤/٠٠ ± ١/٩١			
مکمل	پیش آزمون	٤/١٨ ± ٢/٠٩	٩	٠/٣٩٨	٠/٧٠٠
	پس آزمون	٤/٦١ ± ٢/٦٢			

جدول۲. مقادیر پیش آزمون و پس آزمون کلسی تونین سرم در گروه تمرین وکنترل رانشان می دهد

گروه	زمان	میانگین+ انحراف معیار	DF	مقدار t	مقدار p
کنترل	پیش آزمون	٤/١٨ ± ٢/٠٩	٩	٠/١١٠	٠/٩١٥
	پس آزمون	٤/٦١ ± ٢/٦٢			
تمرین	پیش آزمون	٤/٤٢ ± ١/٦٢	٩	۴/۶۵۳	٠/٠٠٢
	پس آزمون	٦/٠٤ ± ٢/٨٥			

جدول۳. مقادیر پیش آزمون و پس آزمون پاراتورمون سرم در گروه مصرف مکمل و کنترل را نشان می‌دهد.

گروه	زمان	میانگین+ انحراف معیار	DF	مقدار t	مقدار p
کنترل	پیش آزمون	٢١/٤١ ± ٥/٨٩	٩	٠/١۴٢	٠/٧٨١
	پس آزمون	٢١/٧٣ ± ٨/٤٣			
مکمل	پیش آزمون	٢٢/٤٣ ± ٦/٥٤	٩	١/٨٥	٠/١٧۴
	پس آزمون	٢١/٩٥ ± ٥/٣٢			

جدول٤. مقادیر پیش آزمون و پس آزمون پاراتورمون سرم در گروه تمرین و کنترل را نشان می‌دهد.

گروه	زمان	میانگین+ انحراف معیار	DF	مقدار t	مقدار p
کنترل	پیش آزمون	٢١/٤١ ± ٥/٨٩	٩	٠/١۴٢	٠/٧٨١
	پس آزمون	٢١/٧٣ ± ٨/٤٣			
تمرین	پیش آزمون	٢٢/٦٥ ± ٧/٢٥	٩	٥/٠۴١	٠/٠٠١
	پس آزمون	١٩/١٦ ± ٦/٧٧			

جدول ٥. نتایج آزمون تحلیل واریانس دوطرفه مقادیر کلسی تونین در گروه های مختلف را نشان می دهد.

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس

متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری
کلسی تونین	۱/۳۳۰	۳	۰/۴۳۳	۳/۸۹۸	۰/۰۱۱

بحث و نتیجه گیری

کاهش توده استخوانی منجر به از دست دادن یکپارچگی استخوان و افزایش آسیب دیدگی در افراد می‌شود. یک استراتژی درمانی امیدوارکننده برای مواجهه با از دست دادن توده استخوانی و عضلانی فعالیت بدنی است. با توجه به نتایج این مطالعه، مصرف مکمل شیر سویا بر کلسی تونین سرم ($p\leq0/700$) و پاراتورمون ($p\leq0/174$) اثر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱ - ۳)، اما نتایج آزمون t وابسته، اثر تمرین مقاومتی بر سطح سرمی کلسی تونین($p\leq0/002$) و پاراتورمون ($p\leq0/001$) را موثر و معنی‌دار نشان داد (جدول ۲-٤). همچنین با توجه به نتایج آزمون تحلیل واریانس دوراهه، اثر همزمانی تمرین مقاومتی و مصرف مکمل شیر سویا بر کلسی تونین ($p\leq0/011$) و پاراورمون ($p\leq0/001$) معنی‌دار گزارش شد. همسو با این نتایج، دهقان و همکاران،۲۰۲۳ اثر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای (شدت ۳۰-۵۵٪ یک تکرار بیشینه) را برنشانگرهای متابولیک و هورمونی توده استخوانی افراد سالمند مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد، تمرینات مقاومتی تاثیر معنی‌داری بر نشانگرهای هورمونی و متابولیکی استخوان از جمله کلسی‌تونین نشان داد [۲٦]. همچنین سینگولانی و همکاران ۲۰۱۷، تاثیر ۱٦ هفته تمرین قدرتی را بر میزان مواد معدنی استخوان مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه افزایش معنی‌داری در مواد معدنی استخوان مشاهده شد [۲۷]. هاشمی و همکاران نیز ۲۰۱٦، اثر تمرین مقاومتی در آب را بر روی افراد سالمند مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد ۱۲ هفته تمرین مقاومتی منجر به ثابت نگه داشتن دانسیته استخوان می‌شود [۲۸]. در مطالعه‌ای دیگر طالبی و همکاران، ۲۰۱٤ اثر یک دوره ۱۲ هفته‌ای تمرینات مقاومتی را بر تراکم استخوان افراد دارای پاراپلژی مورد مطالعه قرار دادند. آنها تمرین را یک مداخله موثر در کنترل پوکی استخوان مطرح کردند [۲۹]. در همین راستا صارمی ۲۰۰۹، اثر یک دوره ٦ ماهه تمرین مقاومتی را بهبود تراکم استخوان مورد مطالعه قرار داد. نتایج مطالعه آنها نشان داد، با مهار فاکتور میوستاتین و از طریق تکثیر سلول های استئوبلاست تراکم استخوان افزایش می‌دهد [۳۰]. کملر همکاران۲۰۰۷، با مطالعه یک پروتکل ترکیبی از تمرینات مقاومتی وکششی بر۱۰۰ زن یائسه مشاهده کردند، تراکم استخوان مهره‌های کمر ۲/۵٪ و میزان از دست دادن توده استخوان در لگن ۰/۸٪ کاهش پیدا کرد [۳۱]. در نتیجه مطالعات نشان می‌دهند، تمرین مقاومتی علاوه بر تنظیم تعادل ترشح هورمون‌های موثر در متابولیسم استخوان، افزایش توده عضلانی، تغییرات در تعداد سلول‌های استخوان خوار، کاهش توده چربی بدن و تنظیم کلسیم از مکانیزم‌های دیگری نیز می‌تواند استئوپروز را کنترل کند. فشار ناشی از فعالیت بدنی بر استخوان باعث تحریک فعالیت استئوبلاست‌ها، افزایش تحدب سطح استخوان و تغییر در انحنای استخوان می‌شود [۳۲]. تمرینات مقاومتی باعث افزایش سطح پپتیدی ژن مرتبط با کلسی‌تونین در عضلات می‌شود [۳۳]. همچنین در برخی پژوهش‌ها مشاهده شده است که مهار هورمون پاراتیروئید منجر به پاسخ استئوسیت ها شده است [۳٤]. این احتمال وجود دارد که فعالیت ورزشی از طریق تأثیر تناوبی بر غلظت هورمون پاراتیروئید باعث فعال‌شدن دو مسیر سیگنالینگ وینگلس Wnt3a و AKT شود [۳۵]. مسیر وینگلس حجم استخوان را تنظیم می‌کند. در این، مسیر دو گیرنده Lrp5/frizzled وجود دارد که از طریق پروتئین-هایی‌که مسیر وینگلس ترشح می‌کند، مسیرهای پیام رسانی مجازی با کانونیکال (مسیری که با انباشت بتاکاتنین، در سیتوپلاسم و انتقال به هسته شده و عوامل رونویسی را

فعال می کند) و غیر مجازی یا غیرکانونیکال را فعال می-کند. مهمترین، ویژگی سیگنالینگ وینگلس مجازی، انتقال پیک ثانویهٔ پروتئین بتاکاتنین(پروتئین موثر در رونویسی ژن) به هسته است که عامل کلیدی تنظیم کننده حجم و تراکم استخوان محسوب می‌شود[۳۶]. بطورکلی تمرین مقاومتی نشانگرهای تنظیم کننده بازسازی استخوان از جمله (OC، CTX، OPN، PTH، OPG) را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۱۱]. از آنجاییکه کنترل غلظت کلسیم در مایع خارج سلولی از طریق تغییرات سطح خونی PTH و غلظت سرمی ۲۵-۱ دی هیدروکسی انجام می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند، فعالیت مقاومتی از طریق تغییر غلظت سرمی هورمون ۲۵-۱ دی هیدروکسی، ویتامین D3 و هورمون PTH می تواند فرایند تشکیل استخوان را تحریک کند. در حالیکه بی تحرکی این فرایند را سرکوب می‌کند [۳۷]. همچنین تمرین مقاومتی از طریق اثرگذاری و مهار فعالیت استئوپروتگرین(Osteoprotegrin) (از خانواده نکروز دهنده تومور آلفا) باعث کنترل و کاهش خطر ابتلا به پوکی استخوان در افراد مسن می‌شود. از سویی سطح سزمی ویتامینD با تراکم موادمعدنی استخوان در ارتباط است. افزایش جذب روده ای کلسیم مهم ترین عمل بیولوژیکی ویتامین D است. شیر سویا منبع خوبی از ویتامین D همراه باکلسیم است. براساس مطالعات انجام شده، مکمل ویتامین D باعث تاخیر در فرایند کاهش تراکم استخوان می‌شود [۳۲]. در همین راستا روزبیانی و همکاران،۱۴۰۱ تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین D بر مارکرهای جذب استخوان را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد، میزان کلسی‌تونین و پاراتورمون در بین گروه‌های پژوهش به طور معنی‌داری متفاوت بود که این تفاوت با افزایش معنی‌دار در غلظت سرمی کلسی‌تونین و کاهش معنی‌دار در غلظت سرمی پاراتورمون در گروه تمرینی و گروه تمرین ـ ویتامین D همراه بود [۳۸]. نتایج مطالعات نشان می‌دهد، شیر سویا غنی شده با کلسیم به اندازه شیر گاو برای پیشگیری از تحلیل استخوان مفید است [۲۳]. توانایی پیشگیری و کاهش استئوپروز توسط سویا از طریق مهار عوامل تحلیل استخوان و تحریک عوامل تشکیل آن در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است. مطالعات حیوانی نشان می-دهند، مصرف شیر سویا باعث افزایش حجم استخوان ترابکولار(اولین نقطه ای که بر هر فشار مکانیکی پاسخ می‌دهد)، افزایش فاکتور رشد شبه انسولین IGF-1 (بیومارکر تشکیل استخوان)، سطح استرادیول سرم و استئوکلسین سرم می‌شود. در کنار این تغییرات سطوح پایین هورمون پاراتیروئید و سطوح پایین نشانگر تحلیل استخوان دئوکسی پیریدینولین ادراری (DPD) بعد از اعمال مداخله مشاهده شده است [۳۹]. همچنین مصرف سویا منجر به بهبود استحکام استخوان از طریق افزایش کارایی روده در جذب کلسیم می‌شود [۴۰]. براساس مطالعات به نظر می‌رسد سویا توانایی جذب کلسیم را به روشی مشابه با استروژن در بدن ایفا می‌کند، اما به دلیل تفاوت بین انواع استخوان (قشری یا ترابکولار) مکانیسم عمل استخوان می‌تواند در هر بخش استخوانی متفاوت باشد. یکی دیگر از دلایل اولویت مصرف پروتئین سویا نسبت به دیگر پروتئین‌ها در حفظ کلسیم، به تاثیر آن بر کاهش دفع کلسیم از طریق ادرار نسبت داده می‌شود [۴۰]. همانطور که پیش‌تر عنوان شد بسیاری از تحقیقات ایزوفلاوین‌های موجود در سویا را، عامل موثر در کنترل استئوپروز مطرح می‌کنند. حلقه‌های فنلی موجود در ساختار ایزوفلاون‌ها به عنوان عناصر ساختاری حیاتی برای اتصال به گیرنده‌های استروژنی (ERs) عمل می‌کنند. براساس تحقیقات مصرف سویا می تواند منجر به تنظیم مستقیم بیان ژن گیرنده‌های استروژن در سلول‌های استئوبلاست و بازسازی استخوان شود [۴۱]. در کنار مکانیسم‌های مطرح شده، مصرف سویا منجر به افزایش آلکالین فسفاتاز سرم در کنار رونویسی MRNA فاکتورIGF-1 (نشانگرهای تشکیل بافت استخوان) در فرایند استخوان سازی نقش تقویت کننده دارد [۴۲].

از این رو با توجه مکانیسم های مطرح شده به نظر می‌رسد استفاده از مکمل شیرسویا در کنار اثرات غیرقابل انکار

تمرین مقاومتی می‌تواند با اثر هم افزایی یکدیگر به حفظ و استحکام ساختار استخوانی کمک کند و از احتمال ابتلا به پوکی استخوان جلوگیری کند.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان، از کلیه شرکت کنندگان شهرستان بهبهان که بعنوان آزمودنی در این تحقیق نهایت همکاری را طی دوره داشتند تشکر می کنند.

ملاحظات مالی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم مشهدی دانشجو رشته تغذیه ورزشی با کد اخلاق IR.IAU.BEHBAHAN.REC.1402.007 است و نویسنده هیچ گونه کمک مالی از موسسات خصوصی و دولتی دریافت نکرده است.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ گونه تعارض منافعی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

Original Artical

The effect of a course of resistance training and consumption of soy milk enriched with calcium on serum calcitonin and parathormone in active women

Abstract

Background and purpose: Bone deterioration or osteoporosis (osteo-porosis) is a set of several pathogenic mechanisms that gradually lead to the loss of bone microarchitecture and increase bone fractures. The aim of this study is to investigate the effect of a period of resistance training and consumption of soy milk on calcitonin serum level and parathormone serum level in active women.
Materials and methods: In this semi-experimental study, 40 active women of Behbahan city with an approximate age of 35-45 years were randomly divided into 4 groups of 10 people: control, calcium-enriched soy milk supplement, exercise, exercise + calcium-enriched soy milk. The training program was implemented for 8 weeks and 3 sessions per week. Parathormone and calcitonin indices were measured 48 hours before and after the research.
Results: The results of statistical analysis showed that calcitonin hormone level ($p \leq 0.002$) and parathormone level ($p \leq 0.001$) in the training group were associated with a significant increase and decrease, respectively. Also, a period of resistance training and calcium-enriched soy milk supplement had a significant increasing effect on calcitonin ($p \leq 0.011$) and a significant decrease on parathormone ($p \leq 0.001$) in serum level.
Conclusion: It seems that the combination of resistance training and calcium-enriched soy milk supplement prevents osteoporosis by increasing the calcitonin serum level and modulating the parathormone hormone.

Keywords: Resistance training, soy milk, calcitonin, parathormone

منابع

۱. Oreffo, R.O., S. Bord, and J.T. Triffitt, *Skeletal progenitor cells and ageing human populations.* Clinical Science, 1998. **94**(5): p. 549-555.

۲. Alswat, K.A., *Gender disparities in osteoporosis.* Journal of clinical medicine research, 2017. **9**(5): p. 382.

۳. Pouresmaeili, F., et al., *A comprehensive overview on osteoporosis and its risk factors.* Therapeutics and clinical risk management, 2018: p. 2029-2049.

۴. Nawrat-Szołtysik, A., et al., *Osteoporosis in Polish older women: Risk factors and osteoporotic fractures: A cross–sectional study.* International journal of environmental research and public health, 2020. **17**(10): p. 3725.

۵. Askari, A., et al., *Comparing the biological markers of bone metabolism in female athletes engaged in weight bearing sports, and nonathletes.* IJHPA, 2013. **4**(2): p. 31-36.

۶. EFTEKHARI, H. and H. AQABABA, *THE EFFECT OF ORAL CYCLOSPORINE ON PLASMA LEVELS OF PARATHORMONE AND CALCITONIN IN ADULT MALE RAT.* 2012.

۷. Tartibian, B., et al., *Long-term aerobic exercise and omega-3 supplementation modulate osteoporosis through inflammatory mechanisms in post-menopausal women: a randomized, repeated measures study.* Nutrition & metabolism, 2011. **8**: p. 1-13.

۸. Khorsandi, M., M. Shamsi, and F. Jahani, *The survey of practice about prevention of osteoporosis based on health belief model in pregnant women in Arak city.* Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences, 2013. **12**(1): p. 35-46.

۹. Nordström, A., T. Tervo, and M. Högström, *The effect of physical activity on bone accrual, osteoporosis and fracture prevention.* The open bone journal, 2011. **3**(1).

۱۰. Turner, C.H. and A.G. Robling, *Designing exercise regimens to increase bone strength.* Exercise and sport sciences reviews, 2003. **31**(1): p. 45-50.

۱۱. Yuan, Y., et al., *The roles of exercise in bone remodeling and in prevention and treatment of osteoporosis.* Progress in Biophysics and Molecular Biology, 2016. **122**(2): p. 122-130.

۱۲. Hong, A.R. and S.W. Kim, *Effects of resistance exercise on bone health.* Endocrinology and Metabolism, 2018. :(۴)۳۳p. 435-444.

۱۳. دهقان, ,.al etتاثیر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی، ویبریشـــن کل بدن و ترکیبی بر غلظت سرمی ویتامین *D*، تراکم مواد معدنی استخوان و شاخص‌های عملکردی در مردان سالمند با پوکی استخوان: یک آزمایش کنترل شده تصادفی. پژوهش در طب ورزشی و فناوری, ۲۰۲۳. ۲۱(۲۵): .p .147-167

۱۴. Barzanjeh, S.P., F. Nouie, and S. Mirzaei, *Effect of 12 months of strength training in water on bone mineral density of the lumbar spine and femoral neck in postmenopausal women with osteoporosis.* Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, 2017. **21**(6).

۱۵. بر مارکرهای جذب استخوان در دختران.*D*کارگاه, ه.پ., تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین

۱۶. Notomi, T., et al., *Effects of tower climbing exercise on bone mass, strength, and turnover in orchidectomized growing rats.* Journal of Applied Physiology, 2002. **93**(3): p. 1152-1158.

۱۷. اصـــغر, ت. and ح.ا. مهرداد, تاثير يك دوره دوازده هفته اي تمرينات منتخب هوازي و مقاومتي در آب بر تراكم استخواني مهره هاي كمر و استخوان ران زنان چاق و يائسه.

۱۸. Cassidy ,A., et al., *Critical review of health effects of soyabean phyto-oestrogens in post-menopausal women.* Proceedings of the Nutrition Society, 2006. **65**(1): p. 76-92.

۱۹. Weaver, C.M. and J.M. Cheong, *Soy isoflavones and bone health: the relationship is still unclear.* The Journal of nutrition, 2005. **135**(5): p. 1243-1247.

۲۰. Ma, D., et al., *Soy isoflavone intake inhibits bone resorption and stimulates bone formation in menopausal women: meta-analysis of randomized controlled trials.* European journal of clinical nutrition, 2008. **62**(2): p. 155-161.

۲۱. Gallo, D., et al., *Characterization of the pharmacologic profile of a standardized soy extract in the ovariectomized rat model of menopause: effects on bone, uterus, and lipid profile.* Menopause, 2005. **12**(5): p.۵۸۹-۶۰۰

.۲۲ Huang, Y., et al., *Decreased circulating levels of tumor necrosis factor-α in postmenopausal women during consumption of soy-containing isoflavones.* The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2005. **90**(7): p. 3956-3962.

.۲۳ Matthews, V.L., et al., *Soy milk and dairy consumption is independently associated with ultrasound attenuation of the heel bone among postmenopausal women: the Adventist Health Study–2.* Nutrition research, 2011. **31**(10): p. 766-775.

.۲۴ Florencio-Silva, R., et al., *Effects of soy isoflavones and mechanical vibration on rat bone tissue.* Climacteric, 2013. **16**(6): p. 709-717.

.۲۵ Chilibeck, P.D., et al., *Effect of exercise training combined with isoflavone supplementation on bone and lipids in postmenopausal women: a randomized clinical trial.* Journal of Bone and Mineral Research, 2013. **28**(4): p. 780-793.

.p. 51-82سالمند. فیزیولوژی ورزشی, ۲۰۲۳. ۱۴(۵۶):

.۲۷ Singulani, M.P., et al., *Effects of strength training on osteogenic differentiation and bone strength in aging female Wistar rats.* Scientific reports, 2017. **7**(1): p. 42878.

.۲۸ زهره, ه., ت. فرزانه, and ر. نادر, تاثیر تمرین مقاومتی در آب بر تراکم استخوانی زنان سالمند. ۲۰۱۶.

.۲۹ طالبی, ب., et al.,مقایسه تاثیر تمرینات سنتی و تمرینات با حمایت وزن (*BWST)*بر تراکم استخوان افراد پاراپلژی. مطالعات طب ورزشی, ۲۰۱۵. ۶(۱۶): p. 79-94.

.۳۰ عباس, ص., اثر تمرين هاي مقاومتي بر تراكم استخواني و سطوح سرمي ميوستاتين در مردان جوان.

.۳۱ Senthil, K.P., A. Prabha, and K. Anup, *Exercise Therapy in Prevention and Treatment of Postmenopausal Osteoporosis: An Update.* Indian Journal of Preventative Medicine, 2016. **4**(1): p. 47.

.۳۲ اعلاء, ., et alورزش و پوکی استخوان در زنان یائسه. مجله ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران، دو ماهنامه پژوهشی- مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز و متابولیسم, ۲۰۱۰. ۱۱(۲): p. 209-217.

.۳۳ Mr, E.R. and A.H. Parnow, *The Effect of strength training on calcitonin gene-related peptide content in slow and fast muscles of wistar rats.* Horizon of Medical Sciences, 2010. **16**(3): p. 25-32.

.۳۴ Gardinier, J.D., et al., *PTH signaling mediates perilacunar remodeling during exercise.* Matrix Biology, 2016. **52**: p. 162-175.

.۳۵ Datta, N.S. and A.B. Abou-Samra, *PTH and PTHrP signaling in osteoblasts.* Cellular signalling, 2009. **21**(8): p. 1245-1254.

.۳۶ Kramer, I., et al., *Osteocyte Wnt/β-catenin signaling is required for normal bone homeostasis.* Molecular and cellular biology, 2010. **30**(12): p. 3071-3085.

.۳۷ Fujimura, R., et al., *Effect of resistance exercise training on bone formation and resorption in young male subjects assessed by biomarkers of bone metabolism.* Journal of Bone and Mineral Research, 1997. **12**(4): p. 656-662.

.۳۸ روزبیانی, ., et alتأثیر یک دوره تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل ویتامین *D* بر مارکرهای جذب استخوان در دختران. ارمغان دانش, ۲۰۲۲. ۲۷(۴): p. 442-454.

.۳۹ Jeon, B.-J., J. Ahn, and H.-S. Kwak, *Effect of isoflavone-enriched milk on bone mass in ovariectomized rats.* Journal of medicinal food, 2009. **12**(6): p. 1260-1267.

.۴۰ Messina, M. and V. Messina, *Soyfoods, soybean isoflavones, and bone health: a brief overview.* Journal of renal nutrition, 2000. **10**(2): p. 63-68.

.۴۱ Tang, X., et al., *Isoflavones suppress cyclic adenosine 3', 5'-monophosphate regulatory element-mediated transcription in osteoblastic cell line.* The Journal of Nutritional Biochemistry, 2011. **22**(9): p. 865-873.

.۴۲ Mihalache, G., et al., *Phytoestrogens role in bone functional structure protection in the ovariectomized rat.* Revista Medico-chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, 2002. **106**(1): p. 89-92.