

## اثر برنامه پیاده‌روی بر چگالی استخوانی دختران لاغر

سیده نسیم حبیب‌زاده<sup>۱\*</sup>، دکتر فرهاد رحمانی‌نیا<sup>۲</sup>، دکتر حسن دانشمندی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش

۲- استاد دانشگاه گیلان

۳- دانشیار دانشگاه گیلان

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۶/۳

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱۱/۲۹

## چکیده

**هدف تحقیق:** هدف از این پژوهش بررسی اثر برنامه پیاده‌روی بر چگالی استخوان دختران لاغر در پیشگیری از کاهش چگالی استخوانی و پوکی استخوان بود. **روش تحقیق:** ۲۰ نفر از دختران لاغر غیرورزشکار ۱۹-۲۵ سال به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و سپس به طور تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره شاهد و تجربی تقسیم شدند (گروه شاهد: شاخص توده بدن  $17.51 \pm 1.21 \text{ kg/m}^2$ ، گروه تجربی: شاخص توده بدن  $17.73 \pm 1.05 \text{ kg/m}^2$ ). در ابتدا چگالی استخوانی (BMD) آزمودنی‌ها در دو ناحیه ران و ستون فقرات ( $L_2-L_4$ ) به روش جذب دوگانه اشعه ایکس (DEXA) و همچنین پارامترهای خونی در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. سپس گروه تجربی برنامه پیاده‌روی را که شامل ۳۰ دقیقه پیاده‌روی مداوم با شدت ۵۰-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب، ۳ جلسه در هفته و به مدت ۲ ماه بود، انجام دادند. تمام اندازه‌گیری‌ها بعد از ۲ ماه تکرار شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از t-استودنت در گروه‌های ناهمبسته در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سطح ( $P \leq 0.05$ ) استفاده شد. **نتایج:** یافته‌های پژوهش نشان داد که برنامه پیاده‌روی بر چگالی استخوانی ران و ستون فقرات ( $L_2-L_4$ ) و غلظت کلسیم و فسفر سرم دختران لاغر گروه تجربی اثر معنی‌داری نداشت، اما سطح استروژن سرم در گروه تجربی نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود ( $P=0.004$ ). همچنین کل وزن بدنی دختران لاغر نیز نسبت به مقدار پایه تغییر نکرد، اما توده عضلانی در گروه تجربی افزایش و توده چربی و درصد توده چربی به طور معنی‌داری کاهش یافتند ( $P=0.005$ ). **بحث و نتیجه‌گیری:** این پژوهش نتیجه گرفت که برنامه پیاده‌روی در کوتاه‌مدت بر چگالی استخوان دختران لاغر اثر نداشت و این بدان معنی است که آن‌ها همچنان در معرض خطر ابتلا به پوکی استخوان قرار دارند، در نتیجه به نظر می‌رسد به تحقیقات بیشتری برای پیشگیری از این بیماری در دختران لاغر نیاز است. **واژه‌های کلیدی:** دختران لاغر، چگالی استخوانی، پوکی استخوان، کاهش چگالی استخوانی، برنامه پیاده‌روی.

## The effect of walking program on bone mass density in thin girls

## Abstract

**Purpose:** This study aims to investigate the effect of walking program on bone mass density in order to prevent bone loss and osteoporosis in thin girls.

**Methods:** Twenty untrained thin girls (19-25 year) took part in this study and were divided randomly into two experimental ( $n=10$ ; BMI,  $17.73 \pm 1.05 \text{ kg/m}^2$ ) and control group ( $n=10$ ; BMI,  $17.51 \pm 1.21 \text{ kg/m}^2$ ). Initially, bone mass density in both hip and spinal ( $L_2-L_4$ ) areas were determined by using dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) and bloods parameter were measured by routine laboratory test. Then the experimental group started to perform an exercise program that involved 30 minutes walking at an intensity corresponding to 50%-75% of heart rate, 3 sessions per week for 2 months. After 2 months all measurements were repeated. Data were analyzed by student t- test (pre-post) at the level of  $P < 0.05$ . **Results:** The results showed that walking program had no effect on bone mass density in thin girls, and had no effect on serum calcium and phosphorus, but the level of serum estrogen in the experimental group was more than the control group ( $P=0.004$ ). Although, there was no significant change in total body weight in the experimental groups, lean mass were significantly increased and the percent of body fat as well as fat mass were significantly decreased in them ( $P=0.0005$ ). **Conclusions:** Therefore, it could be concluded that short term walking program does not effect on bone mass density in thin girls and it means that they are still at risk of osteoporosis and it seems more studies in preventing of this illness in thin girls are needed.

**Key words:** thin girls, bone mass density, osteoporosis, bone loss, walking program.

\* آدرس نویسنده مسئول: سیده نسیم حبیب‌زاده

رشت، خیابان تختی، کوچه سهند، پلاک ۲۴.

## مقدمه

استخوانی بیشتر و ترکیب بدنی بهتری نسبت به افراد کم تحرک می‌باشند (۶). فعالیت بدنی از لحاظ فیزیولوژیکی، خون‌رسانی و تغذیه مفاصل و استخوان را بهتر می‌کند. با افزایش جریان خون، اکسیژن و مواد غذایی بیشتری به سلول‌های استخوانی می‌رسند و هنگامی که حرکات ورزشی باعث فشار مناسب به استخوان‌ها می‌شوند، استخوان‌ها با بزرگتر و قوی‌تر شدن و جذب بیشتر کلسیم و فسفر به این فشار بهتر پاسخ می‌دهند (۷ و ۸). کلسیم یکی از مواد معدنی اصلی در ساخت و حفظ استخوان‌های سالم است که در فرایند استخوان‌سازی حدود ۸۰٪ فسفر با کلسیم ترکیب شده (فسفات کلسیم)، قدرت و استحکام استخوان را به ارمغان می‌آورد که این پدیده موجب می‌شود تا استخوان‌ها وزن بدن را تحمل کنند (۹). علاوه بر این، ترشح هورمون‌های استخوان‌ساز مانند استروژن با ورزش افزایش پیدا می‌کند. این هورمون موجب تولید کلاژن و در نتیجه افزایش استحکام استخوان‌ها می‌شود (۱۰). در واقع تحرک کافی می‌تواند تا حد زیادی از شکنندگی، ضعف و سستی استخوان‌های افراد لاغر پیشگیری کند.

مطالعات پژوهشی زیادی نشان داده است که پیاده‌روی از نظر جسمانی و فیزیولوژیک در این زمینه کار ساز است، زیرا با افزایش توده عضلات موجب تنظیم وزن بدن و ساخت استخوان‌های سالم می‌شود و قوی‌تر شدن عضلات به استحکام و حفظ استخوان‌ها کمک می‌کند (۱۱). بر این مبنا پژوهشگرانی مانند مایکل فیلد در سال ۲۰۰۳ و فسکانیچ در سال ۲۰۰۲ و کاپلند و همکاران در سال ۱۹۹۹ گزارش کرده‌اند که حتی پیاده‌روی در اوقات فراغت موجب افزایش چگالی استخوانی زنان یائسه شده است (۱۲) و ۱۳ و ۱۴). مطالعه پونتیلا هم در سال ۲۰۰۱ نشان داد که زنان جوان و یائسه فعال کمتر در معرض کاهش چگالی استخوانی قرار دارند و رایج‌ترین الگوی ورزش‌های این زنان را پیاده‌روی ذکر کرده است (۱۵). همچنین تورسن و همکاران نیز در سال ۱۹۹۶ نشان دادند که یک جلسه پیاده‌روی تند با شدت  $vo_2max$  ۵۰٪ به مدت ۹۰ دقیقه در فضای باز

امروزه پوکی استخوان<sup>۱</sup> به علت عدم تحرک بدنی کافی و تغذیه نامناسب یک تهدید بزرگ بهداشتی در جهان محسوب شده و مرگ و میر سالانه از آن بیشتر از بیماری‌های سرطانی است. از این رو سازمان جهانی بهداشت<sup>۲</sup> (WHO) در سال ۱۹۹۸ اعلام کرده است که در سال‌های آینده با یک معضل سلامتی عمومی بزرگ مواجه خواهیم شد. پوکی استخوان علائم بالینی نداشته و در صورت عدم پیشگیری با عوارض جانبی که همان شکستگی‌های استخوانی است، بروز می‌کند (۱). زنان معمولاً از ۲۰ سالگی به بعد تحت تاثیر پوکی استخوان قرار می‌گیرند، اما می‌توان با روش‌های بسیار ساده خطر بروز پوکی استخوان را در آنها کاهش داد. به اعتقاد متخصصان پزشکی، بهترین زمان پیشگیری از بروز استئوپروز دوران جوانی است. زیرا در این دوران است که حداکثر توده استخوانی بدست می‌آید و هر قدر تراکم توده استخوانی در این دوران بیشتر باشد خطر ابتلا به پوکی استخوان در سنین بالاتر کمتر خواهد بود (۲). بنابراین، پیشگیری از پوکی استخوان یک نبرد پیوسته بر علیه چند عامل خطرزای تغییرپذیر است. برخی از عوامل خطرزای پوکی استخوان عدم تحرک بدنی کافی، تغذیه نامناسب (عدم مصرف کلسیم و ویتامین D کافی)، کم‌وزنی، کشیدن سیگار، نوشیدن الکل و مصرف زیاد قهوه می‌باشند (۳). از سوی دیگر، زنان لاغر به دلیل داشتن عضلات ضعیف و عدم استروژن کافی به دلیل کمبود بافت چربی در بدن شدیداً با خطر تحلیل و پوکی استخوان مواجه هستند. وزن کم زنان لاغر نسبت به زنان چاق و یا نسبت به زنانی که وزن مناسب دارند، آنها را بیشتر در معرض ابتلا به پوکی استخوان قرار می‌دهد. برای کاهش این عامل خطرزا برخورداری از وزن مطلوب با توجه به عامل قد بسیار حائز اهمیت است. بنابراین، زنان لاغر باید همیشه وزن بدنشان را یا ثابت نگه داشته و یا افزایش دهند (۴ و ۵). تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که چگالی استخوانی به نوع ترکیب بدن و مقدار فعالیت‌های روزانه بستگی دارد و همیشه شواهد علمی و تجربی به کرات نشان داده‌اند که افرادی که دارای فعالیت بدنی معقول و مناسب هستند دارای چگالی

1. Osteoporosis

2. World Health Organization

نداشتند. همچنین، سابقه بیماری‌هایی مانند دیابت، تیروئید، بیماری‌های قلبی - تنفسی نداشتند، دچار بی‌نظمی قاعدگی (آمنوره) نبودند، باردار نبودند و قرص ضدبارداری هم مصرف نمی‌کردند.

### ابزار پژوهش

#### اندازه‌گیری‌های متغیرهای آنترپومتریکی

ابتدا آزمودنی‌ها به آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه آمدند و فرم رضایت‌نامه به آن‌ها داده شد و پس از تکمیل جمع‌آوری شد. برای اندازه‌گیری قد از یک دیوار مندرج بر حسب سانتی‌متر و برای اندازه‌گیری وزن از یک ترازوی عقربه‌ای استاندارد مدل ANKVue ساخت کشور کره جنوبی بر حسب کیلوگرم استفاده شد. برای محاسبه شاخص توده بدن (BMI) از مقیاس کیلوگرم بر متر مربع ( $\text{kg/m}^2$ ) بهره گرفته شد. اجزای ترکیب بدن (توده عضلانی، توده چربی و درصد توده چربی) آزمودنی‌ها از روش ایمپدانس بیوالکتریک<sup>۱</sup> (BIA) با بهره‌گیری از دستگاه سنجش ترکیب بدن، ساخت کشور کره جنوبی، (BIA-106, RJL Systems) ارزیابی شد.

#### اندازه‌گیری چگالی استخوانی

چگالی استخوانی (BMD)<sup>۲</sup> تمامی آزمودنی‌ها در دو ناحیه ران و ستون فقرات ( $L_2-L_4$ ) به روش جذب دوگانه اشعه ایکس (DEXA)<sup>۳</sup> توسط دستگاه دانسیتومتری لانار<sup>۴</sup> (Lunar XR-26, WI, USA) در آزمایشگاه سنجش تراکم استخوان تحت نظارت پزشک متخصص توسط یک تکنسین واحد اندازه‌گیری شد. در این روش، منبع انرژی "اشعه ایکس" است که از استخوان‌ها و بافت‌های نرم عبور داده می‌شود و به وسیله کامپیوتر مقدار متفاوت بین اشعه ورودی و خروجی بر حسب گرم بر سانتی‌متر مربع محاسبه می‌شود. این روش از میان روش‌های گوناگون به وجود آمده برای سنجش تراکم استخوانی و سایر جنبه‌های ساختمانی توده استخوانی چه از جنبه تکنیکی و چه از جنبه ارزش‌های بیولوژیک بیش از همه مورد توجه است که به آن اسکن

موجب افزایش کلژن استخوان در متابولیسم استخوانی زنان یائسه شده است (۱۶). اما شاه‌ابراهیم در سال ۱۹۹۷ اعلام کرده که تمرینات پیاده‌روی اثر مثبتی بر چگالی استخوانی زنان یائسه نداشته و از کاهش چگالی استخوانی در آن‌ها پیشگیری نمی‌کند (۱۷). با مرور این پژوهش‌ها می‌توان دریافت که برنامه‌های پیاده‌روی آثار متفاوتی بر چگالی استخوانی و نشانگرهای استخوانی زنان داشته است، اما نکته حائز اهمیت این است که تحقیقات اندکی اثر برنامه‌های ورزشی و پیاده‌روی را منحصراً بر چگالی استخوانی دختران جوان بویژه با گونه‌پیکری دختران لاغر مورد پژوهش قرار داده‌اند و در اکثر پژوهش‌ها پیشگیری و درمان استئوپروز در زنان یائسه بررسی و ارزیابی شده است و عمده توصیه‌های پزشکی فقط برای این قشر از زنان ارائه شده است، اما امروزه پوکی استخوان را نمی‌توان تنها مشکل زنان یائسه دانست و به علل گوناگون بسیاری از زنان جوان بویژه دختران لاغر به این بیماری مبتلا می‌باشند و لازم است پیشگیری از این بیماری و درمان آن در سراسر زندگی با هدف رسیدن به بیشترین تراکم استخوانی در سنین جوانی و کاهش خطر پوکی استخوان در سنین بعدی باشد. بنابراین، در این پژوهش به این پرسش پاسخ داده می‌شود که آیا ۲ ماه برنامه ویژه پیاده‌روی می‌تواند در پیشگیری از کاهش چگالی استخوانی دختران لاغر موثر باشد.

### روش تحقیق

#### جامعه و نمونه آماری

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بوده که به صورت میدانی انجام شده است. جامعه آماری دختران لاغر غیر ورزشکار می‌باشند. بدین منظور ۲۰ نفر از دختران لاغر با  $BMI < 20$  توسط فراخوان و به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند، سپس به طور تصادفی به دو گروه مساوی ۱۰ نفره تجربی و شاهد تقسیم شدند. هنگام انتخاب آزمودنی‌ها، آگاهی‌های لازم در مورد پژوهش و مراحل اجرایی آن در قالب یک برگه راهنما به آن‌ها ارائه و از آن‌ها مصاحبه به عمل آمد. آزمودنی‌ها دارو و الکل مصرف نمی‌کردند، سیگاری نبودند و سابقه خانوادگی پوکی استخوان و شکستگی‌های استخوانی ناشی از آن و یا التهاب مفصلی

1. Bioelectric Impedance Analysis
2. Bone Mass Density (BMD)
3. Dual Energy x-ray Absorptiometry
4. Lunar

سن و ضربان قلب استراحت و تمرین محاسبه شد. در این روش، شدت تمرین را طوری محاسبه می‌کنند که درصد معینی از ضربان قلب تمرین برابر با ضربان قلب در درصد مشابهی از حداکثر اکسیژن مصرفی باشد (۱۹). سپس، گروه تجربی برنامه پیاده‌روی را که شامل ۳۰ دقیقه پیاده‌روی مداوم با شدت ۷۵-۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب، ۳ جلسه در هفته و به مدت ۲ ماه بود، در سالن ورزشی انجام دادند. آزمودنی‌ها ۵ دقیقه تمرین کششی قبل و بعد از تمرین پیاده‌روی به ترتیب به منظور گرم کردن و سرد کردن انجام می‌دادند. در هر جلسه از تمرین شدت تمرین به وسیله ضربان سنج قلب پولار (ساخت کشور فنلاند) کنترل می‌شد. آزمودنی‌ها هر دو هفته طی ۲ ماه برای کنترل تغییرات وزنی به وسیله یک ترازوی آهنی استاندارد وزن می‌شدند. پس از ۲ ماه مجدداً تمام اندازه‌گیری‌ها تکرار شد. گروه شاهد هیچ‌گونه فعالیت بدنی انجام ندادند و فقط در دو مرحله اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی و آزمون‌های آزمایشگاهی شرکت داشتند.

### تحلیل آماری

در این پژوهش برای توصیف آماری داده‌ها از میانگین و انحراف استاندارد و برای آزمون طبیعی بودن توزیع ابتدا از آزمون کلموگروف-اسمیرنف استفاده شد و چون توزیع داده‌ها طبیعی بود از آمار استنباطی، روش  $t$  - استودنت ناوابسته برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در پیش و پس‌آزمون بهره گرفته شد. نتایج پژوهش در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $p \leq 0/05$ ) مورد بررسی قرار گرفت. از نرم افزار SPSS ۱۳ جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و از نرم افزار Excel نیز برای رسم نمودار استفاده شد.

### نتایج

تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق نشان داد که آزمودنی‌های دو گروه شاهد و تجربی تفاوت چندانی در ویژگی‌های آنتروپومتریکی و متغیرهای خونی نداشتند (جدول ۱). آزمودنی‌های گروه تجربی در طول مدت تمرین دچار بی‌نظمی قاعدگی نشدند. نتایج پژوهش نشان داد که برنامه

استخوان گفته می‌شود. با این روش توده استخوانی در استخوان ران، ستون فقرات، مچ دست یا تمام اسکلت بدن سنجیده می‌شود (۱۸).

### اندازه‌گیری پارامترهای خونی

تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی خون به منظور تعیین مقدار فسفر، کلسیم و استروژن سرم در آزمایشگاه پاتوبیولوژی انجام شد. تمامی آزمایش‌های خونی در ساعت ۸ صبح و در حالت ناشتا و با توجه به سیکل قاعدگی آزمودنی‌ها در روز پنجم و در مرحله فولیکولی انجام شد. در آزمایشگاه مقدار ۱۰ میلی لیتر خون از ورید آرنج چپ هر آزمودنی توسط تکنسین آزمایشگاه گرفته شد و سپس سرم در دستگاه سانتریفیوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه از لخته جدا و تا موقع تجزیه و تحلیل در دمای ۲۰- درجه فریز شد. استروژن سرم به روش رادیوایمنواسی (Amersham Biosciences, Piscataway, NJ, USA) بر حسب پیکو گرم در میلی‌لیتر، کلسیم سرم به روش Cresolphthalein complex در طول موج ۵۵۰ نانومتر بر حسب میلی‌گرم در دسی لیتر و فسفر سرم به روش U-V (یو - وی) در طول موج ۳۴۰ نانومتر بر حسب گرم در دسی لیتر اندازه‌گیری شدند.

### برنامه پیاده‌روی

برای اجرای پروتکل تمرینی از آزمودنی‌ها خواسته شد که میزان کالری‌های دریافتی آن‌ها متناسب با فعالیت روزانه آن‌ها باشد. برای تدوین برنامه غذایی ابتدا مقدار کالری مصرفی زمان استراحت<sup>۱</sup> (RMR) هرفرد از طریق وزن بر حسب کیلوکالری از طریق فرمول ذیل  $499 + (\text{وزن بدن} \times 14/7)$  برای زنان ۳۰-۱۸ سال محاسبه شد و بعد عدد بدست آمده ضربدر نمره مربوط به نوع فعالیت بدنی (که برای پیاده‌روی حدود ۱/۲ بود) شد و بدین ترتیب RMR برای فعالیت بدنی مورد نظر یعنی پیاده‌روی برای هر شخص بدست آمد (۱۸). در مرحله بعد با توجه به مقدار عدد محاسبه شده برای هر فرد، یک برنامه غذایی با ۶ وعده غذایی که شامل سه وعده غذای اصلی و سه وعده میان وعده بود برای گروه تجربی که تقریباً حدود ۱۴۰۰ کالری تدوین شد. شدت تمرین بر حسب ضربان قلب مطابق روش کارونن بر حسب

لاغر نیز نسبت به مقدار پایه تغییر نکرد، اما توده عضلانی در گروه تجربی افزایش وتوده چربی و درصد توده چربی به طور معنی‌داری کاهش یافتند ( $p=0/000$ ) ولی در گروه شاهد تغییری رخ نداد. تغییرات کلسیم و فسفر سرم هم معنی‌دار نبود، اما سطح استروژن سرم در گروه تجربی نسبت به گروه شاهد بیشتر بود ( $p<0/05$ ) (جدول ۲).

پیاده‌روی بر چگالی استخوانی ران و ستون فقرات ( $L_2-L_4$ ) دختران لاغر گروه تجربی اثر معنی‌داری نداشت. این در حالی بود که چگالی استخوانی هر دو ناحیه این آزمودنی‌ها پس از برنامه ورزش پیاده‌روی نسبت به مقدار پایه بیشتر بود اما معنی‌دار نبود ( $p>0/05$ ). همچنین، کل وزن دختران

جدول ۱. ویژگی‌های توصیفی گروه‌ها ( $M \pm SD$ )

متغیر	گروه	لاغر تجربی ( $n = 10$ )	لاغر شاهد ( $n = 10$ )
سن (سال)		$21/10 \pm 1/73$	$21/90 \pm 1/29$
قد (سانتی‌متر)		$159/90 \pm 7/16$	$162/70 \pm 6/65$
وزن (کیلوگرم)		$45/88 \pm 5/33$	$46/49 \pm 5/70$
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)		$17/73 \pm 1/21$	$17/51 \pm 1/05$

جدول ۲. مقادیر متغیرها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون ( $M \pm SD$ )

متغیر	گروه مرحله آزمون‌گیری		لاغر تجربی ( $n = 10$ )		لاغر شاهد ( $n = 10$ )		سطح معنی‌داری
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	
چگالی استخوان ران (گرم/سانتی‌متر مربع)	$0/819 \pm 0/059$	$0/862 \pm 0/063$	$0/834 \pm 0/115$	$0/831 \pm 0/106$	$0/437$		
چگالی استخوان ستون فقرات (گرم/سانتی‌متر مربع)	$1/051 \pm 0/147$	$1/128 \pm 0/216$	$1/057 \pm 0/120$	$1/060 \pm 0/134$	$0/413$		
استروژن سرم (پیکوگرم/میلی‌لیتر)	$25/55 \pm 8/39$	$60/16 \pm 18/76$	$33/04 \pm 14/28$	$38/00 \pm 10/57$	$0/004^*$		
توده چربی بدن (کیلوگرم)	$9/86 \pm 1/85$	$9/21 \pm 2/14$	$10/38 \pm 1/92$	$10/51 \pm 1/90$	$0/000^*$		
توده چربی (%)	$21/82 \pm 3/13$	$20/13 \pm 3/60$	$22/35 \pm 2/86$	$22/43 \pm 3/20$	$0/000^*$		
توده بدون چربی بدن (کیلوگرم)	$33/54 \pm 3/72$	$34/53 \pm 3/97$	$33/93 \pm 4/31$	$33/67 \pm 4/57$	$0/000^*$		
کلسیم (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	$9/78 \pm 0/42$	$9/25 \pm 0/503$	$9/76 \pm 0/30$	$9/28 \pm 0/315$	$0/239$		
فسفر (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	$4/21 \pm 0/39$	$3/55 \pm 0/36$	$3/96 \pm 0/53$	$3/80 \pm 0/38$	$0/222$		

\* ( $p<0/05$ )

## بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برنامه پیاده روی با شدت ۷۵-۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب اثر معنی داری بر چگالی استخوانی و فسفر و کلسیم سرم دختران لاغر نداشته است، اما استروژن سرم در گروه تجربی افزایش قابل توجهی داشت. همچنین، کل وزن دختران لاغر نیز نسبت به مقدار پایه تغییر نکرد، اما توده عضلانی در گروه تجربی افزایش و توده چربی و درصد توده چربی به طور معنی داری کاهش یافتند. این نتایج تقریباً با یافته‌های پژوهش گیوسی و همکاران (۲۰۰۶) هم خوانی دارد. برنامه تمرینی در تحقیق گیوسی، ۳۰ دقیقه پیاده روی تند در فضای باز ۳ جلسه در هفته و به مدت ۲ ماه بود که اثری بر چگالی استخوانی ران و ستون فقرات ( $L_2-L_4$ ) و ترکیب بدن زنان یائسه نداشت (۲۰). همچنین، یافته‌های تحقیق کورپلانین و همکاران (۲۰۰۶) نیز با نتایج پژوهش حاضر مشابه است. در این پژوهش، ۳۵ دقیقه تمرین پیاده روی ۳ جلسه در هفته و به مدت ۳ ماه در زنان میانسال لاغر موجب تغییر معنی داری در چگالی استخوانی ران و ستون فقرات نشد و سطوح کلسیم و استروژن سرم این افراد هم تغییری نسبت به مقدار پایه نداشت، اما توده عضلانی در آن‌ها افزایش یافت. محققان این پژوهش افزایش توده عضلانی را عامل حفظ چگالی استخوانی این افراد می‌دانند (۲۱). در بررسی دیگری، بروک والول و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که با وجود تعیین شدت و زمان کافی، تمرین پیاده روی موثر واقع نشد. برنامه تمرینی این تحقیق ۱۲۰ دقیقه پیاده روی در هر هفته با شدت  $70\% \text{Vo}_2\text{max}$ ، ۳ جلسه در هفته و به مدت ۲ ماه که به صورت خودکنترلی انجام می‌شد، تاثیری بر چگالی استخوان ران و ستون فقرات ( $L_2-L_4$ ) زنان یائسه نداشت. در این پژوهش احتمالاً به علت این که اجرای تمرین به صورت خودکنترلی انجام می‌شده است تاثیری بر پارامترهای مذکور نداشته است (۲۲). اما همیشه تمرینات پیاده روی بی‌اثر نبوده‌اند و بورر و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که ۳۰ دقیقه پیاده روی با شدت  $88\% \text{Vo}_2\text{max}$ ، ۴ روز در هفته و به مدت ۳ ماه موجب افزایش معنی داری در چگالی استخوان ران و ستون فقرات زنان یائسه شده است (۲۳). علاوه بر این، پژوهش واینوپا و همکاران (۲۰۰۵) حاکی از این بود که ۳۰ دقیقه تمرین پیاده روی، ۳ جلسه

در هفته و به مدت ۴ ماه موجب افزایش چگالی استخوانی ران ( $L_1/L_1$ )، ستون فقرات ( $L_2/L_2$ ) و استروژن سرم ( $3/7\%$ ) در زنان ۳۰-۴۵ سال گروه تمرین نسبت به هم‌تایان بی‌تحرك آن‌ها شد (۲۴). تناقض این پژوهش‌ها در مقایسه با تحقیق حاضر احتمالاً این است که تمرین پیاده روی با شدت بیشتر و زمان طولانی‌تر موجب افزایش چگالی استخوانی و دیگر متغیرها در این افراد شده است. اما پژوهش کواناف وکان (۱۹۸۸) در زنان یائسه لاغر نشان داد که ۱۵ تا ۴۰ دقیقه پیاده روی با شدت ۸۵-۶۰ درصد ضربان قلب ۳ جلسه در هفته و به مدت ۶ ماه موجب کاهش چگالی استخوان ستون فقرات و ران و فسفر و کلسیم سرم گروه تمرین شد. این کاهش چگالی استخوانی و سرم‌های مذکور می‌تواند به علت شدت بیش از اندازه تمرین برای این گروه از افراد باشد و این نشان‌دهنده این مطلب است که برای اثرگذاری تمرین پیاده روی بر متغیرهای متابولیسم استخوان به سطح بهینه‌ای نیاز است (۲۵). از نتایج تحقیقات مختلف می‌توان دریافت که برای موثر واقع شدن تمرینات بر چگالی استخوانی باید به عوامل متعددی از جمله شدت، مدت، سرعت، مسافت، سن و... توجه داشت. اما نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برنامه پیاده روی در کوتاه‌مدت بر چگالی استخوانی دختران لاغر اثری نداشت و این بدان معنی است که آن‌ها همچنان در معرض کاهش چگالی استخوانی و خطر ابتلا به پوکی استخوان قرار دارند و در نتیجه به نظر می‌رسد به تحقیقات بیشتری برای پیشگیری از این بیماری در دختران لاغر نیاز است.

## منابع

12. Micklesfield L, Rosenberg L, Cooper D, Hoffman M, Kalla A, Stander I, Lambert E. (2003). Bone mineral density and lifetime physical activity in South African women. *Calcif Tissue*. 73(4):463-469.
13. Feskanich D, Willett W, Colditz G. (2002). Walking and leisure-time activity and risk of hip fracture in postmenopausal women. *JAMA*. 288(18):2300-2306.
14. Coupland CA, Cliff SJ, Bassey EJ, Grainig MJ, Hosking DJ and Chilvers ED. (1999). Habitual physical activity and bone mineral density in postmenopausal women in England. *International Journal of Epidemiology*. 28(20):241-246.
15. Puntilla E, Kroger H, Lakka T, Tuppurainen M, Jurvelin J, Honkanen R. (2001). Leisure-time physical activity and rate of bone loss among peri and postmenopausal women: a longitudinal study. 29(5):442-446.
16. Thorsen K, Kritoffersson A, Lorentzon R. (1996). The effect of brisk walking on markers of bone and calcium metabolism in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int*. 58(8):221-225.
17. Ebrahim Shah, Thompson PW, Baskran W, Evans K. (1997). Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age and Ageing*. 26 (7):253-260.
18. Fogelman I, Blake GM. (2000). Different approaches to bone densitometry. *Journal Nucl Med*. 41(9):2015-25.
۱۹. معینی ضیاء، رحمانی نیا فرهاد، رجبی حمید، آقا علی نژاد حمید، سلامی فاطمه، (مترجمین) (۱۳۸۱). فیزیولوژی ورزشی و فعالیت بدنی (جلد دوم)، انتشارات مبتکران.
20. Gusi N, Raimundo A, Leal A. (2006). Walking exercise reduces the risk of bone loss: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 7(92):1-8.
1. Sambrook P, Cooper C. (2006). Osteoporosis. *Lancet*. 367(9):2010-18.
۲. خلوت علی. بیماری‌های شایع روماتیسمی، فیزیوپاتولوژی. (۱۳۸۴). انتشارات جهاد دانشگاهی. صفحه ۲۶۳-۲۵۶.
3. Krahe C, Friedman R, Gross JL. (1997). Risk fracture for decreased bone density in premenopausal women. *Brazilian J of Medical and Biological Research*. 30(1):1061-1066.
4. Coin A, Sergi G, Beninca P, Lupoli L, Cinti G. (2000). Bone mineral density and body composition in underweight and normal elderly subjects. *Osteoporos Int*. 11(2):1043-50.
5. Korpelaian R, Korpelaian J, Heikkinen J, Vaananen K, Kiuaanniemi S. (2003). Lifestyle factor are associated with osteoporosis in lean women but not in normal and overweight women. *Osteoporos Int*. 14(4):34-43.
6. Lis S, Wagner R, Holm K, Lehotsky J, Zinaman M.Y. (2004). Relationship between soft tissue body composition and bone mass priemenopausal women. *Maturituas*. 42(2):99-105
7. Mosisio KC, Hurwitz DE, Sumner DR. (2004). Dynamic loads are determinates of peak bone masc. *Orthopedic Rresearch*. 22 (3):339-345.
8. Wolff IJ, Kemper H, Osteen P, Twisk J. (1999). The effect of exercise training program on bone mass: a meta-analysis of published controlled trails in pre-and postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 9 (3):1-12.
9. Teegarden D, Lyle RM, McCabe GP, McCabe LD. (1998). Dietary calcium, protein and phosphorus are related to bone mineral density and content in young women. *American Journal Clinical Nutrition*. 68(3):749-54.
10. Compston JE. (2001). Sex stories and bone. *Bone*. 81(1):419-447.
11. Abdy S.E. (1998). A strategy to Prevent Osteoporosis. *Prac Nurse* 16:614-619.

21. Korpelaninen R, Keinanen S, Heikkinen J, Vaananen K, Korpelainen J. (2006). Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women: a population-based randomized controlled intervention. *Osteoporosis International*. 17(1):109-118.
22. Brooke Wavell K, Jones PM, Hardman AE, Tsuritani I, Yamada Y. (2001). Commencing, continuing and stopping brisk walking: effects on bone mineral density, quantitative ultrasound of bone and markers of bone metabolism in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 12(1):581-587.
23. Borer KT, Fogleman K, Gross M, Jacquelyn M, Neku L, Dengel D. (2007). Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual. *Bone*. 41(3):713-721.
24. Vainionpaa A, Korpelainen R, Leppaluoto J. (2005). Effects high-impact exercise on bone mineral density: randomized controlled trial in premenopausal women. *Osteoporos Int*. 16(5):191-197.
25. Cavanaugh DJ and Can CE. (1988). Brisk walking did not stop bone loss in postmenopausal women. *Bone*. 9(8):201-204.