

Investigating the relationship between age and femur bone density in active women

Received:

2023-01-20

Accepted:

2024-04-08

Online ISSN

3060-7078

Bakhtyar Tartibian

Professor of Exercise
Physiology, Department of
Exercise Physiology, Faculty of
Physical Education and Sport
Sciences, Allameh Tabatabaie
University, Tehran, Iran.,

Rasoul Eslami

Associate Professor of Exercise
Physiology, Department of
Exercise Physiology, Faculty of
Physical Education and Sport
Sciences, Allameh Tabatabaie
University, Tehran, Iran.

Bahman Ebrahimi-Torkmani

University Farhangian

Leila Fasihi

Ph.D. student of Exercise
Physiology, Department of
Physical Education and Sport
Sciences, Faculty of Humanities,
Tarbiat Modares University,
Tehran, Iran.

Correspondence:*Leila Fasihi**

Emailfasihi73@gmail.com

[orcid./0000-0002-9557-9152](https://orcid.org/0000-0002-9557-9152)

ABSTRACT

Purpose: Osteoporosis is a chronic disorder and there are multiple factors that lead to osteoporosis. As age increases, various aspects of human lifestyle such as physical activity, and daily life have positive effects up on bone health especially preventing osteoporosis. The aim of this study was to investigate the correlation between age and femoral bone mineral density in active women.

Materials and Methods: 120 active women with an age range of 35 to 85 years with medical records and clinical trials were selected at Milad Hospital in Tehran. Pearson correlation coefficient was used to find the correlation between age and femoral bone mineral density. SPSS software version 26 was used for data analysis.

Results: We found that the correlation coefficients between age and femur bone mineral density of active women was significantly decreased with age (35–50, 51–65, 66–85) ($P \leq 0.05$).

Conclusion: This study provides the impetus for developing useful strategies to prevent hip fractures in older women. These data provide the scientific rationale to develop and implement femoral bone loss prevention strategies in this important target group.

Keywords: “bone mineral density, age, active, women”.

Extended abstract

Background: Osteoporosis is a common bone and mineral disorder in the elderly, especially in females. Low bone mineral density (BMD) is a major risk factor for osteoporosis and osteoporotic fracture. Osteoporosis is a major public health concern that predisposes older women to disabled and costly fractures. However, longitudinal studies that have examined bone mass at either the spine or forearm have suggested that bone loss may cease in the elderly. Because bone mass at the lumbar spine may reflect calcifications from osteoarthritis, sclerosis, aortic calcification, or osteophytes, these longitudinal studies could be misleading. Furthermore, studies that have determined cross-sectional and longitudinal bone loss in the same cohort have found site-specific discrepancies in the rate of change. Bone mineral density (BMD) of the hip was measured by dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). This projected area could be significantly affected by rotations of the hip during follow-up measurements because the geometry of the femoral neck and trochanteric region is irregular. Therefore, annual changes in BMC of the hip were computed, as well as changes in BMD. The cost of osteoporosis fractures is expected to exceed each year in the USA. Regular exercise has been associated with improvements in systemic health. A correlation between reduced physical activity and periodontitis prevalence has also been reported. However, studies investigating the bone effects of physical activity in adults are few and have demonstrated small effects on BMD with few studies on bone microarchitecture. Further, many current studies have enrolled athletes and healthy subjects or have investigated the effect of an intervention at one particular loading site. The substantial bone loss is usually around age 65 years in men and 50 years in women. Here, we report our study of the effects of age on BMD in women. Therefore, the aim of this study was to investigate correlation between age and femoral bone mineral density in active women.

Methodology: Participants underwent DXA used to measure BMD. All participants (120 women) were healthy and active adults living in Tehran and had a file containing laboratory information as suspected osteoporosis in the computer archives of Milad hospital. In this study, active women were people who had regular physical activity three times a week for at least one year. Prior to participating in the experiment, enrolled participants were informed of the objectives and procedures of the study, and they provided written consent to participate. Inclusion criteria included: age between 35 and 85 years, having medical records and DXA test in the hospital and available by phone or Internet. Participants were divided into three groups based on their age. Group A included adults aged 35–50 years, Group B included participants aged 51–65 years, and Group C included older women participants aged 66–85 years. Kolmogorov-Smirnov test and Pearson correlation coefficient were used to normalize the measured data and to find the correlation between femur bone mineral density and age (35–50, 51–65, 66–85).

Results: Results showed that the correlation coefficients between age and femur bone mineral density of active women were significant in all 3 groups ($P \leq 0.05$). The correlation coefficient for femur bone mineral density was significantly associated with age in group A who aged 35–50 years old ($r=0.69$, $p=0.025$), group B who aged 51–65 years old ($r=0.74$, $p=0.019$), and group C who aged 66–85 years old ($r=0.70$, $p=0.024$).

Our study reveals that BMD decreases rapidly with age. This study has several important clinical ramifications. Because women over age 65 are the fastest growing segment of the population, it is expected that the number of hip fractures will increase exponentially in the next half-century. In this study, the mean BM in female participants was inversely correlated with age. Because low bone mineral density is a major risk factor for hip fractures and most therapies are designed to prevent bone loss, these data provide the scientific and medical community with a strong rationale for developing and utilizing therapeutic interventions to halt femoral bone loss in this older group. The results of several studies were consistent with the results of this study. Yami Yang et al. (2021) reported that

there is a negative and significant relationship between bone mineral density and body age in postmenopausal women, so that lower mineral density values were reported in subjects who were older (25). Our study has several limitations. These results are cross-sectional and suggest that cross-sectional studies of BMD and aging may underestimate or overestimate the amount of bone loss observed in longitudinal studies. Although we selected women from the entire population, our sample may not be representative of all women. We excluded women who were too sick or weak to come to the hospital for a visit. These same women are more likely to have less bone mass than those who are able to attend the hospital. Therefore, our results may not reflect the true rate of bone loss.

Conclusion: This study provides the impetus to continue developing alternative strategies to prevent hip fractures in older women. Because therapeutic alternatives that halt femoral bone loss may have a relatively limited impact for elderly women who have already lost a significant amount of bone, strategies that increase bone formation and strength or decrease the impact force from a may provide additional options for hip fracture prevention in this age group.

بررسی ارتباط بین سن و تراکم استخوان فمور در زنان فعال

چکیده	تاریخ ارسال:
<p>هدف: پوکی استخوان یک اختلال مزمن است و عوامل متعددی منجر به پوکی استخوان می‌شود. با افزایش سن، جنبه‌های مختلف سبک زندگی انسان مانند فعالیت بدنی و زندگی روزانه تأثیرات مثبتی بر سلامت استخوان به ویژه جلوگیری از پوکی استخوان در بین افراد دارد. هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین سن و تراکم استخوان فمور در زنان فعال بود.</p>	<p>۱۴۰۲/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰ شاپا الکترونیکی ۳۰۶۰-۷۰۷۸</p>
<p>روش تحقیق: ۱۲۰ زن فعال در محدوده سنی ۳۵ تا ۸۵ سال با مدارک و پرونده پزشکی در بیمارستان میلاد تهران انتخاب شدند. برای یافتن رابطه بین سن و تراکم استخوان فمور از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد.</p>	<p>بختیار ترتیبیان ۱- استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه عالمه طباطبایی، تهران، ایران.</p>
<p>یافته‌ها: ما دریافتیم که ضرایب همبستگی بین سن و تراکم استخوان فمور زنان فعال (۳۵-۵۰، ۶۵-۵۱، ۸۵-۶۶) به طور معنی داری با افزایش سن کاهش می‌یابد ($P \leq 0/05$).</p>	<p>رسول اسلامی ۲- دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه عالمه طباطبایی، تهران، ایران.</p>
<p>نتیجه‌گیری: این مطالعه انگیزه‌ای برای توسعه راهکارهای مفید برای پیشگیری از شکستگی ران در زنان مسن است. این داده‌ها منطق علمی را برای توسعه و اجرای راهکارهای پیشگیری از تحلیل استخوان ران در گروه‌های هدف فراهم می‌کند.</p>	<p>بهمن ابراهیمی ترکمانی ۳- دانشگاه فرهنگیان</p>
<p>واژگان کلیدی: تراکم استخوان، سن، فعال، زنان</p>	<p>لیلا فصیحی ۴. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.</p>
	<p>* نویسنده مسئول: لیلا فصیحی ایمیل: fasihi73@gmail.com orcid./0000-0002-9557-9152</p>

مقدمه:

پوکی استخوان یک اختلال شایع در تراکم مواد معدنی استخوانی در افراد مسن به ویژه در زنان است. تراکم استخوان پایین (BMD) یک عامل خطر اصلی برای پوکی استخوان و شکستگی های ناشی از پوکی استخوان است (۱). پوکی استخوان یک نگرانی عمده برای سلامت عمومی است که زنان مسن را مستعد شکستگی های ناتوان کننده و پرهزینه می کند (۱). تخمین زده می شود که تقریباً نیمی از زنان یائسه در یک سوم زندگی پس از یائسگی شکستگی های مرتبط با پوکی استخوان را تجربه می کنند، و تخمین زده شده که ۱۵ درصد زنان مسن دچار شکستگی لگن و ۲۵ درصد نیز دچار ناهنجاری های مهره ای می شوند (۲). شکستگی های ناشی از پوکی استخوان بر کیفیت زندگی تأثیر منفی می گذارد و هم عوارض و هم مرگ و میر را افزایش می دهد (۳). استحکام استخوان در درجه اول منعکس کننده ادغام تراکم استخوان و کیفیت استخوان است (۴). اگرچه بیش از ۹۰ درصد از شکستگی های لگن در زنان بالای ۷۰ سال رخ می دهد، در حال حاضر اطلاعات کمی برای تعیین اینکه آیا از دست دادن استخوان فمور در افراد مسن ادامه دارد یا خیر در دسترس است (۵). مطالعات نشان داده اند که زنان بالای ۶۵ سال تقریباً ۰/۷ تا ۰/۸ درصد از توده استخوانی گردن فمور را از دست می دهند (۶، ۷). با این حال، مطالعات طولی که تراکم استخوانی را در ستون فقرات یا ساعد بررسی کرده اند، نشان داده اند که از دست دادن استخوان ممکن است در افراد مسن متوقف شود (۸). به خاطر اینکه تراکم استخوانی در ستون فقرات کمتری ممکن است منعکس کننده کلسیفیکاسیون ناشی از استئوآرتریت، اسکروز، کلسیفیکاسیون استئوفیت ها باشد، این مطالعات طولی می تواند همراه کننده باشد (۹). علاوه بر این، مطالعاتی که کاهش تراکم استخوان را در مقطع طولی و عرضی استخوان، در یک گروه مشخص کرده اند، نشان داده اند که میزان تراکم در قسمت های مختلف استخوان می تواند متفاوت باشد (۱۰). می توان گفت که میزان کاهش تراکم استخوان در زنان به طور فزاینده ای با افزایش سن مرتبط است، زیرا تراکم مواد معدنی استخوان با خطر شکستگی لگن مرتبط است (۱۱). اگر در نتایج بعضی مطالعات زنان مسن تراکم استخوان فمور کاهش نداشته و یا احتمال شکستگی در استخوان ران کاهش داشته است، ممکن است به علت استراتژی های درمانی برای جلوگیری از شکستگی های لگن مانند کاهش نیروی ضربه ناشی از سقوط، جلوگیری از افتادن، یا طراحی عواملی برای افزایش استخوان سازی توجه شده باشد (۱۲). پیش بینی می شود که شیوع پوکی استخوان یا توده استخوانی کم از حدود ۵۳ میلیون به بیش از ۷۰ میلیون تا سال ۲۰۳۰ افزایش یابد، بعلاوه انتظار می رود هزینه شکستگی های ناشی از پوکی استخوان هر سال در ایالات متحده آمریکا بیشتر شود (۱۳). ورزش منظم با بهبود سلامت سیستمیک مرتبط است. ارتباط بین کاهش فعالیت بدنی و شیوع پرئودنتیت نیز گزارش شده است (۱۴). ورزش منظم اثرات متفاوتی بر تراکم استخوان در زنان با توجه به سن دارد (۱۵). با این حال، مطالعاتی که به بررسی اثرات استخوانی فعالیت بدنی در بزرگسالان پرداخته اند، کمتر بوده و مطالعات اندکی بر روی تراکم ساختاری استخوان (BMD) انجام گرفته است (۱۶، ۱۷). علاوه بر این، بسیاری از مطالعات قبلی تأثیر یک مداخله در یک مکان بارگذاری خاص را در ورزشکاران و یا افراد سالم را بررسی کرده اند (۱۸، ۱۹). بنابراین، هدف از این مطالعه، ارتباط بین سن و تراکم استخوان ران در زنان فعال بود.

روش تحقیق:

اطلاعات بالینی مورد استفاده در این مطالعه را ۳۲۰ بیمار مراجعه کننده به بیمارستان میلاد در دامنه سنی ۳۵ تا ۶۵ سال طی سال های ۱۳۹۸-۱۳۹۹ تشکیل دادند. از این تعداد، بعد از تکمیل پرسشنامه حاوی اطلاعات شخصی، پوکی استخوان و فعالیت بدنی تعداد ۱۲۰ زن فعال انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از فرمول برآورد حجم نمونه بر اساس جی پاور با در نظر گرفتن خطای نوع اول ۰/۰۵ (ضریب اطمینان ۹۵٪) و توان آزمون ۸۰٪ برآورد شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل: جنسیت زن، سن بین ۳۵ تا ۶۵ سال، دارای سوابق پزشکی و آزمایشات بالینی در بیمارستان و در دسترس از طریق تلفن یا اینترنت بودند. معیارهای

خروج شامل: تحت درمان پوکی استخوان، سابقه مصرف داروهای هورمونی و داشتن بیماری مزمن بود. پس از پر کردن فرم رضایت نامه توسط آزمودنی‌ها، از اطلاعات مربوط به آزمایش خون و آزمایش سنجش تراکم مواد معدنی استخوان آن‌ها استفاده گردید. در مطالعه فوق ویژگی‌های آنتروپومتریک (سن، وزن، قد، شاخص توده بدنی) و نتایج آزمایش دگرای آزمودنی‌ها مورد استفاده قرار گرفت. شرکت کنندگان بر اساس سن به سه گروه تقسیم شدند. گروه A شامل زنان ۳۵ تا ۵۰ سال، گروه B شامل ۵۱ تا ۶۵ سال، و گروه C شامل شرکت کنندگان زن مسن ۶۶ تا ۸۵ سال بود. از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف برای نرمال سازی داده های اندازه گیری شده، و از ضریب همبستگی پیرسون برای یافتن رابطه بین تراکم استخوان ران و سن استفاده شد. این پژوهش مورد تایید کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه علامه طباطبایی قرار گرفت. از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

نتایج:

مشخصات فیزیکی شرکت کنندگان در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۲. اطلاعات بالینی و آزمایشگاهی آزمودنی‌ها

متغیرها (میانگین و انحراف استاندارد)	تعداد			
	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)
تراکم مواد معدنی گردن استخوان ران (گرم/سانتی متر مربع)	۳۵-۵۰ (تعداد=۴۰)	۱۶۲ ± ۴/۲	۶۱/۴ ± ۵/۳۲	۲۴/۶۷ ± ۳/۴۲
	۵۱-۶۵ (تعداد=۴۰)	۱۵۷ ± ۳/۵	۵۹/۷۳ ± ۷/۵	۲۳/۳۸ ± ۴/۷۵
	۶۶-۸۵ (تعداد=۴۰)	۱۵۳ ± ۵/۶	۵۸/۶۱ ± ۵/۱۱	۲۵/۴۶ ± ۴/۶۸
	کل (تعداد=۱۲۰)	۱۵۶ ± ۵/۸	۵۹/۴۷ ± ۸/۱۲	۲۴/۵۶ ± ۳/۴۵

جدول ۲ ضرایب همبستگی بین سن و تراکم استخوان استخوان ران زنان فعال را نشان می‌دهد ($P \leq 0.05$). طبق جدول، در زنان فعال، تراکم استخوان استخوان ران به طور قابل توجهی با سن مرتبط بود (۳۵-۵۰، ۵۱-۶۵، ۶۶-۸۵).

جدول ۲: ضریب همبستگی بین سن و تراکم مواد معدنی ران (BMD) زنان فعال

تراکم مواد معدنی استخوان (BMD)		سن (سال)
(گرم/سانتی متر مربع)		
ضریب همبستگی	سطح معنی داری	
(r)	(P-value)	
۰/۶۹	۰/۰۲۵*	۳۵-۵۰ (تعداد=۴۰)
۰/۷۴	۰/۰۱۹*	۵۱-۶۵ (تعداد=۴۰)
۰/۶۶	۰/۰۲۹*	۶۶-۸۵ (تعداد=۴۰)
۰/۷۰	۰/۰۲۴*	کل (تعداد=۱۲۰)

تفاوت معنی داری در سطح $p \leq 0.05$

بحث:

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت که در زنان فعال بین سن و تراکم مواد معدنی استخوان ران ارتباط معنی داری وجود دارد. مطالعه ما نشان می‌دهد که تراکم مواد معدنی استخوان با افزایش سن به سرعت کاهش می‌یابد. در افراد مسن، عملکرد استئوبلاست با کاهش متعاقب تشکیل استخوان کاهش می‌یابد. فرآیندهای درگیر در این مکانیسم مورد مطالعه قرار گرفته است. تغییرات مرتبط با سن در فراخوانی، تمایز و عملکرد سلول‌های استئوبلاست مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. عملکرد استخوان‌ها برای حمایت مکانیکی از بدن و محافظت از اندام‌های درونی است و به عنوان مخزن مواد معدنی مختلف عمل می‌کنند. استخوان‌ها به طور مداوم در طول دوره رشد تکامل می‌یابند، تا سن ۳۰ تا ۴۰ سالگی که رشد ساختاری استخوان کامل می‌شود (۲۰). بنابراین، BMD در طول رشد به افزایش خود ادامه می‌دهد، که منجر به حداکثر توده استخوانی و استحکام در پایان رشد ساختاری می‌شود (۲۱). شایع‌ترین بیماری متابولیک استخوان، پوکی استخوان، یا کاهش تراکم استخوان است و به ویژه بعد از یائسگی، از دست دادن تراکم استخوان به طور قابل ملاحظه‌ای سریع می‌شود (۲۲). از آنجایی که زنان بالای ۶۵ سال سریع‌ترین بخش کاهش تراکم استخوانی، در جمعیت مسن را تشکیل می‌دهند، انتظار می‌رود که تعداد شکستگی‌های لگن به طور تصاعدی در قرن بعدی افزایش یابد (۲۳). در این مطالعه، میانگین BMD در شرکت‌کنندگان زن با سن همبستگی معکوس داشت. از آنجایی که تراکم معدنی استخوان پایین یک عامل خطر اصلی برای شکستگی‌های لگن و ران است و اکثر درمان‌ها برای جلوگیری از تحلیل استخوان طراحی شده‌اند، این داده‌ها منطبق قوی برای توسعه و استفاده از مداخلات درمانی برای متوقف کردن از دست دادن استخوان فمور در این گروه مسن در اختیار جامعه علمی و پزشکی قرار می‌دهد (۲۴).

نتایج چند مطالعه با نتایج این مطالعه همسو بود. یامی یانگ و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که بین تراکم مواد معدنی استخوان و سن بدن ارتباط منفی و معنی داری در زنان یائسه وجود دارد، به طوری که مقادیر تراکم مواد معدنی کمتری در آزمودنی‌هایی که سن بیشتری داشته‌اند، گزارش شده است (۲۵).

همچنین یاروسلاو فوگی و همکاران (۲۰۲۰) در پایان مطالعه خود با عنوان بررسی رابطه بین سن شروع یائسگی و تراکم مواد معدنی استخوان، همبستگی قوی را بین کاهش تراکم مواد معدنی و سن بدن به ویژه در ناحیه گردن ران را گزارش کردند (۲۶). در اکثر تحقیقات تأثیر مثبت فعالیت بدنی و فشار مکانیکی وارده ناشی از آن بر افزایش تراکم استخوانی به اثبات رسیده است (۲۷). (۲۸). براساس مطالعات انجام گرفته، ورزش محتوای مواد معدنی استخوان را افزایش می‌دهد. این افزایش بر اثر دو عامل ایجاد می‌شود: اندازه بزرگتر استخوان و تراکم بیشتر مواد معدنی آن (۲۹).

گینتی و همکاران (۲۰۰۵) در اکثر نواحی اسکلتی بدن، رابطه مثبت معناداری را بین تراکم، محتوای مواد معدنی و سطح استخوان‌ها گزارش کردند، یافته‌های پژوهش آن‌ها نشان داد شرکت در فعالیت‌های پرشدت ورزشی، موجب افزایش محتوای مواد معدنی و اندازه سطحی استخوانها، به خصوص در لگن، می‌شود (۳۰). همچنین یک نظریه متداول، استخوان را به عنوان یک کریستال پیزوالکتریک مورد توجه قرار می‌دهد که در آن فشار مکانیکی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. تغییرات الکتریکی به وجود آمده در زمانی که استخوان تحت فشار مکانیکی قرار می‌گیرد، فعالیت سلول‌های سازنده استخوان را تحریک می‌کند که نتیجه‌اش تشکیل کلسیم است (۳۱). بنابراین افرادی که زندگی فعالی را دنبال می‌کنند، نسبت به افراد غیرفعال همسن و سال خود به نحو چشمگیری جرم استخوانی بیشتری دارند و این سودمندی تا دهه هفتم و حتی نهم زندگی حفظ می‌شود. در واقع کم شدن ورزش‌های مناسب توأم با زندگی غیرفعال به موازات کاهش جرم استخوانی مرتبط با سن است (۳۱). مطالعه ما چندین محدودیت دارد. این نتایج مقطعی هستند و نشان داده‌اند که مطالعات مقطعی در رابطه با تراکم استخوانی و افزایش سن ممکن است میزان از دست دادن استخوان را که در مطالعات طولی مشاهده می‌شود، خیلی کم یا بیش از حد تخمین بزنند. اگرچه ما زنان را از کلیه

جمعیت انتخاب کردیم، اما ممکن است نمونه ما نماینده از همه زنان نباشد. ما زنانی را که خیلی بیمار یا ضعیف بودند و نمی‌توانستند برای ویزیت به بیمارستان بیایند، حذف کردیم. همین زنان به احتمال زیاد توده استخوانی کمتری نسبت به کسانی که قادر به حضور در بیمارستان هستند، دارند. بنابراین، نتایج ما ممکن است نرخ واقعی کاهش تراکم استخوانی را نشان ندهد. نتیجه می‌گیریم که رابطه معکوس بین سن و توده استخوانی که با تکنیک‌های جذب سنجی در زنان اندازه‌گیری می‌شود، تا دهه نهم زندگی ادامه دارد.

ملاحظات اخلاقی:

رعایت دستورالعمل‌های اخلاقی

۱. کلیه اصول اخلاقی در این مقاله لحاظ شده است.
۲. اصول اخلاقی رعایت شده در مقاله مانند رضایت آگاهانه شرکت‌کنندگان، محرمانه بودن اطلاعات، اجازه شرکت‌کنندگان برای انصراف از شرکت در پژوهش. تاییدیه اخلاقی از کمیته اخلاق پژوهش مرکز تحقیقات دانشگاه علامه طباطبایی اخذ شد. (کد اخلاقی: IR.ATU.REC.1399.038)

منابع مالی:

این مطالعه از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه علامه طباطبایی استخراج شده است.

سه‌م نویسنده‌گان:

نویسنده‌گان به طور مساوی در تهیه این مقاله مشارکت داشتند.

تضاد منافع:

نویسنده‌گان هیچ بحثی بر سر منافع خود را ابراز نکردند.

منابع:

- Lorentzon M, Johansson H, Harvey N, Liu E, Vandenput L, McCloskey E, et al. Osteoporosis and fractures in women: the burden of disease. *Climacteric*. 2022;25(1):4-10.
- Jiang X-Y, Wang Q, Zhang Y, Chen Y, Wu L-F. Association of High Serum Chemerin with Bone Mineral Density Loss and Osteoporotic Fracture in Elderly Chinese Women. *International Journal of Women's Health*. 2022;14:107.
- Lee K, Lim S, Park H, Woo H, Chang Y, Sung E, et al. Subclinical thyroid dysfunction, bone mineral density, and osteoporosis in a middle-aged Korean population. *Osteoporosis International*. 2020;31(3):547-55.
- Tariq S, Tariq S, Lone KP. Interplay of vitamin D, vitamin B12, homocysteine and bone mineral density in postmenopausal females. *Health Care for Women International*. 2018;39(12):1340-9.

- Whitmarsh T, Otake Y, Uemura K, Takao M, Sugano N, Sato Y. A cross-sectional study on the age-related cortical and trabecular bone changes at the femoral head in elderly female hip fracture patients. *Scientific reports*. 2019;9(1). ۱-۸:
- Kline GA, Morin SN, Lix LM, Leslie WD. Apparent “Rapid Loss” After Short-Interval Bone Density Testing in Menopausal Women Is Usually a Measurement Artifact. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2022;107(6):1662-6.
- Jain RK, Vokes T. Physical activity as measured by accelerometer in NHANES 2005–2006 is associated with better bone density and trabecular bone score in older adults. *Archives of Osteoporosis*. 2019;14(1):1-7.
- Tong Q, Wu W, Wu Q, Yu Y, Lv X, Wang B, et al. Sleep onset latency is related with reduced bone mineral density in elderly people with insomnia: a retrospective study. *Clinical Interventions in Aging*. 2018;13:1525.
- Eller-Vainicher C, Palmieri S, Cairoli E, Goggi G, Scillitani A, Arosio M, et al. Protective effect of denosumab on bone in older women with primary hyperparathyroidism. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2018;66(3):518-24.
- Ang S, Xia J, Cheng S, Chua M, Goh L, Dhaliwal S. A pilot screening study for low bone mass in Singaporean women using years since menopause and BMI. *Climacteric*. 2022;25(2):163-9.
- Zhang X. Development of an Image-Based System for Assessment of Bone Density, Geometry, and Micro-Architecture Suitable for Human Studies. The University of Iowa; 2022.
- Woods GN, Ewing SK, Sigurdsson S, Kado DM, Eiriksdottir G, Gudnason V, et al. Greater bone marrow adiposity predicts bone loss in older women. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2020;35(2):326-32.
- Borgström F, Karlsson L, Orsäter G, Norton N, Halbout P, Cooper C, et al. Fragility fractures in Europe: burden, management and opportunities. *Archives of osteoporosis*. 2020;15(1):1-21.
- Ferreira RdO, Correa MG, Magno MB, Almeida APCPSC, Fagundes NCF, Rosing CK, et al. Physical activity reduces the prevalence of periodontal disease: systematic review and meta-analysis. *Frontiers in physiology*. 2019;10:234.
- Sipilä S, Törmäkangas T, Sillanpää E, Aukee P, Kujala UM, Kovanen V, et al. Muscle and bone mass in middle-aged women: role of menopausal status and physical activity. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*. 2020;11(3):698-709.
- Khan AA, Farhad A, Siddiqui PQR, Ansari B. The Effects of osteoanabolic exercises on bone mineral density of osteoporotic females: A randomized controlled trial. *International journal of health sciences*. 2019;13(1).
- Ravi S, Kujala UM, Tammelin TH, Hirvensalo M, Kovanen V, Valtonen M, et al. Adolescent sport participation and age at menarche in relation to midlife body composition, bone mineral density, fitness, and physical activity. *Journal of clinical medicine*. 2020;9(12):3797.
- Bellver M, Del Rio L, Jovell E, Drobnic F, Trilla A. Bone mineral density and bone mineral content among female elite athletes. *Bone*. 2019;127:393-400.

- Benedetti MG, Furlini G, Zati A, Letizia Mauro G. The effectiveness of physical exercise on bone density in osteoporotic patients. *BioMed research international*. 2018;2018.
- Chandra G, Pandey A. Biodegradable bone implants in orthopedic applications: a review. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*. 2020;40(2):596-610.
- Lee JC, Lee CH, Chung DW, Lee HJ, Park JY. Analysis of Age-Based Bone Mineral Density in the Korean Adult Population Using Dual-Energy X-ray Absorptiometry. *Applied Sciences*. 2020;10(23):8469.
- Rino Y, Aoyama T, Atsumi Y, Yamada T, Yukawa N. Metabolic bone disorders after gastrectomy: inevitable or preventable? *Surgery today*. 2022;52(2):182-8.
- Kuehn AL, Lee AH, Main RP, Simons EL. The effects of growth rate and biomechanical loading on bone laminarity within the emu skeleton. *PeerJ*. 2019;7:e7616.
- Chen F-P, Fu T-S, Lin Y-C, Fan C-M. Risk factors and quality of life for the occurrence of hip fracture in postmenopausal women. *Biomedical journal*. 2018;41(3):202-8.
- Yang Y, Wang S, Cong H. Association between parity and bone mineral density in postmenopausal women. *BMC Women's Health*. 2022;22(1):1-8.
- Fugiel J, Ignasiak Z, Skrzek A, Sławińska T. Evaluation of relationships between menopause onset age and bone mineral density and muscle strength in women from South-Western Poland. *BioMed Research International*. 2020;2020.
- Pereira LJ, Macari S, Coimbra CC, dos SF Pereira T, Barrioni BR, Gomez RS, et al. Aerobic and resistance training improve alveolar bone quality and interferes with bone-remodeling during orthodontic tooth movement in mice. *Bone*. 2020;138:115496.
- Tong X, Chen X, Zhang S, Huang M, Shen X, Xu J, et al. The effect of exercise on the prevention of osteoporosis and bone angiogenesis. *BioMed research international*. 2019;2019.
- Hauger AV, Holvik K, Bergland A, Ståhle A, Emaus N, Morseth B, et al. Physical capability, physical activity, and their association with femoral bone mineral density in adults aged 40 years and older: The Tromsø study 2015–2016. *Osteoporosis International*. ۲۰۸۳-۹۴:(۱۰)۳۲;۲۰۲۱
- Ginty F, Rennie K, Mills L, Stear S, Jones S, Prentice A. Positive, site-specific associations between bone mineral status, fitness, and time spent at high-impact activities in 16-to 18-year-old boys. *Bone*. 2005;36(1):101-10.
- Hosseini SE, Kashaf M, Noroziyan M. Comparison of bone mineral density in menopause women athletes in weight-bearing and non-weight-bearing sports. *Journal of Sport Biosciences*. 2015;6(4):467-81.