



Original Article

Association Between Bone Mineral Density and Body Composition in an Iranian Population: A Cross-Sectional Study

Alireza Askari¹, MD; Maryam Abidi², MD; Zahra Ghiasi², MD; Mojtaba Farjam², MD, PhD; Jalaledin Mirzay Razzaz³, MD, PhD; Reza Homayounfar^{4*}, MPH, PhD

¹Department of Orthopedics, Shafa Yahyaiyan Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

²Noncommunicable Diseases Research Center, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran

³Department of Community Nutrition, School of Nutrition Sciences & Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

⁴National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Article Information

Article History:

Received: January 31, 2025

Accepted: April 08, 2025

*Corresponding Author:

Reza Homayounfar, PhD;
National Nutrition and Food
Technology Research Institute,
Shahid Beheshti University of Medical
Sciences, Tehran, Iran
Email: r_homayounfar@yahoo.com

Abstract

Introduction: Osteoporosis has become increasingly prevalent worldwide. Given Iran's unique climatic conditions and the paucity of comprehensive research in this field, this study aimed to investigate the relationship between body composition and bone mass density (BMD) in a random sample of the Iranian population. The findings aimed to inform more effective prevention and treatment strategies to reduce osteoporosis-related complications and associated healthcare costs.

Methods: This cross-sectional study randomly selected 1500 participants, 570 men (38%) and 930 women (62%), aged >15 years from a health clinic in Tehran (Iran) during 2016-2017. Body composition and BMD were measured using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), with participants stratified into six Z-score categories based on their measurements.

Results: The analysis revealed an inverse relationship between fat mass and BMD across all measured anatomical sites. Rank regression analysis identified three significant predictors of lumbar spine Z-scores, including sex ($P=0.001$), menopausal status ($P=0.001$), and trunk fat mass ($P=0.001$).

Conclusion: These findings underscored the clinical importance of considering body composition parameters alongside BMD measurements in osteoporosis prevention and management. The results particularly highlighted the need for targeted interventions addressing modifiable risk factors, especially trunk adiposity, in at-risk populations.

Keywords: Osteoporosis, Body Composition, Adipose Tissue, Body Mass Index, Bone Density

Please cite this article as:

Askari AR, Abidi M, Ghiasi Z, Farjam M, Mirzay Razzaz J, Homayounfar R. Association Between Bone Mineral Density and Body Composition in an Iranian Population: A Cross-Sectional Study. *Sadra Med. Sci. J.* 2025; 13(2): 332-342. doi: 10.30476/smsj.2025.105737.1603.



مجله علوم پزشکی صدرا

<https://smsj.sums.ac.ir/>


مقاله پژوهشی

بررسی ارتباط بین تراکم توده استخوانی و ترکیب بدنی در میان یک جمعیت ایرانی: مطالعه‌ای مقطعی

علیرضا عسکری^۱، مریم عبیدی^۲، زهرا غیائی^۲، مجتبی فرجام^۲، جلال‌الدین میرزای رزاق^۲، رضا همایونفر^۴                  

^۱گروه ارتوپدی، بیمارستان شفا یحیائیان، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
^۲مرکز تحقیقات بیماری‌های غیرواگیر، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران
^۳دانشکده تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
^۴انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹

نویسنده مسئول:

رضا همایونفر،
 انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور، دانشگاه
 علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
 پست الکترونیکی: r_homayounfar@yahoo.com

مقدمه: امروزه پوکی استخوان شیوع بالایی دارد و با توجه به اقلیم خاص ایران و کمبود پژوهش‌های جامع در این زمینه، این مطالعه با هدف بررسی ارتباط ترکیب بدنی و تراکم توده استخوانی (BMD) در یک نمونه تصادفی از جمعیت ایرانی، در راستای بررسی ارتباط بین ترکیب بدنی و تراکم توده استخوانی و ارائه راهکارهایی برای پیشگیری و درمان بهتر در جهت کاهش عوارض و هزینه‌های ناشی از آن، انجام شد.

مواد و روش‌ها: ۱۵۰۰ شرکت‌کننده از مراجعه‌کنندگان یک کلینیک سلامت در تهران، شامل ۵۷۰ مرد (۳۸ درصد) و ۹۳۰ زن (۶۲ درصد)، با سن بالای ۱۵ سال در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به شیوه انتخاب تصادفی انتخاب شدند. ترکیب بدنی و BMD با استفاده از DXA^۲ اندازه‌گیری شد و افراد در شش گروه Z-Score طبقه‌بندی شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزایش توده چربی با کاهش BMD در تمام نواحی اندازه‌گیری‌شده همراه است. تحلیل رگرسیون رتبه‌ای نشان داد که جنسیت ($P=0/001$)، وضعیت یائسگی ($P=0/001$)، توده چربی تنه‌ای ($P=0/001$) از عوامل تأثیرگذار بر Z-Score مهره‌های کمری هستند.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه بر اهمیت توجه به ترکیب بدنی در کنار BMD برای پیشگیری و کنترل پوکی استخوان تأکید دارد و لزوم اصلاح یا اجتناب از عوامل خطر مرتبط را برجسته می‌کند.

کلمات کلیدی: پوکی استخوان، ترکیب بدن، بافت چربی، شاخص توده بدنی، تراکم توده استخوانی

1. Bone mineral density
2. Dual-energy X-ray absorptiometry

لطفاً این مقاله را به این صورت استناد کنید:

عسکری ع، عبیدی م، غیائی ز، فرجام م، میرزای رزاق ج، همایونفر ر. بررسی ارتباط بین تراکم توده استخوانی و ترکیب بدنی در میان یک جمعیت ایرانی: مطالعه‌ای مقطعی. مجله علوم پزشکی صدرا. دوره ۱۳، شماره ۲، بهار ۱۴۰۴، صفحات ۳۳۲-۳۴۲.

استئوپنی^۷ برای افرادی که مستقل از وزن بدن، سن یا فعالیت بدنی، از درصد بیشتری از توده چربی بدن^۸ برخوردارند، بیشتر است. بنابراین توده چربی، مستقیماً و به خودی خود، در مقایسه با اثر مثبت تحمل وزن، اثر منفی بر توده استخوانی دارد (۱۹). آدامی^۹ و همکاران نشان دادند که بین توده استخوانی و درصد توده چربی و ترکیب بدنی رابطه قوی وجود دارد (۲۰). در پژوهشی دیگر رابطه بین ترکیب بدنی (شامل توده چربی و توده بدون چربی) با میزان تراکم توده استخوانی^{۱۰} بررسی شد که طبق نتایج به دست آمده از مطالعه مذکور، ارتباط بین ترکیبات بدنی و BMC ضعیف بود (۱۷). کرپالدی^{۱۱} و همکاران در مقاله‌ای مروری آورده‌اند که تراکم توده استخوان با افزایش بافت چربی بدن، افزایش می‌یابد و چاقی تأثیر محافظتی علیه استئوپروز ایجاد می‌کند (۱۵).

با توجه به اینکه ایران، اقلیمی متفاوت از سایر کشورها و مناطق دارد و نیز به علت اینکه تا کنون پژوهشی جامع درباره رابطه میان استئوپروز و ترکیب بدنی در کشورمان صورت نگرفته و همچنین به دلیل نظرات متناقضی که در این رابطه در بین محققان مختلف وجود دارد، بر آن شدیم تا با بررسی دقیق ارتباط بین استئوپروز و درصد توده چربی و عضلانی بدن در افراد جامعه ایرانی، به‌عنوان یک ریسک فاکتور، و از نتایج آن راهکاری برای پیشگیری یا درمان هرچه بهتر این بیماری پیدا کنیم، تا بتوان با استفاده از این نکته که اثر ترکیب بدنی بر روند این بیماری چگونه است و آگاهی دادن بیشتر به افراد جامعه، از عوارض ناخواسته و بار مالی و روانی وارده به افراد و جامعه بکاهیم. هدف از انجام این مطالعه بررسی ارتباط بین ترکیب بدنی و تراکم توده استخوانی در سه ناحیه اصلی مورد سنجش در دو حالت مختلف با احتساب و بدون احتساب میزان بافت چربی کلی و شکمی با تعدیل برای سن، جنس و BMI و وضعیت یائسگی در یک جمعیت نمونه تصادفی ایرانی است.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری

افراد مراجعه‌کننده به یک کلینیک سلامت در شهر تهران به‌عنوان هدف در نظر گرفته شدند.

استئوپروز^۱ یا بیماری پوکی استخوان که شایع‌ترین بیماری متابولیک مزمن استخوان^۲ است (۱، ۲). به علت پیشرفت تدریجی، در بسیاری از موارد فاقد علامت است و شیوع نسبتاً بالایی در جامعه، به‌ویژه در خانم‌ها در سنین یائسگی دارد (۳-۶). این بیماری عوارض و تأثیرات نامطلوبی را به‌صورت مستقیم و غیر مستقیم، بر جامعه و فرد بیمار می‌گذارد که مهم‌ترین عارضه آن، افزایش ریسک شکستگی است. محققان مدعی هستند که در هر سال حدود ۱/۵ میلیون شکستگی به علت پوکی استخوان، اتفاق می‌افتد (۳). همچنین بنیاد بین‌المللی پوکی استخوان تخمین می‌زند که از هر سه زن بالای ۵۰ سال، یک نفر و از هر پنج مرد، یک نفر در طول زندگی خود دچار شکستگی‌های ناشی از پوکی استخوان خواهد شد (۷).

ریسک فاکتورهای مختلفی نیز برای این بیماری و کاهش توده استخوانی بیان شده است که ژنتیک، سابقه خانوادگی مثبت (۸-۱۱)، افزایش سن (۱۰-۱۴)، جنسیت مؤنث و افزایش بروز پوکی استخوان در خانم‌ها در سنین یائسگی به‌عنوان تأییدکننده نقش هورمون‌ها در این بیماری (۱۲، ۱۳، ۱۵) و نژاد (۲، ۶، ۱۶) به‌عنوان عوامل خطر غیرقابل پیشگیری اعلام می‌شوند. یک عامل مهم، مؤثر و مورد بحث دیگر میان محققان، اثرات ترکیب بدنی بر پوکی استخوان است (۱۷، ۱۸). ترکیب بدنی شامل چربی، پروتئین، مواد معدنی و آب است و ارزیابی دقیق‌تری از سلامت فیزیکی نسبت به وزن یا نمایه توده بدن (BM I)^۳ که نمی‌توانند اجزای مختلف بدن را تفکیک کنند، ارائه می‌دهد. روش جذب‌سنجی دوگانه با اشعه ایکس^۴ (DXA) استاندارد طلایی برای اندازه‌گیری ترکیب بدنی است و به‌طور دقیق چربی بدن، توده بدون چربی و شاخص عضلانی را مشخص می‌کند (۷). مطالعات اخیر نقش ترکیب بدنی بر سیر بیماری استئوپروز را بررسی کرده و گاهی نتایج متفاوت و متناقضی را گزارش نموده‌اند:

هسیانگ^۵ و همکارانش جهت بررسی رابطه بافت چربی با استئوپروز و شکستگی استئوپروتیک^۶ در مطالعه خود نتیجه گرفتند که ریسک استئوپروز و

7. Osteopenia

8. Body fat mass (BFM)

9. Adami

10. Bone Mineral Content (BMC)

11. Crepaldi

1. Osteoporosis

2. Chronic metabolic bone disease

3. Body mass index (BMI)

4. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA)

5. Hsiang

6. Osteoporotic Fracture

بیماران محاسبه شد:

$$\frac{BMC (gr)}{\text{مساحت استخوان} (cm^2)} = BMD \left(\frac{gr}{cm^2} \right)$$

BMD در مناطق لگن و مهره‌ها نیز با روش‌های مشابهی اندازه‌گیری شد. افراد بر اساس Z-Score به دست آمده از نتایج تراکم سنجی استخوان، به شش زیرگروه تقسیم‌بندی شدند (گروه اول: کمتر از ۲-، گروه دوم: از ۲- تا ۱-، گروه سوم: از ۱- تا صفر، گروه چهارم: از صفر تا ۱، گروه پنجم: از ۱ تا ۲ و گروه ششم: بزرگ‌تر از ۲).

روش تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های جمع‌آوری شده در این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ تحلیل شدند. برای توصیف داده‌ها، از میانگین و انحراف معیار (برای متغیرهای کمی) و فراوانی و درصد (برای متغیرهای کیفی) استفاده شد. به‌منظور بررسی ارتباط بین متغیرهای کیفی، از آزمون مجذور کای^{۱۳} و برای ارزیابی ارتباط بین متغیرهای کمی از آزمون تی مستقل^{۱۴} بهره گرفته شد. همچنین، برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^{۱۵} استفاده گردید. در نهایت، برای ارزیابی ارتباط بین تراکم توده استخوانی و ترکیب بدنی، از مدل رگرسیون رتبه‌ای چندمتغیره^{۱۶} استفاده شد که در آن متغیرهای زمینه‌ای و مخدوش‌گر (مانند سن، جنس، و شاخص توده بدنی) به‌عنوان کوواریت^{۱۷} وارد مدل شدند. نسبت شانس^{۱۸} و فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای متغیرهای مورد بررسی گزارش شدند. سطح معناداری در تمام تحلیل‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

ملاحظات اخلاقی

این طرح در دانشگاه علوم پزشکی فسا با کد طرح ۹۶۰۰۱ و کد اخلاق IR.FUMS.REC.1396.203 تصویب شده است.

یافته‌ها

از بین ۱۵۰۰ نفری که در مطالعه شرکت داده شدند، ۵۷۰ نفر مرد (۳۸ درصد) از ۱۷ تا ۷۳ سال و ۹۳۰ نفر زن

حجم نمونه و روش نمونه‌گیری

در ابتدا، لیست کاملی از افرادی که به کلینیک مراجعه کرده‌اند تهیه شد و تعداد ۱۵۰۰ نفر از آن‌ها در محدوده سنی ۱۵ تا ۸۰ سال به‌طور تصادفی از طریق نرم‌افزارهای تولید اعداد تصادفی و طبق شناسه‌های عددی اختصاص داده شده، به‌عنوان نمونه انتخاب شدند.

معیارهای ورود و خروج

معیارهای ورود به پژوهش شامل داشتن سن بالای ۱۵ سال و تکمیل فرم رضایت آگاهانه بعد از ارائه توضیحات کامل در مورد پژوهش، و معیارهای خروج شامل افرادی که پرسشنامه اطلاعات فردی آن‌ها ناقص بود یا در پر کردن پرسشنامه همکاری نداشتند، افراد زیر ۱۵ سال، زنان باردار، بیماران مبتلا به بیماری‌های نقص ایمنی، بیماران با بیماری زمینه‌ای و مادرزادی بودند.

روش اجرای پژوهش

پس از ثبت سن، قد، وزن و محاسبه شاخص توده بدنی کلیه بیماران، اطلاعات افراد مؤنث در مورد وضعیت یائسگی، سن منارک، تعداد دفعات بارداری، شرح حال افراد در مورد بیماری‌های قبلی و سابقه خانوادگی توسط پزشک عمومی تکمیل شد، و اطلاعات کاملی در مورد بیماری‌های زمینه‌ای و داروهای مصرفی از بیماران اخذ گردید. همچنین اطلاعات کاملی در مورد فعالیت‌های بدنی افراد جمع‌آوری شد. در مرحله بعد، افراد مورد مطالعه، به یک مرکز مشخص تراکم سنجی استخوان جهت سنجش تراکم توده استخوانی کل بدن، لگن و مهره‌ها معرفی شدند و تراکم توده چربی و غیر چربی بدن افراد، آنالیز ترکیب بدنی و توده استخوانی از نواحی لگن، مهره‌ها و کل بدن انجام گرفت.

از بیماران خواسته شد تا حداقل از ۱۰ روز قبل از انجام اسکن، هیچ‌گونه آزمون باریم انجام نداده باشند تا از اثرات کاذبی که باریم بر روی نتایج اسکن و سنجش تراکم دارد، پرهیز شده باشد. اسکن طبق روش جذب‌سنجی دوگانه با اشعه ایکس (DXA) انجام شد. این روش، گزارش جامع و معتبری را برای ارزیابی ترکیب بدنی که شامل توده‌های بدنی (چربی، بدون چربی و معدنی استخوان) در کل بدن و اجزا آن به‌طور جداگانه است، ارائه می‌دهد.

طبق فرمول زیر BMC و BMD^{۱۲} کلی، هر دو توسط کامپیوتر و سپس امتیاز Z برای هر یک از

12. Bone mineral density (BMD)

13. Chi-Square

14. Independent Samples t Test

15. Kolmogorov-Smirnov test)

16. Multivariate ordinal regression model

17. Covariate Variables

18. Odds Ratio

(۶۲ درصد) از ۱۵ تا ۸۰ سال بودند که از این تعداد ۵۶۴ نفر (۶۰/۶ درصد) در سنین قبل از یائسگی، ۳۶۶ نفر (۳۹/۴ درصد)، یائسه بودند. میانگین سنی افراد ۴۳ و انحراف معیار ۱۴ سال بود.

نتایج میانگین و انحراف معیار شاخص توده بدنی، چربی تنه‌ای، چربی کل، توده بدون چربی در ناحیه تنه و نیز توده بدون چربی کلی، به تفکیک جنسیت در (جدول ۱) آورده شده است. بیشترین مقدار شاخص توده بدنی، چربی تنه‌ای و چربی کل در بین زنان یائسه و کمترین مقدار چربی تنه‌ای در مردان بود، درحالی‌که در مورد توده بدون چربی در ناحیه تنه و توده غیر چربی کلی، بیشترین میانگین مربوط به مردان و کمترین میانگین مربوط به زنان گزارش شد. شاخص توده بدنی با تراکم استخوانی کل بدن، نواحی لگن و مهره‌ها رابطه معناداری دارد، به صورتی که بیشترین میانگین و انحراف معیار مربوط به کمترین امتیاز Z است و با افزایش شاخص توده بدنی، میزان تراکم استخوانی در هر سه ناحیه اندازه‌گیری شده، کاهش یافته است. در بررسی رابطه سن و تراکم توده استخوان طبق مشاهدات ما افراد با سن بیشتر در مقایسه با افراد جوان‌تر از توده استخوانی کمتری برخوردار هستند. بین مقادیر به دست آمده از چربی تنه‌ای، توده کل چربی بدن، توده بدون چربی تنه و توده بدون چربی کل با امتیاز Z توده استخوانی بدن نیز رابطه معناداری وجود دارد و چنین به دست می‌آید که هر چه توده چربی کل بدن، چربی تنه، توده بدون چربی کل و توده بدون چربی تنه در فردی بیشتر باشد، تراکم توده استخوانی به تفکیک در توده استخوان کل بدن و نواحی مهره‌ها و لگن کمتر است. این قسمت از نتایج مطالعه در (جدول ۲) به‌طور کامل آورده شده است.

تحلیل رگرسیون رتبه‌ای عوامل مؤثر بر تراکم توده استخوانی در نواحی مذکور در (جدول ۳) ارائه شده است. رگرسیون رتبه‌ای، عوامل مؤثر بر تراکم توده استخوانی در ناحیه مهره‌های کمری، لگن و کل استخوان بدن را نشان می‌دهد و همان‌طور که مشاهده می‌شود متغیرهای جنسیت، وضعیت یائسگی، توده چربی تنه‌ای، توده بدون چربی تنه و توده بدون چربی کل بر امتیاز Z در ناحیه مهره‌ها تأثیرگذار هستند. (مقادیر P value به ترتیب عبارت‌اند از: ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۹). به صورتی که فاکتورهای مذکر بودن، پیش‌یائسگی، توده چربی تنه‌ای، توده بدون چربی تنه و توده بدون چربی کل، می‌توانند عامل محافظت‌کننده تراکم توده استخوانی در ناحیه مهره‌های کمری باشند. برعکس این موارد، جنسیت مؤنث، یائسه بودن، کاهش توده چربی تنه‌ای، کاهش توده بدون چربی تنه‌ای و کلی، به‌عنوان فاکتور منفی و یا ریسک فاکتور بر تراکم توده استخوانی در ناحیه مهره‌های کمری نقش دارند.

همچنین متغیرهای جنسیت، وضعیت یائسگی، توده چربی کل و توده بدون چربی کلی بر تراکم توده استخوانی ناحیه لگن تأثیر دارند که مقادیر P value به ترتیب عبارت‌اند از: (۰/۰۰۱، ۰/۰۰۱، ۰/۰۴۹، ۰/۰۰۰) و مرد بودن، وضعیت پیش از یائسگی، توده چربی کل و توده بدون چربی کلی، برعکس جنسیت مؤنث، یائسگی و کاهش توده چربی کل و توده غیر چربی کلی، به‌عنوان فاکتور مثبت و محافظت‌کننده عمل می‌کنند.

طبق تحلیل رگرسیون رتبه‌ای عوامل مؤثر بر تراکم کلی توده استخوانی کل بدن، گزارش می‌کنیم که متغیرهای جنسیت، وضعیت یائسگی، توده چربی تنه‌ای، توده بدون چربی تنه‌ای و توده بدون چربی کلی

جدول ۱. بررسی عوامل دموگرافیک مرتبط با تراکم توده استخوانی و نقش ترکیبات بدنی در جمعیت مرد و زن به تفکیک وضعیت یائسگی

زن (۹۳۰ نفر، ۶۲٪) میانگین (انحراف معیار)		مرد (۵۷۰ نفر، ۳۸٪) میانگین (انحراف معیار)	
پیش از یائسگی (۶۰/۶٪) Mean (SD)	بعد از یائسگی (۳۹/۴٪) Mean (SD)		
۳۳/۸۴ (۹/۷۰)	۵۸/۳۷ (۳/۰۴)	سن (سال)	
۴/۲۵ (۳/۳۸)	۳۲/۵۶ (۳/۰۴)	شاخص توده بدنی Kg/m ²	
۹۳۴۴ (۳۵۲۹)	۱۹۰۶۵ (۱۹۵۸)	چربی تنه‌ای (گرم)	
۲۱۳۴۸ (۷۳۰۸)	۴۰۹۵۵ (۴۹۶۳)	چربی کل (گرم)	

Mean (SD): میانگین (انحراف معیار)

جدول ۲. مقایسه شاخص های بدنی و ترکیب چربی بر اساس Z-Score تراکم استخوان در نواحی مختلف بدن

P value	Z-score						
	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
<۰/۰۰۱	۲۸ (۱۰)	۳۶ (۱۱)	۴۰ (۱۳)	۴۷ (۱۳)	۵۴ (۱۱)	۵۸ (۹)	مهره ها
<۰/۰۰۱	۳۰ (۹)	۳۲ (۱۰)	۳۸ (۱۲)	۴۵ (۱۳)	۵۴ (۱۱)	۵۸ (۹)	لگن
<۰/۰۰۱	۲۹ (۹)	۳۴ (۱۱)	۴۱ (۱۳)	۴۸ (۱۳)	۵۴ (۱۱)	۵۸ (۹)	کل
<۰/۰۰۱	۲۳/۷۳ (۳/۷۶)	۲۵/۵۵ (۳/۸۸)	۲۶/۹۱ (۴/۲۷)	۲۹/۱۷ (۴/۴)	۳۰/۹۶ (۳/۸۲)	۳۲/۳۵ (۳/۰۵)	مهره ها
<۰/۰۰۱	(۷۰/۳)۰۸/۲۴	(۷۲/۳)۹۶/۲۴	(۱۷/۴)۳۹/۲۶	(۴۸/۴)۲۹/۲۸	(۶۵/۳)۹۰/۳۰	(۳۱/۳)۲۸/۳۲	لگن
<۰/۰۰۱	(۳۴/۳)۲۴	(۱۷/۴)۱۸/۲۵	(۲۵/۴)۱۱/۲۷	(۳۱/۴)۳۵/۲۹	(۷۸/۳)۸۱/۳۰	(۳۸/۳)۱۸/۳۲	کل
<۰/۰۰۱	(۳۸۱۷)۷۱۶۲	(۴۳۷۷)۱۰۳۱۵	(۵۰۷۳)۱۱۵۹۶	(۴۹۳۷)۱۴۵۲۰	(۳۷۶۶)۱۷۲۱۶	(۲۳۱۴)۱۹۰۶	مهره ها
<۰/۰۰۱	(۳۵۴۶)۷۸۷۳	(۴۰۹۴)۸۸۵۱	(۴۷۳۹)۱۱۱۰۳	(۵۱۵۷)۱۳۵۸۹	(۳۸۳۲)۱۷۰۶۰	(۲۶۵۹)۱۸۸۰۱	لگن
<۰/۰۰۱	۷۳۵۸ (۳۳۳۵)	۹۳۹۶ (۴۴۲۳)	۱۲۱۰۰ (۴۹۲۱)	۱۴۷۲۱ (۴۸۳۱)	۱۷۱۲۰ (۴۱۱۰)	۱۸۸۷۱ (۲۳۹۰)	کل
<۰/۰۰۱	۱۶۶۲۸ (۷۶۸۲)	۲۲۷۰۹ (۸۹۶۷)	۲۵۳۶۷ (۱۰۴۱۲)	۳۱۴۶۰ (۱۰۲۷۰)	۳۷۱۶۴ (۸۲۵۳)	۴۱۰۳۱ (۵۷۷۴)	مهره ها
<۰/۰۰۱	۱۸۲۰۱ (۷۴۸۴)	۲۰۰۰۳ (۸۳۰۶)	۲۴۲۷۳ (۹۶۱۳)	۲۹۴۲۸ (۱۰۶۶۱)	۳۶۸۰۹ (۸۵۳۴)	۴۰۴۱۴ (۶۴۲۱)	لگن
<۰/۰۰۱	۱۷۰۸۹ (۶۹۳۶)	۲۱۰۲۴ (۸۹۱۶)	۲۶۲۱۲ (۱۰۰۹۷)	۳۱۷۷۵ (۱۰۱۵۷)	۳۷۱۲۹ (۸۷۸۶)	۴۰۸۷۶ (۵۴۱۹)	کل
<۰/۰۰۱	۳۱۳۰ (۹۲۷)	۳۸۵۷ (۱۱۳۹)	۴۲۷۱ (۱۴۴۵)	۴۹۹۲ (۱۴۹۴)	۵۵۶۰ (۱۲۴۳)	۵۸۵۵ (۸۲۶)	مهره ها
<۰/۰۰۱	۳۳۳۲ (۸۹۹)	۳۴۸۲ (۱۰۰۶)	۴۰۲۵ (۱۱۹۰)	۴۷۵۷ (۱۴۶۹)	۵۶۱۸ (۱۲۱۱)	۶۰۹۱ (۱۰۶۷)	لگن
<۰/۰۰۱	۳۲۴۱ (۸۱۴)	۳۶۲۹ (۱۱۱۶)	۴۳۶۲ (۱۴۳۸)	۵۰۱۸ (۱۴۳۰)	۵۶۳۲ (۱۳۱۳)	۵۸۰۹ (۸۹۷)	کل
<۰/۰۰۱	۲۹۴۵۳ (۴۵۶۱)	۳۳۱۵۰ (۵۶۲۷)	۳۴۹۳۷ (۶۸۶۷)	۳۸۲۶۸ (۶۷۱۴)	۴۱۰۵۶ (۵۵۲۱)	۴۲۸۳۲ (۳۷۴۲)	مهره ها
<۰/۰۰۱	۲۹۸۹۳ (۴۳۹۹)	۳۳۸۳۸ (۵۸۰۶)	۳۷۲۶۳ (۶۵۶۴)	۳۷۲۶۳ (۶۵۶۴)	۴۱۶۱۲ (۵۳۲۶)	۴۳۶۱۶ (۴۴۴۷)	لگن
<۰/۰۰۱	۲۹۴۴۲ (۳۶۹۸)	۳۳۰۷۴ (۵۵۶۷)	۳۵۵۰۶ (۶۴۹۰)	۳۸۵۵۷ (۶۶۵۱)	۴۱۱۸۴ (۵۹۹۱)	۴۲۵۳۳ (۴۲۱۴)	کل

Z-score: نمره استاندارد

تأکید می کند. چگونگی تأثیر ترکیب بدنی بر تراکم توده استخوان را می توان بر اساس چند مکانیزم توصیف کرد. در این خصوص چيو^{۱۹} و همکارانش بر فشار مکانیکی ناشی از وزن بدن و اهمیت فعالیت های متکی بر وزن تأکید کردند، و اظهار داشتند که از طریق ایجاد فشار مکانیکی بیشتر، تراکم استخوان افزایش می یابد و تشکیل استخوان تحریک می شود، درحالی که کاهش وزن با BMD پایین تر و افزایش از دست دادن استخوان ارتباط دارد (۲۱). لین^{۲۰} و همکارانش در مطالعه خود سه مکانیزم را که از طریق آن چربی بر تراکم مواد معدنی استخوان (BMD) تأثیر می گذارد، شرح می دهند: چربی مرکزی (مدل چاقی آندروئید^{۲۱}) که از طریق سایتوکاین های التهابی^{۲۲} به طور منفی بر BMD تأثیر می گذارد،

بر تراکم کلی استخوان تأثیر دارد که مقادیر P value عبارتند از ۰/۰۰۱، کمتر از ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۱، ۰/۰۴۶، کمتر از ۰/۰۰۱). جنسیت مذکر، وضعیت پیش از یائسگی، توده چربی تنه ای، همانند توده بدون چربی تنه ای و توده بدون چربی کلی، عواملی مثبت و فاکتورهای محافظت کننده برای تراکم توده استخوانی هستند. درحالی که زن بودن، یائسه بودن، کاهش توده چربی تنه ای، کاهش توده غیر چربی تنه ای و کلی، ریسک فاکتورهای علیه تراکم توده استخوانی کلی هستند.

بحث

یافته های مطالعه حاضر به نقش حیاتی ترکیب بدنی، به ویژه توده بدون چربی، در حفظ تراکم معدنی استخوان (BMD) اشاره دارد و بر تأثیرات متمایز جنسیت و وضعیت هورمونی در سلامت استخوان

19. Chiu

20. Lin

21. Android obesity, also known as abdominal or apple-shaped obesity

22. Inflammatory cytokines

جدول ۳. تحلیل رگرسیونی عوامل مؤثر بر تراکم توده استخوانی در نقاط مختلف بدن

متغیر	مهره‌ها		لگن		کل توده استخوانی	
	نسبت شانس (فاصله اطمینان)	P value	نسبت شانس (فاصله اطمینان)	P value	نسبت شانس (فاصله اطمینان)	P value
جنس	۱/۴۰ (۱/۷۸-۱/۱۲)	۰/۰۰۴	(۱/۸۳-۲/۹۳) ۲/۳۱	<۰/۰۰۱	(۱/۸۵-۱/۱۶) ۱/۴۷	۰/۰۰۱
وضعیت یائسگی	۲/۲۷ (۳/۲۲-۱/۶۱)	<۰/۰۰۱	(۳/۱۲-۱/۵۸) ۲/۲۲	<۰/۰۰۱	۱/۹۲ (۲/۷۰-۱/۳۶)	<۰/۰۰۱
سن (سال)	۱/۰۰ (۰/۹۸-۱/۰۲)	۰/۸۶۵	۰/۹۹ (۰/۹۷-۱/۰۱)	۰/۵۰۵	۰/۹۹ (۰/۹۷-۱/۰۱)	۰/۶۲۱
شاخص توده بدنی Kg/m ²	۱/۰۲ (۰/۹۴-۱/۰۲)	۰/۳۹۹	۰/۹۸ (۰/۹۴-۱/۰۲)	۰/۳۷۷	۱/۰۲ (۰/۹۸-۱/۰۶)	۰/۲۷۵
توده چربی تنه‌ای (گرم)	۱/۰۱ (۱/۰۱-۱/۰۱)	۰/۰۰۴	۰/۹۹ (۰/۹۹-۱/۰۰)	۰/۰۶۹	۱/۰۱ (۱/۰۱-۱/۰۱)	۰/۰۰۱
توده چربی کل (گرم)	۰/۹۹ (۰/۹۹-۱/۰۰)	۰/۳۶۱	۱/۰۱ (۱/۰۱-۱/۰۱)	۰/۰۴۹	۰/۹۹ (۰/۹۹-۱/۰۰)	۰/۲۱۵
توده بدون چربی تنه‌ای (گرم)	۰/۰۰ (۰/۰۰-۰/۰۰)	۰/۰۰۲	۰/۰۰ (۰/۰۰-۰/۰۰)	۰/۳۶	۰/۰۰ (۰/۰۰-۳/۷۶)	۰/۰۴۶
توده بدون چربی کل (گرم)	۰/۰۰ (۰/۰۰-۰/۰۰)	۰/۰۰۹	۰/۰۰ (۰/۰۰-۰/۰۰)	<۰/۰۰۱	۰/۰۰ (۰/۰۰-۰/۰۰)	<۰/۰۰۱

چربی محیطی (گینوئید^{۲۳}) که احتمالاً به دلیل تأثیر فشار مکانیکی ناشی از وزن به‌طور مثبت با BMD ارتباط دارد و سایتوکاین‌های مشتق از چربی^{۲۴} مانند لپتین و آدیپونکتین^{۲۵} که متابولیسم استخوان را با تنظیم فعالیت استئوبلاست‌ها^{۲۶} و استئوکلاست‌ها^{۲۷} تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۲). توده عضلانی بیشتر بر تراکم مواد معدنی استخوان (BMD) از طریق پشتیبانی مکانیکی و تقویت استحکام استخوان تأثیر مثبت دارد. همچنین چگونگی کیفیت عضله، از جمله عواملی مانند نفوذ چربی در بافت عضله، نقش حیاتی در خطر شکستگی و کاهش سلامت استخوان ایفا می‌کند (۲۳).

طبق ارقام و نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، زنان و به‌خصوص زنان یائسه BMI بیشتری داشتند و بیشترین چربی تنه‌ای و چربی کل در گروه خانم‌های یائسه دیده شد، درست برعکس مردان که بیشترین مقدار توده غیر چربی تنه‌ای و توده غیر چربی کلی در آن‌ها محاسبه شده بود. در رابطه با تراکم توده استخوانی کل بدن و استخوان مهره‌ها، جنسیت مذکر، وضعیت پیش از یائسگی، توده چربی تنه‌ای، همچنین

23. Gynoid fat distribution, also known as a pear shape obesity

24. Adipose-derived cytokines

25. Adiponectin

26. Osteoblast

27. Osteoclast

توده غیر چربی تنه‌ای و کلی، فاکتورهای مثبت و محافظت‌کننده بودند اما سن، BMI و توده چربی کل تأثیر واضحی نداشتند. این در حالی است که عوامل محافظت‌کننده و مؤثر بر تراکم توده استخوانی لگن شامل جنسیت مذکر، وضعیت پیش‌یائسگی، توده چربی کل و توده غیر چربی کلی است و چربی تنه‌ای، توده غیر چربی تنه‌ای، سن و شاخص توده بدنی، تأثیر مشخصی بر تراکم توده استخوانی در ناحیه لگن، نشان ندادند. چنانکه چن^{۲۸} و همکاران در پژوهش خود توده بدون چربی را، به‌ویژه در زنان، یک عامل تعیین‌کننده مهم برای تراکم معدنی استخوان در ناحیه لگن گزارش کردند، درحالی‌که اظهار داشتند چربی احشایی تأثیر منفی بر تراکم استخوان در زنان دارد و بر تأثیرات خاص جنسیتی و ناحیه‌ای در رابطه بین ترکیب بدنی و تراکم معدنی استخوان تأکید کردند (۲۴). طبق این مطالعه یکی از فاکتورهای محافظت‌کننده توده استخوانی و کاهنده احتمال استئوپروز، جنسیت مذکر است که عمرانی و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۶ در مطالعه خود نشان دادند که شیوع پوکی استخوان در زنان ایرانی، بیش از مردان است (۲۵). همچنین به این نتیجه رسیدیم که ریسک فاکتور مشترک BMD در هر سه ناحیه،

28. Chen

یائسگی است که لاریجانی و همکارانش و جان بلک^{۲۹} و همکارانش نیز به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۳ و ۲۰۱۶ با چاپ مقالات خود آن را یک ریسک فاکتور منفی برای تراکم توده استخوانی معرفی کردند (۱۳، ۲۶).

طبق نتایج این مطالعه، توده چربی کلی و توده غیر چربی کل یا همان ترکیبات بدنی بر BMD اثر محافظتی دارند درحالی‌که بدوگنی^{۳۰} و همکارانش در سال ۲۰۰۲ ادعا کردند که بین ترکیبات توده بدنی و محتوای معدنی استخوان ارتباط ضعیفی وجود دارد. از علل این اختلاف در نتایج دو مطالعه می‌توان به تأثیر تفاوت‌های نژادی، نوع تغذیه متفاوت بین دو گروه، جنسیت مؤنث و یائسگی اشاره کرد، چراکه مطالعه بدوگنی روی زنانی انجام شد که ۹۶ درصد آن‌ها یائسه بودند، اما مطالعه حاضر مشتمل بر هر دو جنس مؤنث و مذکر بود. این در حالی است که در سال ۲۰۰۳ آدامی^{۳۱} و همکارانش در مطالعه‌ای بر هر دو جنس، اظهار داشتند که میان تراکم معدنی استخوان و درصد توده چربی ارتباطی قوی وجود دارد. همچنین در سپتامبر ۲۰۰۷، علاوه بر وجود رابطه قوی میان تراکم معدنی استخوان و مجموع توده چربی تأثیر توده بدون چربی کلی بر تراکم توده استخوانی نیز توسط ساوریو^{۳۲} و همکارانش تأیید شد (۲۷).

اگرچه در مطالعه نیکولاس^{۳۳} رابطه ضعیفی میان BMD و FBM گزارش شد (۲۸)، اما خلسا^{۳۴} و همکارانش (۲۹) در سال ۱۹۹۶ نشان دادند که FBM و LBM هر دو با تراکم توده استخوانی در ناحیه لگن ارتباط مستقیم دارند و عامل محافظت‌کننده محسوب می‌شوند. عدم تطابق نتایج حاصل از مطالعه حاضر و مطالعه نیکولاس^{۳۵} می‌تواند به آن علت باشد که اکثر افراد مورد مطالعه در پژوهش آنان، زنان ورزشکار با فعالیت ورزشی منظم بودند؛ حال آنکه در مطالعه ما اکثر افراد فعالیت ورزشی نداشتند و می‌توان ورزش را به‌عنوان فاکتوری مستقل، بر تراکم توده استخوانی مؤثر دانست.

از پژوهش‌های دیگری که یافته‌های ما را تأیید کنند، می‌توان به مطالعه آندرولی^{۳۶} و همکارانش (۲۶، ۳۰) در سال ۲۰۱۱ و ناهار^{۳۷} و همکارانش در سال ۲۰۱۶ اشاره کرد که به ترتیب بر رابطه قوی بین توده

استخوانی و چربی بدن و رابطه میان چربی بدن و تراکم استخوانی ناحیه مهره‌ها تأکید داشتند؛ ناهار و همکارانش همچون نتایج حاصل از مطالعه حاضر، به تأثیر مثبت جنسیت بر روی تراکم توده استخوانی افراد اشاره داشتند. در رابطه با تأثیر توده بدون چربی لی^{۳۸} و همکارانش بیان کردند که کاهش توده بدون چربی منطقه‌ای، به‌ویژه در نواحی اندام‌ها و تنه، به‌طور قابل‌توجهی با کاهش تراکم معدنی استخوان (BMD) در مهره‌های کمری، لگن و گردن استخوان ران و همچنین افزایش احتمال شکستگی لگن طی ۱۰ سال مرتبط است که نقش حیاتی آن را در خطر پوکی استخوان در زنان یائسه برجسته می‌کند (۳۱). همچنین ویلا^{۳۹} و همکارانش در مطالعه خود نقش مهم ترکیب بدنی، به‌ویژه توده بدون چربی، را در حفظ تراکم معدنی استخوان (BMD) تأکید کردند و اظهار داشتند که توده بدون چربی تأثیر محافظتی بیشتری بر BMD داشته و نقش حیاتی در استحکام اسکلت ایفا می‌کند (۳۲).

از مطالعات دیگری که نتایج همسانی با پژوهش حال حاضر دارند، پژوهش کریپالدی^{۴۰} و همکارانش (۱۵)، لوسکو^{۴۱} و همکارانش (۳۳) و علاوه بر آن‌ها مطالعه‌ای از کانگ^{۴۲} و همکارانش در سال ۲۰۱۵ هستند که وجود رابطه میان تراکم توده چربی و تراکم استخوان را ثابت کردند (۳۴). مطالعه کریپالدی و همکارانش بر اثر مثبت توده چربی بدن بر تراکم استخوان تأکید داشت (۱۵)، درحالی‌که لوسکو و همکارانش، توده بدون چربی بدن را فاکتور محافظت‌کننده BMD می‌دانند (۳۳). همچنین در پژوهشی از ژیانگ^{۴۳} و همکارانش در سال ۲۰۱۷ نشان داده شد که توده چربی و توده بدون چربی بدن هر دو بر BMD اثر دارند (۳۵).

مطالعه حاضر، به‌عنوان یکی از پژوهش‌های مقطعی معدود در ایران، با هدف پر کردن خلأ اطلاعاتی موجود، به بررسی تأثیر همزمان ترکیب بدنی و جنسیت بر تراکم توده استخوانی (BMD) در جمعیت عمومی پرداخت و بر اهمیت پیشگیری از پوکی استخوان، به‌ویژه در زنان یائسه و مردان مسن، و ضرورت توجه به تفاوت‌های جنسیتی و هورمونی جهت تدوین استراتژی‌های بالینی برای ارتقای سلامت استخوان همت گماشت. برای کاهش شیوع پوکی استخوان و بهبود BMD، اتخاذ رویکردهای پیشگیرانه ضروری

38. Li

39. Villa

40. Crepaldi G

41. Levesque M

42. Kang DH

43. Xiang J

29. John R/ Black

30. Bedogani

31. Adami

32. Saverio Gnudi

33. Nichols DL

34. Kholsa

35. Nichols DL

36. Andreoli

37. Nahar VK

پیشنهادهای پژوهش

پیشنهاد می‌شود مطالعات طولی برای بررسی روند تغییرات در گذر زمان، محاسبه دقیق شاخص‌های تعدیل‌شده و بررسی اثر فعالیت ورزشی و تغذیه، ضمن استفاده از تکنیک‌های پیشرفته‌تر برای بررسی ترکیب بدنی و BMD در مطالعات آینده صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که عوامل متعددی از جمله جنسیت، وضعیت یائسگی، ترکیب بدنی (شامل توده چربی و بدون چربی در نواحی تنه و کل بدن) و سن بر تراکم توده استخوانی در نواحی مختلف بدن تأثیرگذار هستند. جنسیت مذکر، وضعیت پیش از یائسگی و افزایش توده‌های چربی و بدون چربی به‌عنوان عوامل محافظتی با افزایش تراکم استخوانی همراه بودند، درحالی‌که جنسیت مؤنث، یائسگی، و کاهش توده چربی و بدون چربی از عوامل خطر کاهش تراکم استخوانی محسوب می‌شوند. همچنین، افزایش سن با کاهش قابل توجه تراکم استخوانی در نواحی مهره‌ها، لگن و کل بدن مرتبط بود. این یافته‌ها بر اهمیت مدیریت ترکیب بدنی و توجه به عوامل مرتبط با جنسیت و سن در پیشگیری از کاهش تراکم استخوانی، به‌ویژه در زنان یائسه و افراد مسن، تأکید دارند. اقدامات پیشگیرانه از جمله حفظ توده عضلانی و چربی مناسب می‌تواند نقشی کلیدی در بهبود سلامت استخوانی ایفا کند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

است. از جمله این اقدامات می‌توان به آموزش تغذیه صحیح از سنین کودکی با تمرکز بر مصرف کافی ویتامین D و کلسیم، افزایش آگاهی عمومی نسبت به اهمیت پیشگیری از این بیماری، ترویج فعالیت‌های ورزشی منظم و کاهش مصرف سیگار و الکل اشاره کرد. علاوه بر این، مدیریت اثرات منفی یائسگی از طریق مداخلات پیشگیرانه برای مدیریت ترکیب بدنی نظیر جایگزینی هورمونی و دیگر روش‌های مرتبط، می‌تواند تأثیر بسزایی در بهبود سلامت استخوان‌ها داشته باشد. آموزش‌های گسترده در زمینه خودمراقبتی و تغذیه مناسب، به‌ویژه از طریق رسانه‌ها، نقشی حیاتی در افزایش سطح آگاهی عمومی و کاهش عوامل خطر مرتبط با سلامت استخوان ایفا می‌کند (۳۶).

از نقاط قوت مطالعه می‌توان به بررسی همزمان اثرات ترکیب بدنی (چربی و غیر چربی) بر BMD در سه ناحیه کل بدن، مهره‌ها و لگن، تحلیل مقایسه‌ای جنسیتی و بررسی تفاوت‌ها بین زنان و مردان و همچنین نمونه‌گیری از گروه‌های مختلف شامل افراد پیش یائسه و یائسه اشاره کرد.

محدودیت‌های پژوهش

- درحالی‌که ورزش می‌تواند به‌عنوان عاملی مستقل بر BMD تأثیرگذار باشد، اما فعالیت ورزشی نمونه‌های این مطالعه به‌طور دقیق اندازه‌گیری نشد.
- تغذیه و عوامل محیطی شرکت‌کنندگان که می‌تواند نتایج را تحت تأثیر قرار دهد، کنترل نشد.
- هرچند که استفاده از روش‌های غیرتهاجمی برای اندازه‌گیری BMD و ترکیب بدنی که برای نمونه‌های این مطالعه محاسبه شد، کاملاً ایمن است، اما ممکن است دقیق نباشد.

منابع

1. Briot K, Maravic M, Roux C. Changes in number and incidence of hip fractures over 12 years in France. Bone. 2015;81:131-7.
2. Cosman F, de Beur SJ, LeBoff MS, Lewiecki EM, Tanner B, Randall S, et al. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. Osteoporos Int. 2014;25(10):2359-81.
3. Parvez T. Postmenopausal osteoporosis. JK-Practitioner. 2004;11(4):281-3.
4. Mazess RB, Barden H. Bone density of the spine and femur in adult white females. Calcif Tissue Int. 1999;65(2):91-9.
5. Wylie CD. Setting a standard for a "silent" disease: defining osteoporosis in the 1980s and 1990s. Stud Hist Philos Biol Biomed Sci. 2010;41(4):376-85.
6. Sozen T, Ozisik L, Basaran NC. An overview and management of osteoporosis. Eur J Rheumatol. 2017;4(1):46-56.
7. Austin G, Ferguson JJA, Eslick S, Oldmeadow C, Wood LG, Garg ML. Bone mineral density and body composition in Australians following plant-based diets vs. regular meat diets. Front Nutr. 2024;11:1411003.
8. Sigurdsson G, Halldorsson BV, Styrkarsdottir

- U, Kristjansson K, Stefansson K. Impact of genetics on low bone mass in adults. *J Bone Miner Res.* 2008;23(10):1584-90.
9. Muraki S. Transdisciplinary Approach for Sarcopenia. Physical activity and sarcopenia. *Clinical Calcium.* 2014;24(10):1449-56.
10. Hansen CA, Abrahamsen B, Konradsen H, Pedersen BD. Women's lived experiences of learning to live with osteoporosis: a longitudinal qualitative study. *BMC Womens Health.* 2017;17(1):17.
11. Czerwinski E, Badurski JE, Marcinowska-Suchowierska E, Osieleniec J. Current understanding of osteoporosis according to the position of the World Health Organization (WHO) and International Osteoporosis Foundation. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2007;9(4):337-56.
12. Orimo H, Nakamura T, Hosoi T, Iki M, Uenishi K, Endo N, et al. Japanese 2011 guidelines for prevention and treatment of osteoporosis--executive summary. *Arch Osteoporos.* 2012;7(1):3-20.
13. Senile Osteoporosis of the Spinal Column: John R. Black, M.D., Ralph K. Ghormley, M.D., and John D. Camp, M.D., Rochester, Minn. *JAMA.* 2016;316(7):777.
14. Prior JC, Langsetmo L, Lentle BC, Berger C, Goltzman D, Kovacs CS, et al. Ten-year incident osteoporosis-related fractures in the population-based Canadian Multicentre Osteoporosis Study - comparing site and age-specific risks in women and men. *Bone.* 2015;71:237-43.
15. Crepaldi G, Romanato G, Tonin P, Maggi S. Osteoporosis and body composition. *Journal of endocrinological investigation.* 2007;30(6 Suppl):42-7.
16. Hess M, Campagna EJ, Jensen KM. Low bone mineral density risk factors and testing patterns in institutionalized adults with intellectual and developmental disabilities. *J Appl Res Intellect Disabil.* 2018;31 Suppl 1:157-64.
17. Bedogni G, Mussi C, Malavolti M, Borghi A, Poli M, Battistini N, et al. Relationship between body composition and bone mineral content in young and elderly women. *Ann Hum Biol.* 2002;29(5):559-65.
18. Pezzuti IL, Kakehasi AM, Filgueiras MT, de Guimaraes JA, de Lacerda IAC, Silva IN. Imaging methods for bone mass evaluation during childhood and adolescence: an update. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2017;30(5):485-97.
19. Hsu YH, Venners SA, Terwedow HA, Feng Y, Niu T, Li Z, et al. Relation of body composition, fat mass, and serum lipids to osteoporotic fractures and bone mineral density in Chinese men and women. *Am J Clin Nutr.* 2006;83(1):146-54.
20. Adami S, Braga V, Zamboni M, Gatti D, Rossini M, Bakri J, et al. Relationship between lipids and bone mass in 2 cohorts of healthy women and men. *Calcif Tissue Int.* 2004;74(2):136-42.
21. Chiu CT, Lee JI, Lu CC, Huang SP, Chen SC, Geng JH. The association between body mass index and osteoporosis in a Taiwanese population: a cross-sectional and longitudinal study. *Sci Rep.* 2024;14(1):8509.
22. Lin Y, Wang X, Wu R, Zhou J, Feng F. Association between segmental body composition and bone mineral density in US adults: results from the NHANES (2011-2018). *BMC Endocr Disord.* 2023;23(1):246.
23. Baker JF, Davis M, Alexander R, Zemel BS, Mostoufi-Moab S, Shults J, et al. Associations between body composition and bone density and structure in men and women across the adult age spectrum. *Bone.* 2013;53(1):34-41.
24. Chen X, Guo Y, Zhou F, Wang X, Wang S, Zhang C, et al. Correlation between Body Composition and Bone Mineral Density Differs by Sex and Skeletal Site in Overweight and Obese Chinese Subjects. *J Clin Densitom.* 2024;27(4):101526.
25. Omrani GR, Masoompour SM, Hamidi A, Mardanifard HA, Taghavi SM, Talezadeh P, et al. Bone mineral density in the normal Iranian population: a comparison with American reference data. *Archives of Osteoporosis.* 2006;1:29-35.
26. Nahar VK, Nelson KM, Ford MA, Sharma M, Bass MA, Haskins MA, et al. Predictors of Bone Mineral Density among Asian Indians in Northern Mississippi: A Pilot Study. *J Res Health Sci.* 2016;16(4):228-32.
27. Gnudi S, Sitta E, Fiumi N. Relationship between body composition and bone mineral density in women with and without osteoporosis: relative contribution of lean and fat mass. *J Bone Miner Metab.* 2007;25(5):326-32.
28. Nichols DL, Sanborn CF, Bonnick SL, Gench B, DiMarco N. Relationship of regional

- body composition to bone mineral density in college females. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(2):178-82.
29. Khosla S, Atkinson EJ, Riggs BL, Melton LJ, 3rd. Relationship between body composition and bone mass in women. *J Bone Miner Res.* 1996;11(6):857-63.
 30. Andreoli A, Bazzocchi A, Celi M, Lauro D, Sorge R, Tarantino U, et al. Relationship between body composition, body mass index and bone mineral density in a large population of normal, osteopenic and osteoporotic women. *Radiol Med.* 2011;116(7):1115-23.
 31. Li Y, Xu Z. The relationship of body composition with bone mineral density and 10-year probability of hip fracture in postmenopausal women. *Geriatr Nurs.* 2024;59:250-5.
 32. Villa P, Cipolla C, Amar I, Soderio G, Pane LC, Ingravalle F, et al. Bone mineral density and body mass composition measurements in premenopausal anorexic patients: the impact of lean body mass. *J Bone Miner Metab.* 2024;42(1):134-41.
 33. Levesque M, Ndongang M, Riaudel T, de Decker L, Benichou J, Berrut G. Relationship between body composition and bone mineral density, related to physical activity, in elderly women. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil.* 2016;14(4):398-405.
 34. Kang DH, Guo LF, Guo T, Wang Y, Liu T, Feng XY, et al. Association of body composition with bone mineral density in northern Chinese men by different criteria for obesity. *J Endocrinol Invest.* 2015;38(3):323-31.
 35. Xiang J, Chen Y, Wang Y, Su S, Wang X, Xie B, et al. Lean Mass and Fat Mass as Mediators of the Relationship Between Physical Activity and Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *J Womens Health (Larchmt).* 2017;26(5):461-6.
 36. General OotS. Population-based approaches to promote bone health. *Bone Health and Osteoporosis: A Report of the Surgeon General: Office of the Surgeon General (US);* 2004.