

## Relation between Fat Mass and Lean Mass with Bone Mineral Density in Iranian Military Men

Abolfazl Shakibae <sup>1</sup>, Gholamhossein Alishiri <sup>2\*</sup>, Zeynab Ebrahimpour <sup>3</sup>

<sup>1</sup> PhD student, Exercise Physiology Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Professor, Department of Internal Medicine, Rheumatology Ward, Faculty of Medical Sciences, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department of Physical Education & Sport Sciences, Faculty of Human Sciences, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

Received: 10 January 2017 Accepted: 12 March 2017

### Abstract

**Background and Aim:** Body Composition is composed of two main components: Fat mass (FM) and lean mass (LM), each having different impacts on bone mineral density (BMD). In the present study we investigated the relation between these two components with BMD in military men.

**Methods:** In a cross-sectional study, BMD, FM and LM were measured in 99 military men with an average age of 35.7 years using dual x-ray absorptiometry (DEXA) scan. The correlation between two-component FM and LM with BMD in the whole body and different limbs of the body were determined.

**Results:** A negative correlation was seen between BMD with FM in the whole body ( $p=0.214$ ) and the upper ( $p=0.955$ ) and lower ( $p=0.836$ ) limbs though it was statistically non-significant. Meanwhile, BMD had a significant positive correlation with LM in the upper ( $p=0.000$ ) and lower ( $p=0.001$ ) limbs and also the total body ( $p=0.001$ ).

**Conclusion:** The results of this study indicate that FM has a negative effect on bone density and LM may serve as a true predictor of BMD in the upper and lower limbs in military men.

---

**Keywords:** BMD, Lean Mass, Fat Mass, Military Men.

\*Corresponding author: Gholamhossein Alishiri, Email: [ghalishiri@gmail.com](mailto:ghalishiri@gmail.com)

## بررسی ارتباط بین توده چربی و توده لخم با چگالی مواد معدنی استخوان در مردان نظامی ایران

ابوالفضل شکیبائی<sup>۱</sup>، غلامحسین علیشیری\*<sup>۲</sup>، زینب ابراهیم پور<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتر، فیزیولوژی ورزش، مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزش، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

<sup>۲</sup> استاد گروه روماتولوژی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

<sup>۳</sup> استادیار، تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** ترکیب بدن شامل دو جزء توده چربی و توده لخم است که هر کدام اثرات متفاوتی بر میزان چگالی مواد معدنی استخوان دارند. در این مطالعه ارتباط بین توده چربی و توده لخم با چگالی مواد معدنی استخوان در مردان نظامی بررسی شد.

**روش‌ها:** چگالی مواد معدنی استخوان، توده چربی و توده لخم، ۹۹ نفر مرد نظامی با میانگین سنی ۳۵/۷ سال توسط اسکن جذب سنجی اشعه ایکس دوتایی در یک مطالعه مقطعی اندازه گیری شد. رابطه دو جزء توده چربی و توده لخم با میزان چگالی مواد معدنی استخوان در کل بدن و در اندام مختلف آزمودنی ها مورد محاسبه قرار گرفت.

**یافته‌ها:** بین چگالی مواد معدنی استخوان با توده چربی در کل بدن ( $p=0/214$ ) و همچنین در اندام تحتانی ( $p=0/836$ ) و فوقانی ( $p=0/955$ ) رابطه منفی وجود داشت که از لحاظ آماری معنادار نبود. در عین حال بین چگالی مواد معدنی استخوان در اندام فوقانی ( $p=0/000$ ) و تحتانی ( $p=0/001$ ) و کل بدن ( $p=0/001$ ) با توده لخم در همان اندام رابطه مثبت و معناداری مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** توده لخم به عنوان یک پیش بینی کننده مهم چگالی مواد معدنی استخوان در اندام فوقانی و تحتانی و در کل بدن مردان نظامی مطرح است.

**کلیدواژه‌ها:** چگالی مواد معدنی استخوان، توده چربی، توده لخم، مردان نظامی

## مقدمه

با تغییر سبک زندگی (۱) شاهد گسترش بیماری‌های زیادی از جمله پوکی استخوان (۲) و چاقی (۳) در بین جوامع مختلف هستیم. واژه مشترک در بین این دو بیماری وزن بدن است. بطوریکه وزن بدن یکی از عوامل اثرگذار بر پوکی استخوان و چاقی به حساب می‌آید. وزن بدن شامل وزن استخوان، چربی، عضله، آب و سایر مواد است که اصطلاحاً به آنها اجزای ترکیب بدن (Body Composition) گفته می‌شود (۴).

حال این سؤال مطرح می‌شود که افزایش وزن مفید است یا مضر؟ ثابت شده چاقی، خطر ابتلاء به انواع بیماری‌ها از جمله بیماری‌های قلبی و دیابت را افزایش می‌دهد (۵). بر خلاف آن تا دهه ۸۰ میلادی از افزایش وزن به عنوان یک عامل مؤثر در کاهش پوکی استخوان نام می‌بردند. با وجود اینکه وزن بدن یک شاخص پیش‌بینی کننده چگالی مواد معدنی استخوان (BMD) بشمار می‌رود، هنوز هم مکانیسم آن در حاله‌ای از ابهام است. زیرا عمده وزن بدن از توده لخم (Lean Mass) و توده چربی (Fat Mass) تشکیل شده است و هر کدام از اجزای مذکور، تأثیر متفاوتی بر چگالی مواد معدنی استخوان دارند. پس ضروری است که رابطه بین هر کدام از این دو جزء و چگالی مواد معدنی استخوان روشن گردد تا بر اساس آن سهم هر کدام از این اجزاء در افزایش یا کاهش خطر ابتلاء به پوکی استخوان مشخص شود.

همواره مطالعاتی که رابطه بین توده لخم و چگالی مواد معدنی استخوان را بررسی نموده‌اند یک رابطه مثبت بین این دو جزء را نشان داده‌اند (۶) که علت آنرا می‌توان به فشار مکانیکی و اضافه باری که توده لخم بر روی اسکلت بدن وارد می‌کند و از آن طریق منجر به تحریک بازسازی استخوان شده نسبت داد (۷). بعلاوه مطالعات در باب مقایسه توده چربی با چگالی مواد معدنی استخوان از یک رابطه مهم بین این دو جزء خبر می‌دهند (۸) و اثرات توده چربی بر چگالی مواد معدنی استخوان را جدای از فشار مکانیکی، به سیستم اندوکرینی بافت چربی نسبت می‌دهند (۹). علیرغم مطالعات بسیار هنوز هم به روشنی معلوم نیست که کدام جزء ترکیب بدن (توده چربی و توده لخم) تأثیر بیشتری بر روی استخوان دارند (۱۰). البته تأثیر این دو جزء با توجه به جنس (۱۱)، نژاد (۱۲) و سن (۱۳) متفاوت خواهد بود.

ترکیب بدن در افراد نظامی به دلیل نوع شغل و ضرورت حفظ آمادگی جسمانی در مأموریت‌های محوله بسیار اهمیت دارد. در واقع درصد عضله بیشتر و درصد چربی کمتر، نشان از آمادگی جسمانی بیشتر فرد بوده که به نوبه خود یکی از ضروریات انجام مأموریت به بهترین شکل ممکن است. همچنین افزایش توده عضلانی به دلیل فشار مکانیکی که به استخوان وارد می‌کند در پیشگیری از عوارض مرتبط با پوکی استخوان دخیل است (۹). لذا مطالعات در مورد پوکی استخوان و شکستگی‌های مرتبط با آن بسیار شایع است، این در حالی است که به شیوع این بیماری در

مردان کمتر توجه شده و مطالعات در این زمینه نیز بیشتر روی مردان سالمند (۱۳) متمرکز شده است. با این حال مطالعات بسیار محدودی روی جمعیت ایرانی انجام شده است (۱۴) و اطلاعاتی در مورد مردان نظامی ایران وجود ندارد. لذا به دلیل سبک زندگی، عادات غذایی و فعالیت‌های شغلی متفاوت مردان نظامی در جوامع مختلف، این مطالعه قصد دارد تا رابطه بین توده چربی و توده لخم با چگالی مواد معدنی استخوان را در مردان نظامی ایران بررسی نماید.

## روش‌ها

**شرکت کنندگان:** در سال ۱۳۹۴ تعداد ۹۹ نفر از مردان نظامی داوطلب در یک مطالعه مقطعی مورد بررسی قرار گرفتند. آزمودنی‌های این مطالعه با استفاده از نمونه‌گیری غیرتصادفی هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها همچنین فرم رضایت نامه کتبی که مورد تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه می‌باشد را تکمیل نمودند. معیار ورود به مطالعه مردان نظامی بین سنین ۲۰ تا ۵۵ سال بودند و معیار خروج از مطالعه شامل مردان نظامی با شاخص توده بدنی ۴۰ و بالاتر، ابتلاء به بیماری‌های مزمن که بر بافت استخوانی تأثیرگذار هستند، مصرف داروهای اثرگذار بر بافت استخوانی شامل استروئید، داروهای ضد تشنج، هپارین و لووتیروکسین، مصرف الکل، مصرف دخانیات، داشتن ایمپلنت در بدن، ورزشکاران حرفه‌ای، داشتن پیس میکر قلبی و نژاد غیر ایرانی بود (۱۵).

در طول ۷ روز و هر روز، حداکثر تعداد ۱۵ نفر در محل بیمارستان علوم پزشکی بقیه‌الله (عج) مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی ترکیب بدن آزمودنی‌ها برای ثبت داده‌های توده چربی، بدون چربی و چگالی مواد معدنی استخوان اندام مختلف آزمودنی‌ها به شرح ذیل انجام گرفت:

**سنجش آزمودنی‌ها توسط دستگاه DEXA:** درصد چربی بدن توسط اسکن DEXA (Hologic- model QDR 4500A; Fan (Delphi Systems, Bedford, MA, USA) با تکنولوژی Beam به مدت ۷ دقیقه برای هر نفر انجام شد. نرم افزار کامپیوتر (Hologic QDR Delphi W unit, Apex software) برای برآورد ترکیب بدن بکار رفت.

بر اساس توصیه‌های کارخانه سازنده آزمودنی‌ها با حداقل پوشش و با یک شورت، بدون کفش و جنس فلزی روی محل معین از میز DEXA دراز کشیدند. قبل از اسکن، دستگاه DEXA و تجهیزات آن مورد بررسی و کنترل کیفیت قرار گرفته و توسط فانتوم ویژه کالیبره شدند. برای اعتبار یابی DEXA، درصد چربی ۱۰ نفر از آزمودنی‌ها ۲ بار در یک روز محاسبه گردید به نحوی که بین هر آزمون، آزمودنی از روی میز برخاسته و پس از تغییر وضعیت مجدداً مورد ارزیابی قرار گرفت. همه اسکن‌ها توسط یک نفر تکنسین آنالیز و اجرا شدند. مشاهده گردید که بین آزمون‌ها

جدول-۲. میزان چگالی مواد معدنی استخوان، توده چربی و توده لخم در کل بدن و در اندام مختلف

متغیر	انحراف معیار ± میانگین
چگالی مواد معدنی استخوان (گرم بر سانتیمتر مربع)	
کل بدن	۱/۱۶±۰/۰۹
اندام فوقانی چپ	۰/۸۱±۰/۰۵
اندام فوقانی راست	۰/۸۰±۰/۰۶
کمر(لومبار)	۱/۰۳±۰/۱۶
اندام تحتانی چپ	۱/۳۰±۰/۱۳
اندام تحتانی راست	۱/۲۹±۰/۱۳
توده چربی(گرم)	
کل بدن	۱۷۱۰۹/۱۳±۴۹۵۰/۱۲
اندام فوقانی چپ	۸۸۹/۳۳±۲۵۹/۱۰
اندام فوقانی راست	۷۱۵/۳۸±۲۶۰/۵۴
تنه	۹۱۲۲/۶۰±۴۱۵۵/۷۵
اندام تحتانی چپ	۲۸۱۴/۶۵±۹۶۲/۳۳
اندام تحتانی راست	۲۷۹۰/۶۶±۹۰۲/۴۹
توده لخم(گرم)	
کل بدن	۶۰۰۷۹/۱۳±۷۴۴۱/۴۰
اندام فوقانی چپ	۳۲۲۰/۱۰±۴۸۸/۸۰
اندام فوقانی راست	۳۴۵۳/۴۰±۶۲۵/۱۰
تنه	۲۹۹۵۷/۲۸±۴۰۹۲/۵۱
اندام تحتانی چپ	۱۰۹۵۸/۱۰±۹۵۸۶/۳۶
اندام تحتانی راست	۱۰۲۰۳/۴۶±۱۲۹۳/۲۴

در جدول-۳ مقادیر مربوط به ضریب همبستگی بین میزان چگالی مواد معدنی استخوان با توده چربی و توده لخم در کل بدن و در اندام مختلف مردان نظامی ارائه گردیده است. همان طور که در این جدول مشاهده می گردد بین میزان چگالی مواد معدنی استخوان با توده چربی کل بدن، همچنین بین چگالی مواد معدنی استخوان اندام تحتانی و فوقانی با توده چربی اندام تحتانی و فوقانی چپ رابطه منفی وجود دارد که البته به لحاظ آماری معنادار نشده است. در عین حال بین چگالی مواد معدنی استخوان لومبار و توده چربی لومبار رابطه منفی و معناداری مشاهده شد ( $P=۰/۰۰۴$ ). از داده های جدول چنین مشاهده می گردد که بین چگالی مواد معدنی استخوان در اندام فوقانی، تحتانی و کل بدن با توده لخم در همان اندام و در کل بدن رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. این در حالی است که بین چگالی مواد معدنی استخوان و توده لخم در لومبار رابطه معناداری مشاهده نشد ( $P>۰/۰۵$ ).

جدول-۳. رابطه بین توده چربی و توده لخم با چگالی مواد معدنی استخوان

BMD											
کل بدن		لومبار		اندام تحتانی راست		اندام تحتانی چپ		اندام فوقانی راست		اندام فوقانی چپ	
p	R	p	r	p	r	p	R	p	r	p	r
۰/۲۱۴	-۰/۱۲۸	۰/۰۰۴	-۰/۲۹۰	۰/۸۳۶	۰/۰۲۱	۰/۷۰۷	-۰/۰۳۹	۰/۵۴۹	۰/۰۶۲	۰/۹۵۵	-۰/۰۰۶
۰/۰۰۱	۰/۳۴۵	۰/۸۸۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰	۰/۳۵۳	۰/۰۰۱	۰/۳۳۹	۰/۰۰۷	۰/۲۵۷	۰/۰۰۰	۰/۴۳۸

اختلاف معناداری وجود ندارد ( $P=0.62$ ) و همبستگی بین گروه های آزمون خیلی بالا بود ( $R=0.982$ ).

**تجزیه و تحلیل داده ها:** میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد بررسی در جدول دو بیان شد. در آنالیز آماری جهت نرمالیتی داده های کمی از آزمون کلموگروف اسمیرنوف و جهت ارتباط بین متغیرهای تحقیق از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS 20 استفاده شد.

**ملاحظات اخلاقی:** همه افرادی که مورد ارزیابی قرار گرفتند فرم رضایت آگاهانه شرکت در مطالعه را تکمیل نمودند و هر زمان که قصد انصراف از مطالعه را داشتند بدون هیچگونه سئوالی از مطالعه خارج شدند و در عین حال نتیجه مطالعه به آزمودنی ها بازخورد داده شد. همچنین اطلاعات این افراد نزد محقق به شکل محرمانه حفظ شد.

## نتایج

میانگین و انحراف معیار مربوط به متغیرهای آنتروپومتریک و دموگرافیک مردان نظامی مورد مطالعه در جدول-۱ ارائه شده است. مطابق جدول شماره یک محدوده سن آزمودنی ها ۲۳-۵۲ سال و با میانگین±انحراف استاندارد ۳۵/۷۷±۸/۴۳، وزن ۸۱/۴۷±۱۱/۷۵ کیلوگرم و قد ۱۷۳/۹۶±۶/۵۳ سانتی متر می باشد.

جدول-۱. مشخصات دموگرافیک آزمودنی ها

متغیر	انحراف معیار ± میانگین
سن	۳۵/۷۷± ۸/۴۳
قد	۱۷۳/۹۶±۶/۵۳
وزن	۸۱/۴۷±۱۱/۷۵
اندکس توده بدن	۲۶/۹۳±۳/۷۲
درصد چربی کل بدن	۲۱/۲۰±۴/۳۴

در جدول-۲ مقادیر مربوط به میزان ترکیبات مختلف بدن به تفکیک آورده شده است. مقدار چگالی مواد معدنی استخوان در کل بدن مردان نظامی، ۱/۱۶±۰/۰۹ گرم بر سانتی متر مربع، توده چربی کل بدن ۱۷۱۰۹/۱۳±۴۹۵۰/۱۲ گرم و توده لخم کل بدن ۶۰۰۷۹/۱۳±۷۴۴۱/۴۰ گرم بوده است. همچنین مقادیر مربوط به اندام مختلف مردان نظامی به تفکیک ارائه گردیده است.

## بحث

این مطالعه مقطعی نشان داد که بین توده لخم و چگالی مواد معدنی استخوان در اندام فوقانی، تحتانی و در کل بدن مردان نظامی یک رابطه مثبت وجود دارد. اما بین توده چربی و چگالی مواد معدنی استخوان در اندام فوقانی، تحتانی، کل بدن و لومبار یک رابطه منفی وجود دارد که البته بجز در لومبار در سایر قسمت های بدن به لحاظ آماری معنادار نبود.

با گذشت بیش از دو دهه، هنوز به روشنی بیان نشده که است که توده لخم یا توده چربی، کدام یک به عنوان یک عامل تعیین کننده چگالی مواد معدنی استخوان، مهم تر است. اگر چه برخی از مطالعات نشان داده اند که توده لخم دارای اثر برجسته تری در چگالی مواد معدنی استخوان است (۷۶) اما مطالعات دیگر، نشان داده است که توده چربی عامل تعیین کننده بهتری نسبت به توده لخم در تعیین چگالی مواد معدنی استخوان هستند (۹۸). این تناقض در نتایج به دلیل تفاوت در طراحی مطالعات با تنوع در اندازه نمونه، گروه های سنی و قومیت استوار بوده است.

توده لخم که از عضلات بدن تشکیل شده نقش مثبتی روی تراکم استخوان بازی می کند. اما اختلاف نظرهایی در مورد اثر نسبی توده چربی بر چگالی مواد معدنی استخوان وجود دارد (۱۶). در مطالعه ای، اثر ترکیب بدن بر چگالی مواد معدنی استخوان در کودکان و نوجوانان ایرانی مورد بررسی قرار گرفت. آنها نشان دادند که کودکان و نوجوانان چاق، به ویژه دختران چاق، چگالی مواد معدنی استخوان بیشتری از افراد با وزن طبیعی دارند و همچنین دریافتند که سن و توده لخم کل بدن از مهم ترین پیش بینی کننده های چگالی مواد معدنی استخوان هستند. در عین حال یک همبستگی مثبت بین پارامترهای استخوانی و درصد چربی در دختران مشاهده کردند، اما در پسران، همبستگی منفی بین تراکم استخوان در لومبار، گردن استخوان ران و کل بدن با درصد چربی مشاهده نمودند (۱۷).

در یک مطالعه متا آنالیز نشان داده شد که هر دو توده لخم و توده چربی به میزان قابل توجهی بر روی چگالی مواد معدنی استخوان تأثیر گذار هستند، اما تأثیر توده لخم نسبت به توده چربی بیشتر است. و در واقع همبستگی بین توده لخم و چگالی مواد معدنی استخوان بالاتر است. همچنین بیان شده است که ارتباط بین توده لخم و چگالی مواد معدنی استخوان به نظر می رسد وابسته به جنسیت و سن باشد، به طوری که اثر توده لخم بر چگالی مواد معدنی استخوان در مردان قوی تر از زنان بوده و احتمالاً منعکس کننده اثر توده عضلانی و فعالیت بدنی بیشتر در مردان نسبت به زنان است. در عین حال بیان کردند که در شرایط نسبی سهم توده لخم بر چگالی مواد معدنی استخوان در آسیایی ها برجسته تر از نژاد قفقازی ها بوده است (۱۸). بر اساس این فرضیه که چربی بدن در نژاد قفقازی است به طور کلی بیشتر از جمعیت های آسیایی است (۱۹). نتایج حاصل از برخی از مطالعات نشان

داده است که در نژاد قفقازی، توده چربی یک عامل تعیین کننده قوی برای چگالی مواد معدنی استخوان (۲۰) محسوب می شود، در حالی که بیشتر مطالعات انجام شده در آسیایی ها نشان داد که توده لخم نسبت به توده چربی در ارتباط با چگالی مواد معدنی استخوان مهم تر است (۲۱).

چند فرضیه برای ارتباط بین توده لخم و توده چربی با چگالی مواد معدنی استخوان ارائه شده است. هر دو توده چربی و توده لخم ممکن است منجر به افزایش در چگالی مواد معدنی استخوان شوند که این عمل در اثر افزایش بار مکانیکی حاصل می شود (۲۲). علاوه بر این، می توان سهمی از تأثیر توده لخم بر چگالی مواد معدنی استخوان را به تأثیر کارایی بیومکانیکی توده لخم بر رشد استخوان نسبت داد (۲۳).

بر اساس این نظریه، استحکام استخوان تحت تأثیر نیروی مکانیکی عضلات و عوامل هورمونی قرار دارد. نیرویی که عضله در مقابل استخوان اعمال می کند تحت تأثیر میزان حمایت عضلات و استخوان های بدن است (۲۴) و می تواند منجر به یک ارتباط مثبت بین توده عضلات و استخوان ها شود (۲۵). همچنین Harold Frost's فرضیه "Mechanostat" واحد عضله استخوان" را اعلام کرد. بر اساس این نظریه، افزایش حداکثر نیروی عضلانی در طول دوره رشد منجر به افزایش توده استخوان، اندازه و قدرت خواهد شد و فعالیت بدنی نقش مهمی را در به حداکثر رساندن توده استخوان در طی این دوره بازی می کند (۲۶). در نتیجه، به نظر می رسد فعالیت بدنی جهت افزایش توده استخوانی در تمام دوره زندگی و در هر دو جنس مرد و زن مهم است (۲۷) و همچنین ارتباط مشاهده شده بین توده لخم و چگالی مواد معدنی استخوان، با این فرضیه سازگار است.

اخیراً داده ها نشان داده اند که sclerostin (مهار کننده بیان استئوسیت از راه مسیر سیگنالینگ Wnt) که توسط استروژن و PTH تنظیم می شود، ممکن است نقش کلیدی در رابطه بین ترکیب بدن و توده استخوان (۲۸) بازی کند. میزان سرمی sclerostin ارتباط مثبتی با چگالی مواد معدنی استخوان و توده چربی دارد (۲۹). در مجموع، این یافته ها نشان می دهد که ارتباط بین توده چربی و چگالی مواد معدنی استخوان به احتمال زیاد با واسطه sclerostin است.

مکانیسم اصلی درگیر در ارتباط با بین بافت چربی و استخوان غیرقابل تشخیص هستند (۳۰). آدیپوکین ها یا سیتوکین های پیش التهابی که از بافت چربی ترشح می شوند ممکن است نقش مهمی در این مورد داشته باشند (۳۱). IL-6 (اینترلوکین ۶) و TNF- $\alpha$  (فاکتور نکروز تومور  $\alpha$ ) می توانند بازجذب استخوان با تمایز استئوکلاست را افزایش دهند (۳۰). برخی از پژوهشگران عملکرد توده چربی بر چگالی مواد معدنی استخوان را از طریق استروژن، لپتین (۳۲)، انسولین یا آمیلین گزارش کرده اند (۲۳). لپتین نه تنها نقش اساسی در مصرف انرژی دارد، بلکه بر متابولیسم استخوان و

جزء مهم در پیشگیری از تحلیل دانسیته استخوانی و ابتلا به استئوپروز در جمعیت است. با این حال، ارتباط معنی‌دار بین توده چربی و چگالی مواد معدنی استخوان نشان می‌دهد که هورمون‌های جنسی و تغذیه نیز نقش مهمی در رشد و حفظ توده استخوان دارند (۱۸).

برخی از مطالعات که مقایسه اثر توده لخم در مقابل توده چربی را بر چگالی معدنی استخوان در کودکان و بزرگسالان را بررسی نموده‌اند وجود دارد. برخی از آنها توده لخم را به عنوان یک شاخص اصلی چگالی مواد معدنی استخوان می‌دانند و برخی دیگر توده چربی (۴۱).

ما نیز در مطالعه خود اثرات مفید توده لخم بر چگالی مواد معدنی استخوان را در مردان نظامی مشاهده نمودیم. علیشیری و همکاران در سال ۲۰۱۳ نیز در مطالعه خود چنین نتیجه‌گیری کردند که توده خالص به عنوان یک پیش‌بینی کننده قوی دانسیته استخوان در اندام فوقانی و تحتانی زنان نظامی در دوران قبل از یائسگی مطرح است (۱۴). در مطالعه حاضر بین توده چربی و چگالی مواد معدنی استخوان در اندام فوقانی، تحتانی، کل بدن و لومبار یک رابطه منفی مشاهده گردید که البته بجز در لومبار در سایر قسمت‌های بدن به لحاظ آماری معنادار نبود. به نظر می‌رسد که اثر توده چربی بر روی استخوان به شکل غیر مستقیم و از طریق توده لخم است. برخی دیگر رابطه معناداری بین توده چربی و توده استخوان مشاهده نکردند (۴۲). علیشیری و همکاران نیز مشاهده کردند که توده چربی اثر منفی بر دانسیته استخوان داشته است که به لحاظ آماری معنادار نبوده است (۱۴). پوکی استخوان یکی از مشکلات اصلی در بین جوامع مختلف است. وزن بدن از توده بدون چربی (توده لخم و توده استخوان) و توده چربی تشکیل شده است که هر کدام از این اجزا اثرات متفاوتی بر چگالی مواد معدنی استخوان دارند (۱۴) بنابراین می‌توان رابطه بین وزن بدن و چگالی مواد معدنی استخوان توسط ارزیابی اثرات مربوط به هر جزء اصلی از وزن بدن یعنی توده چربی و توده بدون چربی بر چگالی مواد معدنی استخوان بطور واضح مشخص گردد تا خطرات چاقی که بطور عمده توسط بافت چربی بوجود می‌آید مشخص شده در عین حال با روش‌های مختلف از پوکی استخوان پیشگیری شود.

مطالعه Jurimae و همکاران نشان داد که توده لخم در ورزشکاران، یک پیش‌بینی کننده قوی چگالی مواد معدنی استخوان می‌باشد (۴۳). Taes و همکاران نیز در تحقیقی رابطه بین توده لخم و توده چربی بر حجم و سایز استخوان مردان ۲۵ تا ۴۵ سال را بررسی کردند و بیان نمودند که توده لخم اثرات سازنده‌ای روی چگالی مواد معدنی استخوان دارد (۴۴). Zhao و همکاران در مطالعه خود برای اینکه به ارتباط چاقی و پوکی استخوان پی ببرند، نشان دادند که افزایش توده چربی اثرات سودمندی بر افزایش چگالی مواد معدنی استخوان ندارد (۴۵).

افزایش تکثیر و تمایز سلولهای استئوبلاست در بزرگسالان تأثیر می‌گذارد (۳۳). Olmedillas و همکاران نشان داد که گیرنده‌های لپتین در عضلات هیپرتروفیک تنظیم مثبت یافته‌اند (۳۴) و به نظر می‌رسد که اثر لپتین بر استخوان توسط عضلات وساطت می‌شود. لپتین به وسیله سلولهای چربی ترشح و در افراد چاق افزایش می‌یابد. Maggio و همکاران نشان دادند که دختران چاق غلظت لپتین سرم بالاتر و همچنین BMD بالاتری دارند و ارتباط مثبتی بین لپتین و چگالی مواد معدنی استخوان نیز در زنان بالغ وجود دارد (۱۶). به نظر می‌رسد که لپتین، هورمون میانجی اثرات بافت چربی بر توده استخوانی است (۳۳). همچنین لپتین به عنوان یک فاکتور رشد که سلولهای غضروفی در صفحات رشد از طریق فاکتور رشد شبه انسولینی (IGF-I) را تحت تأثیر قرار داده و در افراد چاق منجر به افزایش رشد خطی و توده استخوان می‌شود (۳۵). در نوجوانان، تفاوت جنسی در چگالی مواد معدنی استخوان، به طور مستقیم یا غیر مستقیم ممکن است توسط تفاوت در غلظت لپتین سرم از طریق استروژن توضیح داده شود (۱۶). به نظر می‌رسد که اثر توده چربی بر استخوان، وابسته به جنس و مرحله بلوغ است و در مراحل رشدی ویژه و در طول دورانهای بحرانی رشد و توسعه اهمیت آن بیشتر می‌شود (۳۶). بنابراین، این نتایج متفاوت را می‌توان به متدولوژی‌های مختلف، محل اندازه‌گیری و بلوغ استخوانی در افراد مورد مطالعه مرتبط دانست.

تمایز نقش توده لخم در مقابل توده چربی به عنوان تعیین کننده‌های چگالی مواد معدنی استخوان از اهمیت بالینی برخوردار است. فعالیت بدنی یک عامل تعیین کننده قوی جهت اکسپاز توده استخوان در طی رشد (۳۷) و حفظ توده استخوان در زنان پس از یائسگی (۳۸) و در دوران کهنسالی است. یک رژیم غذایی سرشار از سبزیجات با چربی سالم، سلامت استخوان کودکان را تضمین می‌کند، اما فست‌فودها و یا مصرف چربی‌های اشباع شده به طور معکوسی با سلامت استخوان همراه است. بنابراین، ارتباط بین چگالی مواد معدنی استخوان و توده لخم نشان می‌دهد که افزایش فعالیت فیزیکی به طور مستقیم ممکن است به محافظت در برابر پوکی استخوان منجر شود (۳۹). در حالی که ارتباط بین چگالی مواد معدنی استخوان و توده چربی نشان می‌دهد که هورمون‌های جنسی و تغذیه خوب ممکن است اثر محافظتی در برابر از دست رفتن استخوان داشته باشند (۴۰). نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که قدرت عضلانی و فعالیت بدنی یک اثر برجسته تری نسبت به هورمون‌ها بر سلامت استخوان‌ها، به ویژه در زنان یائسه و مردان دارند. در نتیجه، نشان داده شده در حالی که هر دو توده لخم و توده چربی با چگالی مواد معدنی استخوان در ارتباط است، توده لخم از توده چربی به عنوان یک عامل تعیین‌تراکم استخوان در زنان و مردان در تمام سنین و قومیت مهم‌تر است. اهمیت دادن به توده لخم به عنوان تعیین کننده چگالی مواد معدنی استخوان بر این مفهوم تأکید دارد که توده عضلانی و یا فعالیت بدنی یک

توده استخوان مورد ارزیابی قرار گیرد تا برنامه‌ریزان سلامت جسمانی، راهکارهای پیشگیرانه و عملی برای افزایش عملکرد این پرسنل ارائه نمایند.

**تشکر و قدردانی:** این مقاله، استخراج شده از یک طرح پژوهشی است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله(عج) تصویب و اجرا شده است. همچنین از همکاری مؤثر در اجرای طرح، راهنمایی‌ها و مشاوره‌های ارزشمند معاونت واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان بقیه‌الله(عج) تشکر می‌شود.

**تضاد منافع:** بدینوسیله نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافی در خصوص پژوهش حاضر وجود ندارد.

### منابع

1. Alavian S-M, Motlagh ME, Ardalan G, Motaghian M, Davarpanah AH, Kelishadi R. Hypertriglyceridemic waist phenotype and associated lifestyle factors in a national population of youths: CASPIAN Study. *Journal of tropical pediatrics*. 2008;54(3):169-77.
2. Alishiri GH., GHaneii M., Zahedi L., Bayat N., Emam M. M., Jafari A. M. Comparing Bone Mineral Densitometry in Mustard Sulfur Gas Exposures and Normal Individuals A Cross – Sectional Study. *Journal of Military Medicine*. 2007;9(1):37-41.
3. Esteghamati A, Khalilzadeh O, Mohammad K, Meysamie A, Rashidi A, Kamgar M, et al. Secular trends of obesity in Iran between 1999 and 2007: National Surveys of Risk Factors of Non-communicable Diseases. *Metab Syndr Relat Disord*. 2010;8(3):209-13.
4. Heymsfield S, Lohman T, Wang Z-M, Going S. *Human Body Composition*. 2 ed: Human Kinetics; 2005 May 9, 2005. 536 p.
5. Izadi N, Malek M, Aminian O, Saraei M. Medical risk factors of diabetes mellitus among professional drivers. *Journal of diabetes and metabolic disorders*. 2013;12(1):23.
6. Cheng Q, Zhu YX, Zhang MX, Li LH, Du PY, Zhu MH. Age and sex effects on the association between body composition and bone mineral density in healthy Chinese men and women. *Menopause (New York, NY)*. 2012;19(4):448-55.
7. Lanyon L, Skerry T. Postmenopausal osteoporosis as a failure of bone's adaptation to functional loading: a hypothesis. *Journal of bone and mineral research: the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 2001;16(11):1937-47.
8. Habibzadeh N. Prevalence of osteopenia among sedentary young women. *East African journal of public health*. 2011;8(1):67-8.
9. Park J-H, Song Y-M, Sung J, Lee K, Kim YS, Kim T, et al. The association between fat and lean mass and bone mineral density: the Healthy Twin Study. *Bone*. 2012;50(4):1006-11.

### نتیجه‌گیری

از یافته‌های این مطالعه چنین استنباط می‌شود که توده لخم با اثر مثبت خود به عنوان یک پیش‌بینی کننده چگالی مواد معدنی استخوان در اندام فوقانی و تحتانی و در کل بدن مردان نظامی مطرح شده است. بنابراین به نظر می‌رسد انجام فعالیت‌های ورزشی که باعث افزایش توده لخم می‌گردد برای انجام موفق مأموریت‌های محوله در این افراد یک ضرورت انکار ناپذیر باشد. همچنین مردان نظامی به دلیل نوع شغل، در معرض انواع تروما و شکستگی‌های استخوان قرار دارند و ضرورت حفظ توده استخوانی در آنها را چند برابر می‌کند. همچنین باید با مطالعات گسترده و همه‌گیر میزان ترکیب بدن پرسنل نظامی که فعالیت‌های جسمانی و عملیاتی سنگین را انجام می‌دهند از حیث توده لخم، توده چربی و

10. Trivison TG, Araujo AB, Esche GR, McKinlay JB. The relationship between body composition and bone mineral content: threshold effects in a racially and ethnically diverse group of men. *Osteoporos Int*. 2008;19(1):29-38.
11. Lim S, Joung H, Shin CS, Lee HK, Kim KS, Shin EK, et al. Body composition changes with age have gender-specific impacts on bone mineral density. *Bone*. 2004;35(3):792-8.
12. Pothiwala P, Evans EM, Chapman-Novakofski KM. Ethnic variation in risk for osteoporosis among women: a review of biological and behavioral factors. *Journal of women's health (2002)*. 2006; 15(6):709-19.
13. Coulson CE, Williams LJ, Brennan SL, Berk M, Kotowicz MA, Lubman DI, et al. Alcohol consumption and body composition in a population-based sample of elderly Australian men. *Aging clinical and experimental research*. 2013;25(2):183-92.
14. Alishiri GH, Shakibae A, Kazempour M, Ebrahimpour Z. The effect of fat mass and lean mass on Bone Mineral Density in military premenopausal women. *Journal Mil Med*. 2013;15(3):169-75.
15. Shakibae A, Faghihzadeh S, Alishiri GH, Ebrahimpour Z, Faradjzadeh S, Sobhani V, et al. How Accurate Are the Anthropometry Equations in Iranian Military Men in Predicting Body Composition? *Asian journal of sports medicine*. 2015;6(4).
16. Maggio AB, Belli DC, Puigdefabregas JWB, Rizzoli R, Farpour-Lambert NJ, Beghetti M, et al. High bone density in adolescents with obesity is related to fat mass and serum leptin concentrations. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. 2014;58(6):723-8.
17. Jeddi M, Dabbaghmanesh MH, Omrani GR, Ayatollahi SMT, Bagheri Z, Bakhshayeshkaram M. Relative importance of lean and fat mass on bone mineral density in Iranian children and adolescents. *International journal of endocrinology and metabolism*. 2015;13(3).

18. Ho-Pham LT, Nguyen UD, Nguyen TV. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2014;99(1):30-8.
19. Wang J, Thornton JC, Russell M, Burastero S, Heymsfield S, Pierson R. Asians have lower body mass index (BMI) but higher percent body fat than do whites: comparisons of anthropometric measurements. *The American journal of clinical nutrition*. 1994;60(1):23-8.
20. Reid IR. Relationships among body mass, its components, and bone. *BoneKey-Osteovision*. 2002.
21. Namwongprom S, Rojanasthien S, Mangklabruks A, Soontrapa S, Wongboontan C, Ongphiphadhanakul B. Effect of fat mass and lean mass on bone mineral density in postmenopausal and perimenopausal Thai women. *Int J Womens Health*. 2013;5:87-92.
22. Wu CH, Yao WJ, Lu FH, Yang YC, Wu JS, Chang CJ. Sex differences of body fat distribution and cardiovascular dysmetabolic factors in old age. *Age and ageing*. 2001;30(4):331-6.
23. 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. *Journal of bone and mineral metabolism*. 2007;25(5):326-32.
24. Schoenau E, Neu M, Manz F. Muscle mass during childhood-relationship to skeletal development. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*. 2004;4(1):105.
25. Schoenau E, Neu C, Rauch F, Manz F. The development of bone strength at the proximal radius during childhood and adolescence. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2001;86(2):613-8.
26. Kouda K, Fujita Y, Sato Y, Ohara K, Nakamura H, Uenishi K, et al. Fat mass is positively associated with bone mass in relatively thin adolescents: data from the Kitakata Kids Health Study. *Bone*. 2014;64:298-302.
27. Bielemann RM, Martinez-Mesa J, Gigante DP. Physical activity during life course and bone mass: a systematic review of methods and findings from cohort studies with young adults. *BMC musculoskeletal disorders*. 2013;14(1):1.
28. Mödder UI, Hoey KA, Amin S, McCready LK, Achenbach SJ, Riggs BL, et al. Relation of age, gender, and bone mass to circulating sclerostin levels in women and men. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2011;26(2):373-9.
29. Sheng Z, Tong D, Ou Y, Zhang H, Zhang Z, Li S, et al. Serum sclerostin levels were positively correlated with fat mass and bone mineral density in central south Chinese postmenopausal women. *Clinical endocrinology*. 2012;76(6):797-801.
30. Mosca LN, Goldberg TBL, da Silva VN, da Silva CC, Kurokawa CS, Rizzo ACB, et al. Excess body fat negatively affects bone mass in adolescents. *Nutrition*. 2014;30(7):847-52.
31. Viljakainen HT, Pekkinen M, Saarnio E, Karp H, Lamberg-Allardt C, Mäkitie O. Dual effect of adipose tissue on bone health during growth. *Bone*. 2011;48(2):212-7.
32. Elefteriou F, Takeda S, Ebihara K, Magre J, Patano N, Kim CA, et al. Serum leptin level is a regulator of bone mass. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2004;101(9):3258-63.
33. Rhie YJ, Lee KH, Chung SC, Kim HS, Kim DH. Effects of body composition, leptin, and adiponectin on bone mineral density in prepubertal girls. *Journal of Korean medical science*. 2010;25(8):1187-90.
34. Olmedillas H, Sanchis-Moysi J, Fuentes T, Guadalupe-Grau A, Ponce-González JG, Morales-Alamo D, et al. Muscle hypertrophy and increased expression of leptin receptors in the musculus triceps brachii of the dominant arm in professional tennis players. *European journal of applied physiology*. 2010;108(4):749-58.
35. Ivana Z, Veronika C, Petr K, Vera L, Vaclav V, Petr M, et al. Relationship Between Hormonal Variables and Bone Mineral Density, Muscle Force, and Fat Mass in Peripubertal Girls. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2011;2011(3, Summer):391-6.
36. Dimitri P, Wales JK, Bishop N. Fat and bone in children: differential effects of obesity on bone size and mass according to fracture history. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2010;25(3):527-36.
37. Vicente-Rodriguez G, Ara I, Pérez-Gómez J, Dorado C, Calbet JA. Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *British Journal of Sports Medicine*. 2005;39(9):611-6.
38. Mason C, Xiao L, Imayama I, Duggan CR, Foster-Schubert KE, Kong A, et al. Influence of diet, exercise and serum vitamin D on sarcopenia in postmenopausal women. *Medicine and science in sports and exercise*. 2013;45(4):607.
39. Beavers KM, Beavers DP, Nesbit BA, Ambrosius WT, Marsh AP, Nicklas BJ, et al. Effect of an 18-month physical activity and weight loss intervention on body composition in overweight and obese older adults. *Obesity*. 2014;22(2):325-31.
40. Macdonald HM, New SA, Golden MH, Campbell MK, Reid DM. Nutritional associations with bone loss during the menopausal transition: evidence of a beneficial effect of calcium, alcohol, and fruit and vegetable nutrients and of a detrimental effect of fatty acids. *The American journal of clinical nutrition*. 2004;79(1):155-65.
41. El Khayat H, Emam E, Hassan N, Kandeel W, Elagouza I, Zaki M. Impact of body fat mass on bone mineral density and content and on serum level of c-terminal telopeptide of type 1 collagen among overweight and obese children and adolescents. *Journal of Applied Sciences Researches*. 2013;9(1):770-7.
41. Alishiri GH, Shakibae A, Kazempour M, Ebrahimipour Z. The effect of fat mass and lean mass on Bone Mineral Density in military premenopausal women. *Journal Mil Med*. 2013;15(3):169-75.



42. Gracia-Marco L, Ortega F, Jimenez-Pavon D, Rodriguez G, Castillo M, Vicente-Rodriguez G, et al. Adiposity and bone health in Spanish adolescents. The HELENA study. *Osteoporosis International*. 2012;23(3):937-47.

43. Jürimäe T, Sööt T, Jürimäe J. Relationships of anthropometrical parameters and body composition with bone mineral content or density in young women with different levels of physical activity. *Journal of physiological anthropology and applied human science*. 2005;24(6):579-87.

44. Taes YE, Lapauw B, Vanbillemont G, Bogaert V, De Bacquer D, Zmierzak H, et al. Fat mass is negatively associated with cortical bone size in young healthy male siblings. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2009;94(7):2325-31.

45. Zhao L-J, Liu Y-J, Liu P-Y, Hamilton J, Recker RR, Deng H-W. Relationship of obesity with osteoporosis. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2007;92(5): 1640-6.