

## Мінеральна щільність та якість кісткової тканини в чоловіків з ожирінням

For cite: Mezhdunarodnyi Endokrinologicheskii Zhurnal. 2017;13:4-12. doi: 10.22141/2224-0721.13.1.2017.96749

**Резюме.** Ожиріння й остеопороз — два метаболічних захворювання, поширеність яких значно зросла останніми десятиліттями та що набули статусу основних загроз для здоров'я у всьому світі. За даними літератури, високий індекс маси тіла (ІМТ), з одного боку, призводить до збільшення мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ) та в результаті створює специфічний захисний механізм від виникнення переломів певних ділянок скелета, а з іншого — підвищує частоту падінь і призводить до гіршої консолідації переломів. Проте показник якості кісткової тканини (ТБС) оцінює мікроархітектуру трабекулярної кісткової тканини незалежно від МЩКТ. **Мета дослідження** — визначення зв'язку між параметрами МЩКТ і ТБС в українських чоловіків, які страждають від ожиріння. **Матеріали та методи.** Обстежено 396 чоловіків віком 40–89 років, які були розподілені згідно з ІМТ на дві групи: основна група (I) — з ожирінням, чий ІМТ був  $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup> (n = 129), і контрольна група (II) — без ожиріння, з ІМТ < 30 кг/м<sup>2</sup> (n = 267). МЩКТ на рівні всього скелета, поперекового відділу хребта (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>), шийки стегнової кістки та ультрадистального відділу кісток передпліччя досліджували методом двоенергетичної рентгенівської денситометрії (Prodigy, GE Lunar, Мадісон, США). Показник ТБС (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>) на рівні поперекового відділу хребта оцінювали за допомогою методики ТБС iNsite (Med-Imaps, Pessac, Франція). **Результати.** Установлено, що чоловіки з ожирінням мали значно вищу МЩКТ поперекового відділу хребта, шийки стегнової кістки, усього скелета й ультрадистального відділу кісток передпліччя (p < 0,001) порівняно з чоловіками без ожиріння. Проте показник ТБС (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>) був вірогідно нижчий у чоловіків з ожирінням (p < 0,001). Спостерігається вірогідна позитивна кореляція між жировою масою і МЩКТ на різних етапах дослідження, а також між жировою масою і ТБС (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>), хоча й негативна. **Висновки.** Ожиріння негативно впливає на якість трабекулярної кісткової тканини, хоча показники МЩКТ вірогідно вищі.

**Ключові слова:** якість трабекулярної кісткової тканини; мінеральна щільність кісткової тканини; чоловіки; ожиріння

### Вступ

Однією з найактуальніших проблем сьогодення залишаються надлишкова маса тіла й ожиріння. Згідно з визначенням асоціації ендокринологів, ожиріння — це хронічне рецидивуюче мультифакторне захворювання, що характеризується підвищеним відкладанням жиру та збільшенням маси тіла. До факторів, що визначають розвиток ожиріння, належать: генетичні, демографічні (вік, стать, етнічна приналежність), соціально-економічні, психологічні (перенапруження нервової системи), поведінкові (харчування, фізична активність, алкоголь, куріння, стреси) та нейроендокринні порушення [1].

Ожиріння належить до найбільш поширених хронічних захворювань у світі та сягає масштабів неінфекційної епідемії. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, у 2014 році ожиріння зареєстровано в 13 % дорослого населення світу (11 % чоловіків і 15 % жінок). Загалом від ожиріння страждає близько 20,1 % населення нашої країни. За даними Міністерства охорони здоров'я України, серед чоловіків ожиріння відмічається в 15,9 % та серед жінок — у 25,7 % [19].

Жирова тканина — ендокринний орган, що виконує низку ендокринних, паракринних і аутокринних функцій: активно секретує естрогени (ароматаза

адипоцитів сприяє синтезу естрогенів із надниркових андрогенів), ангіотензиноген, простагландини, фактор некрозу пухлини  $\alpha$ , інтерлейкін-6, лептин, резистин, адипонектин, інсуліноподібний фактор росту 1, інгібітор активатора плазміногену I [20]. Як ендокринний орган жирова тканина виділяє кілька циркулюючих факторів, що можуть або збільшувати і посилювати, або зменшувати масу трабекулярної кісткової тканини. Важливо відзначити, що вироблені жировою тканиною гормони й адипоцитокіни визначають тип взаємодії між кістковою та жировою тканинами. В останньому дослідженні за участю жінок у постменопаузі було відзначено, що відносно велика кількість вісцерального жиру і невелика — підшкірної жирової клітковини може мати шкідливий вплив на якість кісткової тканини. Надмірна кількість вісцерального жиру є морфологічним субстратом інсулінорезистентності та головним критерієм метаболічного синдрому, самостійним чинником ризику розвитку багатьох тяжких захворювань, таких як цукровий діабет 2-го типу та атеросклероз. Крім цього, надлишкова маса тіла й ожиріння є фактором ризику розвитку ішемічної хвороби серця, гіпертонічної хвороби, ішемічного інсульту, раку ободової кишки, раку молочної залози, раку ендометрія й остеоартрозу, а також негативно впливає на психологічне здоров'я людей і якість їх життя. Чи не єдиним позитивним аспектом наявності ожиріння раніше вважався його протективний ефект щодо розвитку остеопорозу.

Ожиріння й остеопороз — два метаболічних захворювання, поширеність яких значно зросла останніми десятиліттями. Частково це може бути пов'язано з глобальним постарінням населення багатьох країн світу. Поєднання цих порушень, що раніше вважалися взаємовиключними, створює спектр проблем для клініцистів. Обидва захворювання мають генетичне підґрунтя, проте є чутливими до різноманітних факторів навколишнього середовища. Вони виявляються в молодому віці, та їх прогресування до повної клінічної картини може зайняти десятиліття. Ці два стани навіть окремо пов'язані з підвищенням захворюваності та смертності, а за умови їх поєднання в одного пацієнта багаторазово посилюють патологічний вплив.

Остеопороз (ОП) — найбільш поширене системне захворювання скелета, що характеризується зниженням кісткової маси й структурними змінами кісткової тканини, які виражені настільки, що навіть при незначній травмі можливе виникнення переломів. Проблема ОП на сьогодні також привертає увагу багатьох дослідників, оскільки, згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, ОП входить до четвірки захворювань, що займають провідні позиції за показниками смертності та інвалідизації населення разом із серцево-судинними захворюваннями, цукровим діабетом і онкологічною патологією. Оскільки ОП перебігає без характерної клінічної картини аж до виникнення перелому, важливим напрямком у вивченні ОП є виявлення нових факторів ризику розвитку ОП і переломів. Ви-

значення мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ) за допомогою двофотонної рентгенівської абсорбціометрії (DXA) на рівні шийки стегнової кістки, поперекового відділу хребта й усього скелета є золотим стандартом для встановлення діагнозу «остеопороз» та моніторингу ефективності лікування. Відомо, що міцність кісткової тканини залежить від декількох параметрів: мікрогеометрії кортикального шару кістки, МЩКТ, мікроархітектури трабекулярної кістки, мікропошкоджень, мінералізації та метаболізму кісткової тканини.

Дослідження в дорослих і дітей виявили, що МЩКТ має позитивний зв'язок із масою тіла й індексом маси тіла (ІМТ), хоча є протиріччя щодо переважного впливу м'язової або жирової маси на МЩКТ. Епідеміологічні дослідження виявили, що надлишкова маса тіла та високий ІМТ корелюють із кращими показниками МЩКТ. За результатами численних лабораторних і клінічних досліджень відомо, що низька маса тіла або низький ІМТ у чоловіків і жінок є сильними предикторами низької МЩКТ та підвищеного ризику переломів, що враховується в алгоритмі FRAX, розробленому для розрахунку 10-річного ризику переломів. Але цей алгоритм працює лише для пацієнтів з ІМТ < 30 кг/м<sup>2</sup>, тоді як вплив маси тіла на ризик переломів у дорослого населення з ожирінням (ІМТ > 30 кг/м<sup>2</sup>) усе ще не визначено.

Декілька нещодавно проведених досліджень показують, що ожиріння захищає організм людини від переломів, і тоді ж стверджують, що ожиріння є фактором ризику для певних типів переломів. А саме дослідження Hsu, проведене на великій когорті китайських чоловіків і жінок, показує, що частота неverteбральних переломів значно вища в пацієнтів із більш високим відсотком жирової тканини в організмі незалежно від маси тіла [22]. Високий ризик неverteбральних переломів у людей з ожирінням може виникнути внаслідок змін кісткової мікроархітектури, зниження якості кісткової тканини або під впливом факторів, що пов'язані з міцністю кісток.

У перехресне дослідження M.R. Salamat та співавт. були включені 5892 чоловіки та жінки (183 чоловіки < 50 років, 409 чоловіків  $\geq$  50 років, 1832 жінки в пременопаузі та 3468 жінок у постменопаузі). Середній вік для чоловіків < 50 років становив  $41,7 \pm 8,3$  року, для чоловіків  $\geq$  50 років —  $64,5 \pm 9,7$ , для жінок в пременопаузі —  $44,1 \pm 7,9$  і жінок після менопаузи —  $60,3 \pm 8,3$  року. Середній ІМТ для чоловіків < 50 років становив  $25,9 \pm 4,2$  кг/м<sup>2</sup>,  $26,5 \pm 4,2$  кг/м<sup>2</sup> — для чоловіків  $\geq$  50 років,  $28,6 \pm 4,6$  — для жінок у пременопаузі та  $29,0 \pm 4,6$  — для жінок у постменопаузі. З даного дослідження були виключені пацієнти, які мали захворювання печінки, нирок, щитоподібної та прищитоподібних залоз, онкологічні захворювання; пацієнти, які приймали препарати для лікування остеопорозу; жінки, які приймали пероральні контрацептиви або замісну гормональну терапію; вагітні та жінки в період лактації. Установлено,

що 82 (40,8 %) чоловіки < 50 років, 160 (41,0 %) чоловіків ≥ 50 років, 752 (41,2 %) жінки в пременопаузі, 1371 (39,6 %) жінка в постменопаузі мали надлишкову вагу і 36 (17,9 %) чоловіків < 50 років, 81 (20,8 %) чоловік ≥ 50 років, 632 (34,8 %) жінки в пременопаузі й 1447 (41,7 %) — у постменопаузі страждали від ожиріння. Усім пацієнтам проводилася DXA з метою вивчення МЩКТ на рівні поперекового відділу хребта та стегнової кістки, а також для оцінки будови тіла. При порівнянні чоловіків ≥ 50 років та жінок із нормальною вагою з поправкою на вік відносний ризик (ВР) остеопенії становив 0,19 (95% довірчий інтервал (ДІ) 0,07–0,56) і 0,38 (95% ДІ 0,29–0,51) для чоловіків з ожирінням ≥ 50 років і жінок після менопаузи відповідно, ВР остеопорозу становив 0,26 (95% ДІ 0,11–0,64) і 0,15 (95% ДІ від 0,11–0,20) відповідно. У цьому дослідженні ожиріння значно знижує ризик розвитку остеопорозу, остеопенії та низької МЩКТ у всіх учасників. Не було виявлено жодного впливу статі та менопаузи на ожиріння, що є парадоксом при остеопорозі. Результати дослідження показали, що серед чоловіків ≥ 50 років спостерігалася більш висока поширеність остеопорозу, ніж серед жінок після настання менопаузи [21].

De Laet із колегами провели метааналіз даних та встановили, що ніякого додаткового збільшення ризику перелому стегна не було зареєстровано в чоловіків із більш високим ІМТ порівняно з чоловіками з нормальною масою тіла. Проте в дослідженні Osteoporotic Fractures in Men, в якому обстежували чоловіків ≥ 65 років, ожиріння було пов'язано з більш високою частотою неverteбральних переломів (гомілки та проксимального відділу плечової кістки) порівняно з чоловіками з нормальною масою тіла незалежно від МЩКТ. У цьому дослідженні більшість чоловіків (72 %) мали надлишкову масу тіла або страждали від ожиріння і менше 1 % мали недостатню масу тіла. Тому отримані результати узгоджуються з попередньо проведеними дослідженнями, в яких було доведено, що найвищий ризик перелому стегнової кістки в чоловіків зі зниженою масою тіла, але було припущено, що ожиріння може збільшувати ризик неverteбральних переломів незалежно від МЩКТ [14].

У ретроспективному дослідженні іспанські вчені проаналізували дані 186 171 чоловіка віком ≥ 65 років, які проживали в Каталонії (північний схід Іспанії), з яких 139 419 (74,9 %) мали доступні виміри ІМТ. Обстежені чоловіки були розподілені на три групи згідно з ІМТ: зі зниженою/нормальною масою тіла (ІМТ < 25 кг/м<sup>2</sup>, n = 26 298), надлишковою масою тіла (≤ 25 ІМТ < 30 кг/м<sup>2</sup>, n = 70 851) та ожирінням (ІМТ ≥ 30 кг/м<sup>2</sup>, n = 42 270). Лише 0,6 % чоловіків (n = 806) мали недостатню масу тіла (ІМТ < 18,5 кг/м<sup>2</sup>). Було зафіксовано вірогідно менше випадків переломів хребта і стегнової кістки в чоловіків з ожирінням (ВР 0,65; 95% ДІ 0,53–0,80 і ВР 0,63; 95% ДІ 0,54–0,74 відповідно) та надлишковою масою тіла (ВР 0,77; 95% ДІ 0,64–0,92 і ВР 0,63; 95% ДІ 0,55–0,72 відповідно)

порівняно з чоловіками зі зниженою/нормальною масою тіла. Крім того, чоловіки з ожирінням мали меншу кількість переломів зап'ястка/передпліччя (ВР 0,77; 95% ДІ 0,61–0,97) і кісток таза (ВР 0,44; 95% ДІ 0,28–0,70) порівняно з чоловіками зі зниженою/нормальною масою тіла. З іншого боку, множинні переломи ребер частіше зустрічалися в чоловіків із надлишковою масою тіла (ВР 3,42; 95% ДІ 1,03–11,37) та з ожирінням (ВР 3,96; 95% ДІ 1,16–13,52) [16]. Існує думка, що через обмежені фізичні можливості людина з ожирінням під час падіння, імовірно, впаде назад або убік, а не вперед, тим самим захищаючи зап'ясток від удару.

Незважаючи на численні підтвердження того, що жирова тканина має протективний вплив на скелет, число досліджень, що свідчать протилежне, збільшується. Вивчення взаємозв'язків між кістковою та жировою тканиною на молекулярному та клітинному рівнях може призвести до кращого розуміння механізмів розвитку остеопорозу й ожиріння та допоможе розробити тактику лікування цих захворювань.

**Мета дослідження:** оцінити показники мінеральної щільності та якості кісткової тканини в чоловіків з ожирінням.

## Матеріали та методи

В Українському науково-медичному центрі проблем остеопорозу було обстежено 396 чоловіків віком 40–89 років. Чоловіки були розподілені на такі групи залежно від ІМТ: I — 129 чоловіків з ожирінням (ІМТ ≥ 30 кг/м<sup>2</sup>; середній вік — 59,9 ± 10,4 року, середній зріст — 174,4 ± 6,8 см, середня маса тіла — 100,0 ± 9,8 кг, середній ІМТ — 32,9 ± 2,6 кг/м<sup>2</sup>), II — 267 чоловіків без ожиріння (ІМТ < 30 кг/м<sup>2</sup>; середній вік — 60,9 ± 12,5 року, середній зріст — 174,3 ± 6,7 см, середня маса тіла — 77,1 ± 9,8 кг, середній ІМТ — 25,3 ± 2,6 кг/м<sup>2</sup>). Пацієнти обох груп були додатково розподілені на підгрупи по десятиріччям.

У дослідження не включали чоловіків, які мали в анамнезі захворювання або приймають препарати, що мають доведений вплив на метаболізм кісткової тканини.

МЩКТ на рівні всього скелета, поперекового відділу хребта (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>), шийки стегнової кістки та ультрадистального відділу кісток передпліччя досліджували методом двоенергетичної рентгенівської денситометрії (Prodigy, GE Lunar, Мадісон, США). Якість трабекулярної кісткової тканини (Trabecular Bone Score — TBS) на рівні поперекового відділу хребта (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>) оцінювали за допомогою методики TBS iNight® (Med-Imaps, Pécass, Франція). Визначали антропометричні показники: зріст (см), масу тіла (кг), ІМТ вираховували за формулою: ІМТ = маса тіла, кг/зріст, м<sup>2</sup>.

Статистичний аналіз проводили за допомогою програми Statistica 10.0. Результати подані як середні величини (M ± SD). Різницю між групами встановлювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA. Міжгрупові

Таблиця 1. Клінічна характеристика обстежених пацієнтів,  $M \pm SD$ 

Показник	Вікові групи		P
	<b>40–49 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 58)</b>	<b>З ожирінням (n = 20)</b>	
Середній вік, роки	44,0 ± 2,9	45,1 ± 3,2	0,171
Середній зріст, см	178,0 ± 6,5	179,7 ± 5,6	0,303
Середня маса тіла, кг	78,8 ± 10,4	105,9 ± 10,5	< 0,001
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	24,8 ± 2,6	32,7 ± 2,4	< 0,001
	<b>50–59 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 69)</b>	<b>З ожирінням (n = 44)</b>	
Середній вік, роки	54,7 ± 3,1	54,6 ± 2,9	0,833
Середній зріст, см	178,0 ± 6,5	179,7 ± 5,6	0,079
Середня маса тіла, кг	78,5 ± 9,9	100,3 ± 9,8	< 0,001
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	25,1 ± 2,8	32,9 ± 2,5	< 0,001
	<b>60–69 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 58)</b>	<b>З ожирінням (n = 43)</b>	
Середній вік, роки	64,3 ± 2,9	63,7 ± 2,8	0,365
Середній зріст, см	172,2 ± 6,3	173,4 ± 6,0	0,359
Середня маса тіла, кг	75,2 ± 11,3	99,8 ± 8,9	< 0,001
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	25,2 ± 2,8	33,2 ± 2,6	< 0,001
	<b>70–79 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 64)</b>	<b>З ожирінням (n = 15)</b>	
Середній вік, роки	73,5 ± 2,6	73,3 ± 2,4	0,705
Середній зріст, см	171,8 ± 6,3	173,7 ± 5,5	0,303
Середня маса тіла, кг	76,4 ± 7,8	95,7 ± 4,9	< 0,001
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	25,8 ± 2,1	31,8 ± 1,8	< 0,001
	<b>80–89 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 18)</b>	<b>З ожирінням (n = 7)</b>	
Середній вік, роки	84,1 ± 2,6	83,1 ± 2,3	0,424
Середній зріст, см	169,4 ± 4,8	167,0 ± 7,6	0,356
Середня маса тіла, кг	74,4 ± 8,4	92,7 ± 12,8	< 0,001
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	25,9 ± 2,4	33,3 ± 2,5	< 0,001

відмінності оцінювали за допомогою тесту Шеффе. Взаємозв'язок жирової маси та МЩКТ, TBS ( $L_1-L_4$ ) визначали, використовуючи лінійну регресію. Різницю показників вважали вірогідною при  $p < 0,05$ .

## Результати

У загальній групі ми виявили, що чоловіки з ожирінням мають значно вищу МЩКТ порівняно з чоловіками без ожиріння на рівні поперекового відділу хребта (І група —  $1,289 \pm 0,212$  г/см<sup>2</sup>, ІІ група —  $1,172 \pm 0,237$  г/см<sup>2</sup>;  $F = 22,59$ ;  $p < 0,001$ ), шийки стегнової кістки (І група —  $0,964 \pm 0,148$  г/см<sup>2</sup>, ІІ група —  $0,914 \pm 0,150$  г/см<sup>2</sup>;  $F = 25,18$ ;  $p < 0,001$ ), усього скелета (І група —  $1,277 \pm 0,098$  г/см<sup>2</sup>, ІІ група —  $1,185 \pm 0,118$  г/см<sup>2</sup>;  $F = 57,38$ ;  $p < 0,001$ ) і ультрадистального відділу кісток передпліччя (І група —  $0,555 \pm 0,086$  г/см<sup>2</sup>, ІІ група —  $0,494 \pm 0,095$  г/см<sup>2</sup>;  $F = 37,57$ ;  $p < 0,001$ ) (рис. 1).

Показник TBS ( $L_1-L_4$ ) вірогідно нижчий у чоловіків з ожирінням порівняно з чоловіками з нормальною масою тіла (І група —  $1,053 \pm 0,161$ , ІІ група —  $1,197 \pm 0,167$ ;  $F = 66,48$ ;  $p < 0,001$ ) (рис. 2).

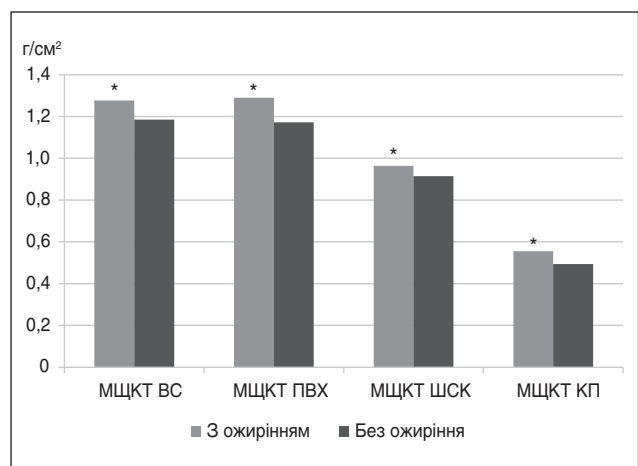
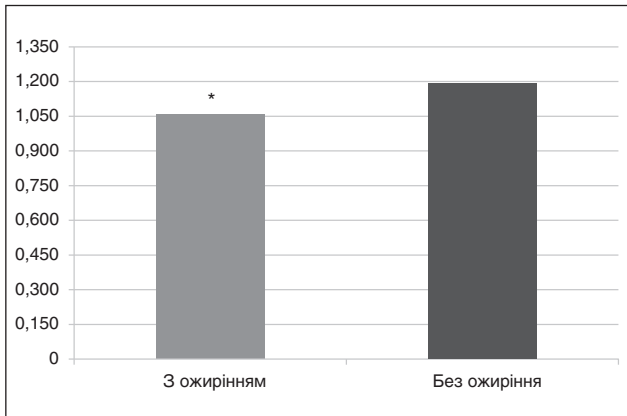


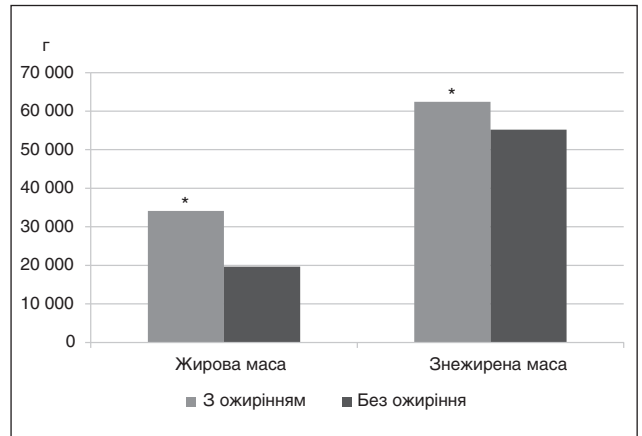
Рисунок 1. Мінеральна щільність кісткової тканини в обстежених чоловіків

Примітки: ВС — весь скелет; ПВХ — поперековий відділ хребта; ШСК — шийка стегнової кістки; КП — ультрадистальний відділ кісток передпліччя; \* —  $p < 0,05$ .



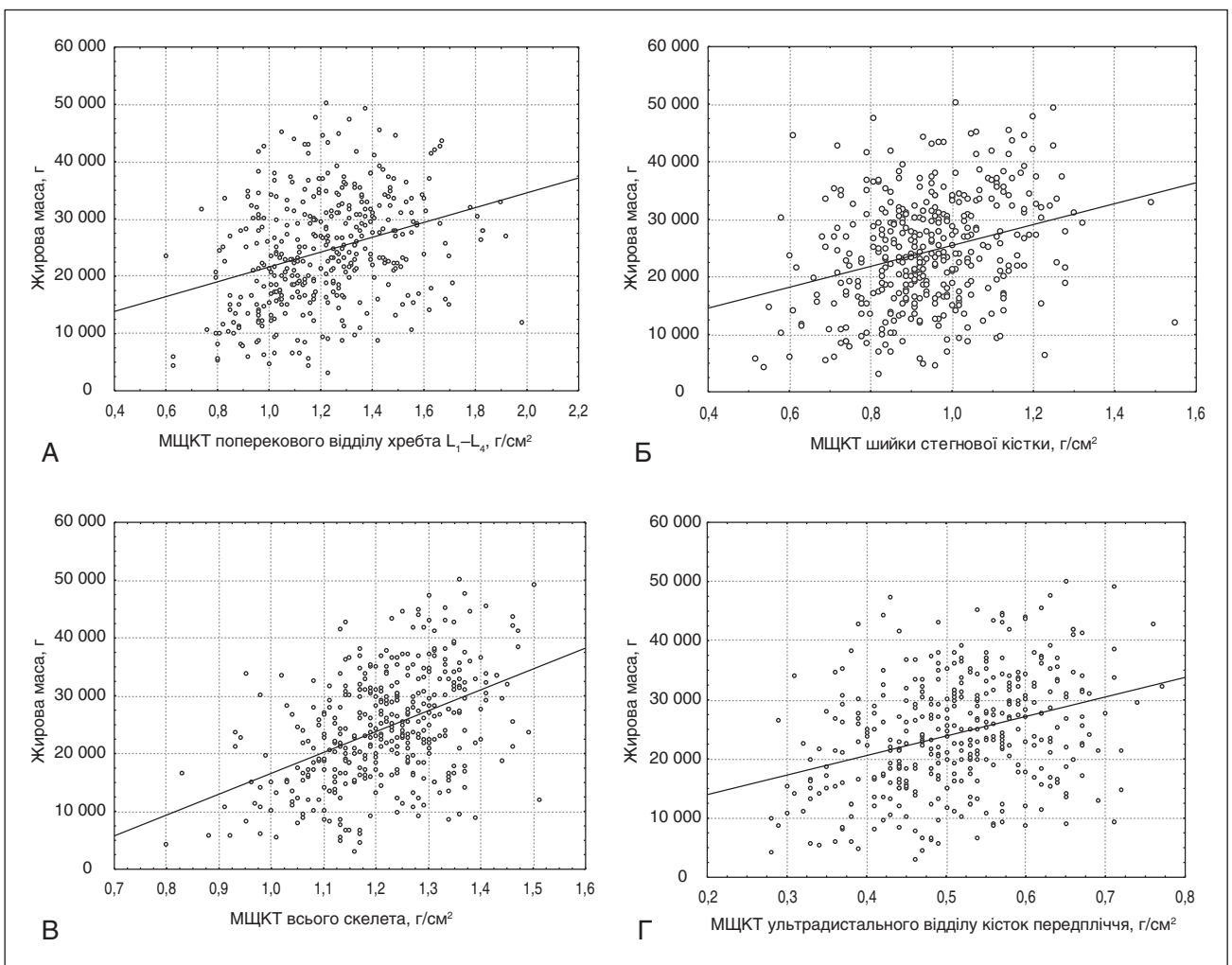
**Рисунок 2. Показник якості трабекулярної кісткової тканини (TBS (L<sub>1</sub>-L<sub>4</sub>)) у обстежених чоловіків**

Примітка: \* —  $p < 0,05$ .



**Рисунок 3. Показники жирової та знежиреної маси всього тіла в обстежених чоловіків**

Примітка: \* —  $p < 0,05$ .



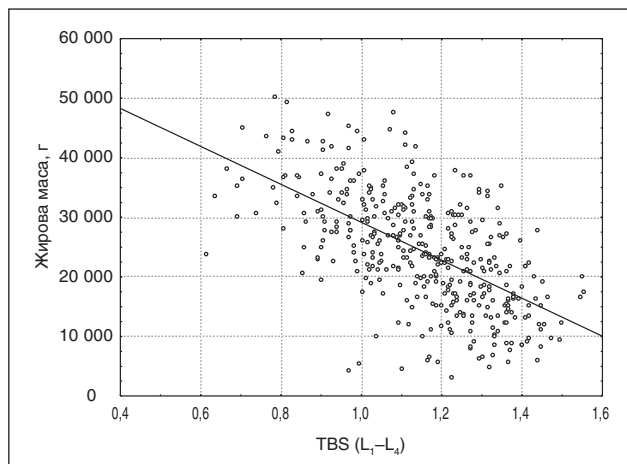
**Рисунок 4. Зв'язок між показником жирової маси та мінеральної щільності кісткової тканини в обстежених чоловіків на рівні поперекового відділу хребта (А), шийки стегнової кістки (Б), усього скелета (В) та ультрадистального відділу кісток передпліччя (Г)**

Примітка: зв'язок описаний за допомогою рівняння лінійної регресії: А) жирова маса,  $г = 8667,28 + 12,96 \times \text{МЩКТ ПВХ (L}_1\text{-L}_4\text{), г/см}^2$  ( $r = 0,32$ ;  $p < 0,001$ ); Б) жирова маса,  $г = 7290,34 + 18161,03 \times \text{МЩКТ ШСК, г/см}^2$  ( $r = 0,29$ ;  $p < 0,001$ ); В) жирова маса,  $г = -19492,08 + 36092,98 \times \text{МЩКТ ВС, г/см}^2$  ( $r = 0,45$ ;  $p < 0,001$ ); Г) жирова маса,  $г = 7371,53 + 33035,54 \times \text{МЩКТ КП, г/см}^2$  ( $r = 0,34$ ;  $p < 0,001$ ).

Таблиця 2. Якість та мінеральна щільність кісткової тканини в чоловіків залежно від віку,  $M \pm SD$ 

Показник	Вікові групи		P
	<b>40–49 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 58)</b>	<b>З ожирінням (n = 20)</b>	
TBS (L <sub>1</sub> –L <sub>4</sub> )	1,265 ± 0,136	1,082 ± 0,118	< 0,001
МЦКТ ПВХ, г/см <sup>2</sup>	1,183 ± 0,217	1,243 ± 0,189	0,278
МЦКТ ШСК, г/см <sup>2</sup>	0,991 ± 0,144	1,047 ± 0,141	0,506
МЦКТ СК, г/см <sup>2</sup>	1,037 ± 0,146	1,118 ± 0,148	0,037
МЦКТ ВС, г/см <sup>2</sup>	1,123 ± 0,522	1,309 ± 0,103	0,002
МЦКТ КП, г/см <sup>2</sup>	0,522 ± 0,086	0,589 ± 0,078	0,003
	<b>50–59 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 69)</b>	<b>З ожирінням (n = 44)</b>	
TBS (L <sub>1</sub> –L <sub>4</sub> )	1,198 ± 0,184	1,028 ± 0,179	< 0,001
МЦКТ ПВХ, г/см <sup>2</sup>	1,083 ± 0,207	1,233 ± 0,197	< 0,001
МЦКТ ШСК, г/см <sup>2</sup>	0,898 ± 0,144	0,994 ± 0,152	0,001
МЦКТ СК, г/см <sup>2</sup>	0,964 ± 0,157	1,085 ± 0,158	< 0,001
МЦКТ ВС, г/см <sup>2</sup>	1,162 ± 0,119	1,267 ± 0,099	< 0,001
МЦКТ КП, г/см <sup>2</sup>	0,505 ± 0,095	0,553 ± 0,088	0,009
	<b>60–69 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 58)</b>	<b>З ожирінням (n = 43)</b>	
TBS (L <sub>1</sub> –L <sub>4</sub> )	1,206 ± 0,136	1,077 ± 0,133	< 0,001
МЦКТ ПВХ, г/см <sup>2</sup>	1,161 ± 0,230	1,330 ± 0,207	< 0,001
МЦКТ ШСК, г/см <sup>2</sup>	0,907 ± 0,149	0,993 ± 0,121	0,003
МЦКТ СК, г/см <sup>2</sup>	0,993 ± 0,167	1,115 ± 0,136	< 0,001
МЦКТ ВС, г/см <sup>2</sup>	1,183 ± 0,117	1,281 ± 0,089	< 0,001
МЦКТ КП, г/см <sup>2</sup>	0,491 ± 0,094	0,555 ± 0,068	< 0,001
	<b>70–79 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 64)</b>	<b>З ожирінням (n = 15)</b>	
TBS (L <sub>1</sub> –L <sub>4</sub> )	1,143 ± 0,176	1,050 ± 0,182	0,071
МЦКТ ПВХ, г/см <sup>2</sup>	1,277 ± 0,265	1,331 ± 0,236	0,465
МЦКТ ШСК, г/см <sup>2</sup>	0,899 ± 0,148	0,955 ± 0,129	0,184
МЦКТ СК, г/см <sup>2</sup>	1,009 ± 0,162	1,069 ± 0,145	0,199
МЦКТ ВС, г/см <sup>2</sup>	1,205 ± 0,119	1,248 ± 0,118	0,209
МЦКТ КП, г/см <sup>2</sup>	0,489 ± 0,092	0,533 ± 0,124	0,128
	<b>80–89 років</b>		
	<b>Без ожиріння (n = 18)</b>	<b>З ожирінням (n = 7)</b>	
TBS (L <sub>1</sub> –L <sub>4</sub> )	1,144 ± 0,188	0,907 ± 0,143	0,038
МЦКТ ПВХ, г/см <sup>2</sup>	1,142 ± 0,198	1,143 ± 0,255	0,005
МЦКТ ШСК, г/см <sup>2</sup>	0,800 ± 0,103	0,942 ± 0,290	0,075
МЦКТ СК, г/см <sup>2</sup>	0,859 ± 0,115	1,102 ± 0,235	0,002
МЦКТ ВС, г/см <sup>2</sup>	1,092 ± 0,091	1,281 ± 0,085	< 0,001
МЦКТ КП, г/см <sup>2</sup>	0,394 ± 0,076	0,518 ± 0,091	0,002

Примітки: ПВХ — поперековий відділ хребта; ШСК — шийка стегнової кістки; СК — стегнова кістка; ВС — весь скелет; КП — ультрадистальний відділ кісток передпліччя.



**Рисунок 5. Зв'язок між показником жирової маси та якістю трабекулярної кісткової тканини в обстежених чоловіків**

**Примітка:** зв'язок описаний за допомогою рівняння лінійної регресії:  $\text{жирова маса, г} = 51890,18 - 15071,44 \times \text{TBS (L}_1\text{--L}_4\text{)}$  ( $r = -0,60$ ;  $p < 0,001$ ).

При оцінці будови тіла встановлено, що чоловіки з ожирінням порівняно з чоловіками з нормальною масою тіла мають вірогідно вищі показники жирової (I група —  $34117,63 \pm 5934,17$ , II група —  $19654,96 \pm 7037,20$ ;  $F = 401,91$ ;  $p < 0,001$ ) та знежиреної маси усього тіла (I група —  $62412,65 \pm 6379,61$ , II група —  $55206,82 \pm 6282,80$ ;  $F = 112,25$ ;  $p < 0,001$ ) (рис. 3).

При аналізі МЩКТ залежно від віку нами встановлено, що МЩКТ поперекового відділу хребта, шийки стегнової кістки і всього скелета значно відрізняються в чоловіків віком 40–49, 50–59, 60–69 і 80–89 років ( $p < 0,05$ ). У той же час у чоловіків віком 70–79 років показники МЩКТ поперекового відділу хребта ( $p = 0,46$ ), шийки стегнової кістки ( $p = 0,18$ ), усього тіла ( $p = 0,21$ ), ультрадистального відділу кісток передпліччя ( $p = 0,13$ ) і TBS ( $p = 0,07$ ) істотно не відрізнялися (табл. 2).

Було проведено регресійний аналіз та встановлено позитивний вірогідний зв'язок між показником жирової маси та МЩКТ на рівні всього скелета, поперекового відділу хребта ( $L_1\text{--}L_4$ ), шийки стегнової кістки та ультрадистального відділу кісток передпліччя (рис. 4).

Проте між показником жирової маси та TBS ( $L_1\text{--}L_4$ ) встановлено негативний вірогідний зв'язок (рис. 5).

## Обговорення

У дослідженні A.L. Evans та групи авторів було вивчено 100 індивідуально підібраних пар чоловіків і жінок із нормальною масою тіла ( $\text{ІМТ } 18,5\text{--}24,9 \text{ кг/м}^2$ ) і ожирінням ( $\text{ІМТ} > 30 \text{ кг/м}^2$ ) віком від 25 до 40 років або від 55 до 75 років. Усім пацієнтам проводилася DXA та оцінювали МЩКТ усього тіла, стегнової кістки та поперекового відділу хребта, а за допомо-

гою кількісної комп'ютерної томографії вивчали трабекулярну кісткову тканину на рівні поперекового відділу хребта. У результаті проведеного дослідження встановлено, що люди з ожирінням мали більшу МЩКТ на рівні поперекового відділу хребта та всього скелета порівняно з обстеженими з нормальною масою тіла ( $p < 0,01$ ). Установлено, що в жінок з ожирінням якість кісткової тканини вірогідно вища порівняно з жінками з нормальним ІМТ ( $p = 0,003$ ). Проте при оцінці якості трабекулярної кісткової тканини в чоловіків вірогідних відмінностей між групами не отримано ( $p = 0,166$ ). Відповідно до отриманих результатів вчені зробили висновок, що дорослі з ожирінням мають вищу МЩКТ, більш товсту та більш щільну кору, а також більшу кількість трабекул, ніж дорослі з нормальною масою тіла [21].

G. Mazzetti та групою авторів було проведено дослідження, метою якого було визначити, чи є зв'язок між ІМТ і TBS залежно від виробника денситометра, оскільки денситометри оцінюють м'які тканини по-різному. Проаналізовано дані 1919 жінок і 811 чоловіків віком  $\geq 40$  років, які брали участь у канадському багатоцентровому дослідженні остеопорозу. Усім учасникам дослідження було проведено DXA поперекового відділу хребта та TBS ( $L_1\text{--}L_4$ ) на денситометрі фірми GE Lunar (4 центри) та Hologic (3 центри). У результаті проведеного дослідження встановлена вірогідна негативна кореляція між TBS і ІМТ у чоловіків ( $r = -0,36$ ,  $p < 0,0001$ ) та жінок ( $r = -0,33$ ,  $p < 0,0001$ ) на денситометрі фірми Hologic. При аналізі даних TBS, отриманих на апараті GE Lunar, вірогідних відмінностей між TBS і ІМТ не було отримано ( $r = 0$  у чоловіків,  $r = -0,02$  у жінок). Проте встановлена вірогідна кореляція між ІМТ та МЩКТ на обох приладах для чоловіків і жінок. Автори зробили такий висновок: ІМТ значно впливає на показники TBS у чоловіків і жінок при вимірюванні на апараті фірми Hologic, але не на денситометрі фірми GE Lunar [19].

В останньому дослідженні китайських науковців, метою якого було визначити вплив жирової тканини та її розподілу на якість кісткової тканини в здорових китайських чоловіків, було обстежено 228 чоловіків віком від 38 до 89 років. Чоловіки були розподілені згідно з ІМТ на 3 групи: 78 чоловіків мали  $\text{ІМТ} \leq 24 \text{ кг/м}^2$  (нормальний), 111 чоловіків —  $\text{ІМТ } 24\text{--}28 \text{ кг/м}^2$  (надлишкова вага), а інші 39 мали  $\text{ІМТ} \geq 28 \text{ кг/м}^2$  (ожиріння). Визначення МЩКТ, показника TBS і розподіл жирової тканини в організмі досліджували за допомогою DXA. У результаті проведеного дослідження встановлено, що МЩКТ на рівні поперекового відділу хребта збільшувалась із зростанням ІМТ, але не було отримано вірогідних відмінностей між TBS і ІМТ серед трьох груп. Крім того, вченими отримано вірогідний кореляційний зв'язок між показниками жирової маси та МЩКТ поперекового відділу хребта ( $r = 0,290$ ,  $p < 0,001$ ). На відміну від цього

встановлена негативна кореляція між TBS і жировою масою ( $r = -0,220$ ,  $p = 0,001$ ). Подальший аналіз показав, що більший вплив на показник TBS має андройдний тип відкладання жирової тканини, ніж геноїдний ( $r = -0,181$ ). Проте встановлено вірогідний кореляційний зв'язок МЩКТ поперекового відділу хребта з андройдним та геноїдним типом відкладання жирової тканини [17].

Отримані нами результати узгоджуються з показниками попередніх досліджень, в яких показано, що МЩКТ, але не TBS, пов'язана з більш високим індексом маси тіла.

## Висновки

Ожиріння негативно впливає на якість трабекулярної кісткової тканини, хоча показники МЩКТ вірогідно вищі. TBS ( $L_1-L_4$ ) значно нижчий у чоловіків з ожирінням порівняно з чоловіками з нормальною масою тіла. Установлено позитивний вірогідний зв'язок між показником жирової маси та МЩКТ на рівні всього скелета, поперекового відділу хребта ( $L_1-L_4$ ), шийки стегнової кістки та ультрадистального відділу кісток передпліччя. Проте між показником жирової маси та TBS ( $L_1-L_4$ ) встановлено негативний вірогідний зв'язок.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

## References

- Bermeo S, Gunaratnam K, Duque G. Fat and bone interactions. *Curr Osteoporos Rep.* 2014;12(2):235-42.
- Cao JJ. Effects of obesity on bone metabolism. *J Orthop Surg Res.* 2011;15(6):30.
- Compston J. Obesity and bone. *Curr Osteoporos Rep.* 2013;11(1):30-35.
- Faje A, Klibanski A. Body composition and skeletal health: too heavy? Too thin? *Curr Osteoporos Rep.* 2012;10(3):208-16.
- Gonçalves MJ, Rodrigues AM, Canhão H, Fonseca JE. Osteoporosis: from bone biology to individual treatment decision. *Acta Med Port.* 2013;26(4):445-55.
- Gonnelli S, Caffarelli C, Nuti R. Obesity and fracture risk. *Clin Cases Miner Bone Metab.* 2014;11(1):9-14.
- Gower BA, Casazza K. Divergent effects of obesity on bone health. *J Clin Densitom.* 2013;16(4):450-454.
- Leonard MB, Zemel BS, Wrotniak BH et al. Tibia and radius bone geometry and volumetric density in obese compared to non-obese adolescents. *Bone.* 2015;73:69-76.
- Naot D, Cornish J. Cytokines and Hormones That Contribute to the Positive Association between Fat and Bone. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2014;9(5):70.
- Nielson CM, Srikanth P, Orwoll ES. Obesity and fracture in men and women: an epidemiologic perspective. *J Bone Miner Res.* 2012;27(1):1-10.
- Rosen CJ, Bouxsein ML. Mechanisms of disease: is osteoporosis the obesity of bone? *Nature clinical practice.* 2006;2(1):35-43.
- Sharma S, Randon TV, Mahajan S et al. Obesity: Friend or foe for osteoporosis. *J Midlife Health.* 2014;5(1):6-9.
- De Laet C, Kanis JA, Oden A et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2005;16:1330-1338.
- Nielson CM, Marshall LM, Adams AL, LeBlanc ES, Cawthon PM, Ensrud K, Stefanick ML, Barrett-Connor E, Orwoll ES. Osteoporotic Fractures in Men Study Research Group. BMI and fracture risk in older men: the osteoporotic fractures in men study (MrOS). *J Bone Miner Res.* 2011;26(3):496-502.
- Leslie WD, Orwoll ES, Nielson CM, Morin SN, Majumdar SR, Johansson H, Odén A, McCloskey EV, Kanis JA. Estimated Lean Mass and Fat Mass Differentially Affect Femoral Bone Density and Strength Index but Are Not FRAX Independent Risk Factors for Fracture. *J Bone Miner Res.* 2014;29(11):2511-2519.
- Premaor MO, Compston JE, Avilés FF, Pagès-Castellà A, Nogués X, Díez-Pérez A, Prieto-Alhambra D. The Association Between Fracture Site and Obesity in Men: A Population-Based Cohort Study. *J Bone Miner Res.* 2013;28(8):1771-1777.
- Lv S, Zhang A, Di W, Sheng Y, Cheng P, Qi H, Liu J, Yu J, Ding G, Cai J, Lai B. Assessment of Fat distribution and Bone quality with Trabecular Bone Score (TBS) in Healthy Chinese Men. *Scientific Reports.* 2016;26:1-8.
- Weisberg SP, McCann D, Desai M et al. Obesity is associated with macrophage accumulation in adipose tissue. *J Clin Invest.* 2003;112(12):1796-1808.
- Mazzetti G, Berger C, Leslie WD, Hans D, Langsetmo L, Hanley DA, Kovacs CS, Prior JC, Kaiser SM, Davison KS, Josse R, Papaioannou A, Adachi JR, Goltzman D, Morin SN. Densitometer-Specific Differences in the Correlation Between Body Mass Index and Lumbar Spine Trabecular Bone Score. *J Clin Densitom.* 2016 Dec 26. pii: S1094-6950(16)30185-8. doi: 10.1016/j.jocd.2016.11.003. [Epub ahead of print]
- Hsu YH, Venners SA, Terwedow HA, Feng Y, Niu T, Li Z, Laird N, Brain JD, Cummings SR, Bouxsein ML, Rosen CJ, Xu X. 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;83:146-154.
- Salamat MR, Salamat AH, Janghorbani M. Association between Obesity and Bone Mineral Density by Gender and Menopausal Status. *Endocrinol Metab.* 2016;31:547-558.
- Evans AL, Paggiosi MA, Eastell R, Walsh JS. Bone Density, Microstructure and Strength in Obese and Normal Weight Men and Women in Younger and Older Adulthood. *J Bone Miner Res.* 2015;30(5):920-928.

Отримано 10.02.2017 ■



Поворознюк В.В., Мусиенко А.С.

ГУ «Институт геронтологии имени Д.Ф. Чеботарева НАМН Украины», г. Киев, Украина

### Минеральная плотность и качество костной ткани у мужчин с ожирением

**Резюме.** Ожирение и остеопороз — два метаболических заболевания, распространенность которых значительно возросла за последние десятилетия и которые получили статус основных угроз для здоровья во всем мире. По данным литературы, высокий индекс массы тела (ИМТ), с одной стороны, приводит к увеличению минеральной плотности костной ткани (МПКТ) и в результате создает специфический защитный механизм от переломов на определенных участках скелета, а с другой — повышает частоту падений и приводит к худшей консолидации переломов. Однако показатель качества костной ткани (ТБС) оценивает микроархитектуру трабекулярной костной ткани независимо от МПКТ. **Цель** исследования — определение связи между параметрами МПКТ и ТБС у украинских мужчин, страдающих от ожирения. **Материалы и методы.** Обследовано 396 мужчин в возрасте 40–89 лет, которые были распределены согласно ИМТ на две группы: основная группа (I) — с ожирением, чей ИМТ был  $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup> (n = 129), и контрольная группа (II) — без ожирения, с ИМТ  $< 30$  кг/м<sup>2</sup> (n = 267). МПКТ на уровне всего скелета, поясничного отдела позвоночника (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>),

шейки бедренной кости и ультрадистального отдела костей предплечья исследовали методом двухэнергетической рентгеновской денситометрии (Prodigy, GELunar, Мадисон, США). Показатель ТБС (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>) на уровне поясничного отдела позвоночника оценивали с помощью методики ТБС iNsight (Med-Imaps, Pessac, Франция). **Результаты.** Установлено, что мужчины с ожирением имели значительно более высокую МПКТ поясничного отдела позвоночника, шейки бедренной кости, всего скелета и ультрадистального отдела костей предплечья (p < 0,001) по сравнению с мужчинами без ожирения. Однако показатель ТБС (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>) был достоверно ниже у мужчин с ожирением (p < 0,001). Наблюдается достоверная положительная корреляция между жировой массой и МПКТ на различных участках исследования, а также между жировой массой и ТБС (L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>), хотя и отрицательная. **Выводы.** Ожирение негативно влияет на качество трабекулярной костной ткани, хотя показатели МПКТ достоверно выше.

**Ключевые слова:** качество трабекулярной костной ткани; минеральная плотность костной ткани; мужчины; ожирение

V.V. Povoroznyuk, A.S. Musiienko

SI "D.F. Chebotariov Institute of Gerontology of NAMS Ukraine", Kyiv, Ukraine

### Bone mineral density and trabecular bone tissue quality in obese men

**Abstract.** Obesity and osteoporosis are the two metabolic diseases with increased prevalence over last decades and a strong impact on the global morbidity and mortality have gained a status of major health threats worldwide. There is evidence that the higher body mass index (BMI) values are associated with greater bone mineral density (BMD) resulting in a site-specific protective effect for fragility fractures. On the other hand, higher BMI values increases incidence of falls and is associated with worse fractures consolidation. However, trabecular bone score (TBS) indirectly explores bone quality, independently of BMD. The **aim** of the study was to determine the connection between the BMD and TBS parameters in Ukrainian men suffering from obesity. **Methods.** We examined 396 men aged 40–89 years, by the BMI all the subjects were divided into 2 groups: Group A — with obesity and BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> (n = 129) and Group B — without obesity and

BMI  $< 30$  kg/m<sup>2</sup> (n = 267). The BMD of total body, lumbar spine at the site L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub>, femur and forearm were measured by DXA (Prodigy, GEHC Lunar, Madison, WI, USA). The TBS of L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub> was assessed by means of TBS iNsight (Med-Imaps, Pessac, France). **Results.** In general, obese men had a significantly higher BMD of lumbar spine, femoral neck, total body and ultradistal forearm (p < 0.001) in comparison with men without obesity. The TBS of L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub> was significantly lower in obese men compared to non-obese men (p < 0.001). The significant positive correlation between the fat mass and the BMD at different sites was observed. The correlation between the fat mass and TBS of L<sub>1</sub>–L<sub>4</sub> was also significant, but negative. **Conclusions.** Obesity negatively affects the quality of trabecular bone, while bone mineral density was significantly higher.

**Keywords:** trabecular bone score; bone mineral density; men; obesity