

УДК 616-056.52+616.71)-055.1

Поворознюк В.В., Мусієнко А.С.

ДУ «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України», м. Київ, Україна

Зв'язок жирової маси й кісткової тканини в чоловіків

Резюме. Мета дослідження – оцінити показники якості та мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ) у чоловіків з надлишковою масою тіла та ожирінням. **Матеріали та методи.** Обстежено 388 чоловіків у віці 40-87 років, які були розподілені згідно ІМТ на 4 групи: I група – з нормальною масою тіла, чий ІМТ був $<25 \text{ кг/м}^2$ ($n = 115$); II група – з надлишковою масою тіла, ІМТ $25\text{--}29,9 \text{ кг/м}^2$ ($n = 144$); III група – з ожирінням I ступеня, ІМТ $30\text{--}34,5 \text{ кг/м}^2$ ($n = 110$); IV група – з ожирінням II ступеня, ІМТ $\geq 35 \text{ кг/м}^2$ ($n = 19$). МЩКТ на рівні всього скелета, поперекового відділу хребта (L1-L4), шийки стегнової кістки та кісток передпліччя досліджували методом двоенергетичної рентгенівської абсорбціометрії («Prodigy, GE Lunar», Мадісон, США). Показник TBS (L1-L4) на рівні поперекового відділу хребта оцінювали за допомогою методики TBS iNsight («Med-Imaps», Pessac, Франція). **Результати.** У результаті проведеного дослідження встановлено, що чоловіки з надлишковою масою тіла та ожирінням мали значно вищу МЩКТ поперекового відділу хребта, шийки стегнової кістки, всього скелета й кісток передпліччя ($p < 0,001$) у порівнянні із чоловіками з нормальною масою тіла. Проте, показник TBS (L1-L4) вірогідно нижчий у чоловіків з надлишковою масою тіла та ожирінням ($p < 0,001$). Встановлено позитивний вірогідний зв'язок між показником жирової маси й МЩКТ на рівні поперекового відділу хребта (L1-L4) та шийки стегнової кістки. Проте, між показником жирової маси та TBS (L1-L4) встановлено негативний вірогідний зв'язок. Сила впливу андройдного типу відкладання жирової тканини на показники МЩКТ та TBS є вищою ($r = -0,651$), у порівнянні з геноїдним типом ($r = -0,493$). **Висновки.** Ожиріння негативно впливає на якість трабекулярної кісткової тканини, хоча показники МЩКТ вірогідно зростають зі збільшенням ІМТ. **Ключові слова:** мінеральна щільність кісткової тканини (МЩКТ); якість трабекулярної кісткової тканини (TBS); чоловіки; надлишкова маса тіла; ожиріння

Вступ

Однією з найактуальніших проблем сьогодення залишається надлишкова маса тіла й ожиріння. Згідно визначення Асоціації ендокринологів ожиріння – це хронічне рецидивуюче мультифакторіальне захворювання, яке характеризується підвищеним відкладанням жиру та збільшенням маси тіла. Надлишкова маса тіла – це підвищення нормальної маси тіла на 10%.

Ожиріння відноситься до найбільш поширених хронічних захворювань у світі й досягає масштабів неінфекційної епідемії. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) у 2014 році ожиріння було зареєстроване в 13% дорослого населення світу (11% чоловіків і 15% жінок). Вчені прогнозують, що до 2025 року на ожиріння страждатимуть 18% чоловіків та 21% жінок у світі. Всього від ожиріння страждає близько 20,1% населення нашої країни. За даними МОЗ України надлишкова маса тіла серед чоловіків зустрічається

в 50,5%, серед жінок у 56%, а ожиріння – в 15,9% чоловіків та 25,7% жінок [19].

Групою експертів ВООЗ була запропонована класифікація ожиріння, яка базується на показнику індексу маси тіла. Індекс маси тіла (ІМТ) – умовний показник, що використовується при оцінці ступеня ожиріння або дефіциту маси тіла. Іноді називається індекс Кетле або індекс Кетеле (фр. та англ. Quetelet) на честь бельгійського математика й статистика Адольфа Кетле, який запропонував його. Розрахункова формула: $\text{ІМТ} = \text{маса тіла (кг)} / (\text{зріст у м})^2$.

Надлишкова маса тіла й ожиріння є факторами ризику розвитку ішемічної хвороби серця, гіпертонічної хвороби, ішемічного інсульту, раку ободової кишки, раку молочної залози, раку ендометрію й остеоартрозу, а також чинять негативний вплив на психологічне здоров'я людей і якість їх життя. Чи не єдиним позитивним аспектом наявності ожиріння

раніше вважався його протективний ефект щодо розвитку остеопорозу.

Проблема остеопорозу (ОП) на сьогоднішній день також привертає увагу багатьох дослідників. Згідно з даними ВООЗ, ОП входить до четвірки захворювань, які займають провідні позиції за показниками смертності та інвалідизації населення, разом із серцево-судинними захворюваннями, діабетом і онкологічною патологією. Важливим напрямком у вивченні ОП є виявлення нових факторів ризику розвитку ОП і переломів, оскільки ОП перебігає без характерної клінічної картини аж до виникнення низькоенергетичного перелому, а пацієнти, які перенесли один остеопоротичний перелом, мають високий ризик повторних переломів. «Золотим стандартом» для встановлення діагнозу остеопороз та моніторингу ефективності лікування є визначення мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ) за допомогою двохфотонної рентгенівської абсорбціометрії (ДРА) на рівні шийки стегнової кістки, поперекового відділу хребта й всього скелета.

Ожиріння й остеопороз — два метаболічних захворювання, поширеність яких значно зросла за останні десятиліття. Частково це може бути пов'язано із глобальним «постарінням» населення багатьох країн світу. Ці два стани навіть окремо пов'язані з підвищенням захворюваності й смертності, а за умови поєднання у одного пацієнта багаторазово посилюють патологічний вплив.

Дослідження в дорослих і дітей виявили, що МЩКТ має позитивний зв'язок з масою тіла та ІМТ, хоча є протиріччя щодо переважного впливу м'язової або жирової маси на МЩКТ. За результатами численних досліджень відомо, що надлишкова маса тіла та високий ІМТ корелюють з кращими показниками МЩКТ. Проте, жирова маса всього тіла складається з декількох жирових депо, які відрізняються не лише за своєю анатомічною локалізацією, а й за продукцією та експресією гормонів, цитокінів і запальних чинників, які можуть вплинути на кісткову тканину. Вплив ожиріння на МЩКТ може також залежати від розподілу жирової тканини, а не лише від показника жирової маси всього тіла.

Дослідження, проведене Rithirangsiroj K. et. al. показало, що в 15,7% жінок з надлишковою масою тіла

та в 9,4% жінок з ожирінням було діагностовано остеопороз на рівні шийки стегнової кістки в порівнянні з 52,1% осіб зі зниженою масою тіла й 20,3% з нормальною масою тіла. У цій же групі жінок лише 5,9% жінок з ожирінням мали Т-показник на рівні поперекового відділу хребта менше -2,5 в порівнянні із 22,8% жінок зі зниженою масою тіла й 12% з нормальною масою тіла [1].

Декілька нещодавно проведених досліджень показують, що ожиріння створює специфічний захисний механізм від виникнення переломів певних ділянок скелета, а з іншого боку — підвищує частоту падінь і призводить до гіршої консолидації переломів. Дослідження Hsu, проведене на великій когорті китайських чоловіків і жінок, показує, що частота невертебральних переломів значно вище в пацієнтів з більш високим відсотком жирової тканини у організмі, незалежно від маси тіла [22]. Високий ризик невертебральних переломів у людей з ожирінням може виникнути в результаті змін кісткової мікроархітектури, зниження якості кісткової тканини або під впливом факторів, які пов'язані з міцністю кісток.

DeLaet з колегами провели мета-аналіз даних та встановили, що ніякого додаткового збільшення ризику перелому стегна не було зареєстровано в чоловіків з більш високим ІМТ порівняно із чоловіками з нормальною масою тіла. Проте, в дослідженні Osteoporotic Fractures in Men (MrOS), де обстежували чоловіків ≥ 65 років, ожиріння було пов'язано з більш високою частотою невертебральних переломів (гомілки й проксимального відділу плечової кістки) порівняно із чоловіками з нормальною масою тіла незалежно від МЩКТ [14].

У ретроспективному дослідженні іспанські вчені проаналізували дані 186,171 чоловіків у віці ≥ 65 років, що проживали в Каталонії (північний схід Іспанії), з яких 139,419 (74,9%) мали доступні виміри ІМТ. Обстежені чоловіки були розподілені на три групи згідно ІМТ: лише 0,6% ($n = 806$) мали недостатню масу тіла ($\text{ІМТ} < 18,5 \text{ кг/м}^2$) та були класифіковані як пацієнти зі зниженою/нормальною масою тіла ($\text{ІМТ} < 25 \text{ кг/м}^2$, $n = 26,298$), надлишковою масою тіла ($\leq 25 \text{ ІМТ} < 30 \text{ кг/м}^2$, $n = 70,851$) та ожирінням ($\text{ВМІ} \geq 30 \text{ кг/м}^2$, $n = 42,270$). Було зафіксовано вірогідно менше випадків переломів хребта й 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) в порівнянні із чоловіками зі зниженою/нормальною масою тіла. Крім того, чоловіки з ожирінням мали меншу кількість переломів зап'ястя/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 з 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 па-

Таблиця 1. Класифікація ожиріння за ІМТ (ВООЗ).

Класифікація	ІМТ
Дефіцитмаси тіла	$< 18,5$
Нормальна маса тіла	$18,5-24,9$
Надлишкова маса тіла	$\geq 25,0$
– преожиріння	$25,0-29,9$
– ожиріння	$\geq 30,0$
– ожиріння I ступеня	$30,0-34,9$
– ожиріння II ступеня	$35,0-39,9$
– ожиріння III ступеня	$\geq 40,0$

діння, ймовірно, впаде назад або убік, а не вперед, тим самим захищаючи зап'ястя від удару.

В останньому дослідженні китайських науковців, метою якого було визначити вплив жирової тканини й її розподіл на якість кісткової тканини в здорових китайських чоловіків, було обстежено 228 чоловіків, віком від 38 до 89 років. Чоловіки були розподілені згідно ІМТ на 3 групи: 78 чоловіків мали ІМТ ≤ 24 кг/м² (нормальний), 111 чоловіків з ІМТ 24–28 кг/м² (надлишкова вага), а решта 39 мали ІМТ ≥ 28 кг/м² (ожиріння). Визначення МЩКТ, показника TBS і розподіл жирової тканини у організмі досліджували за допомогою ДРА. В результаті проведеного дослідження встановлено, що МЩКТ на рівні поперекового відділу хребта збільшувалася зі зростанням ІМТ, але не було отримано вірогідних відмінностей між TBS та 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 андройдом та гіноїдним типом відкладання жирової тканини [17].

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

Мета дослідження — оцінити показники якості та мінеральної щільності кісткової тканини у чоловіків з надлишковою масою тіла та ожирінням.

Матеріали та методи

В Українському науково-медичному центрі проблем остеопорозу було обстежено 388 чоловіків у віці 40–87 років. Чоловіки були розділені на 4 групи залежно від ІМТ: I група — 115 чоловіків з нормальною масою тіла, ІМТ < 25 кг/м²; II група — 144 чоловіки з надлишковою

масою тіла, ІМТ 25–29,9 кг/м²; III група — 110 чоловіків з ожирінням I ступеня, ІМТ 30–34,5 кг/м²; IV група — 19 чоловіків з ожирінням II ступеня, ІМТ ≥ 35 кг/м². Антропометрична характеристика обстежених чоловіків представлена в таблиці 2. В дослідження не включали чоловіків, які мали в анамнезі захворювання або приймають препарати, які мають доведений вплив на метаболізм кісткової тканини.

МЩКТ на рівні всього скелета, поперекового відділу хребта (L_1 – L_4), шийки стегнової кістки та кісток передпліччя досліджували методом двохенергетичної рентгенівської денситометрії («Prodigy, GE Lunar», Мадісон, США). Якість трабекулярної кісткової тканини TBS (Trabecular Bone Score) на рівні поперекового відділу хребта (L_1 – L_4) 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, м².

Статистичний аналіз проводили за допомогою програми Statistica 10.0. Результати подані як середні величини ($M \pm SD$). Різницю між групами встановлювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA. Міжгрупові 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 обстеженій групі ми виявили, що чоловіки з надлишковою масою тіла та ожирінням мають значно вищу МЩКТ в порівнянні з чоловіками з нормальною масою тіла на рівні поперекового відділу хребта (I група — $1,090 \pm 0,207$ г/см², II група — $1,233 \pm 0,244$ г/см²; III група — $1,292 \pm 0,218$; IV група — $1,272 \pm 0,175$; $F = 16,92$; $p < 0,001$), шийки стегнової кістки (I група — $0,879 \pm 0,146$ г/см², II група — $0,945 \pm 0,150$ г/см²; III група — $0,992 \pm 0,147$; IV група — $1,008 \pm 0,158$; $F = 12,37$; $p < 0,001$), всього скелета (I група — $1,146 \pm 0,120$ г/см², II група — $1,220 \pm 0,107$ г/см²; III група — $1,269 \pm 0,098$; IV група — $1,322 \pm 0,093$; $F = 30,57$; $p < 0,001$) і кісток передпліччя (I група — $0,925 \pm 0,119$ г/см², II група — $0,961 \pm 0,100$ г/см²; III група — $0,981 \pm 0,098$; IV група — $1,000 \pm 0,114$; $F = 6,40$; $p < 0,001$) (Рис.1).

Таблиця 2. Антропометрична характеристика обстежених чоловіків.

Показник	Нормальна маса тіла (n = 115)	Надлишкова маса тіла (n = 144)	Ожиріння I ступеня (n = 110)	Ожиріння II ступеня (n = 19)	p
середній вік (років)	58,8 \pm 12,7	61,3 \pm 11,3	60,3 \pm 10,6	57,9 \pm 8,9	0,276
середній зріст (см)	174,6 \pm 6,5	174,5 \pm 6,8	174,9 \pm 6,7	171,6 \pm 6,6	0,268
середня маса тіла (кг)	69,9 \pm 7,2	82,7 \pm 8,0	98,1 \pm 10,5	111,5 \pm 9,2	<0,001
ІМТ (кг/м ²)	22,9 \pm 1,7	27,1 \pm 1,4	32,0 \pm 1,4	37,8 \pm 2,5	<0,001

Примітка: результати наведено у вигляді $M \pm SD$.

Показник TBS (L_1-L_4) вірогідно нижчий у чоловіків з надлишковою масою тіла та ожирінням порівняно із чоловіками з нормальною масою тіла (I група – $1,248 \pm 0,143$, II група – $1,158 \pm 0,176$; III група – $1,054 \pm 0,160$; IV група – $1,040 \pm 0,171$; $F = 29,83$; $p < 0,001$) (Рис.2).

При оцінці будови тіла встановлено, що чоловіки з надлишковою масою тіла та ожирінням мають вірогідно вищі показники жирової маси всього тіла (I група – $15035,7 \pm 5985,6$, II група – $23103,5 \pm 5741,8$; III група – $32980,4 \pm 5081,6$, IV група – $40641,5 \pm 6384,6$; $F = 540,40$; $p < 0,001$) та знежиреної маси всього тіла (I група – $59191,0 \pm 5373,2$, II група – $57147,6 \pm 6342,7$; III група – $61705,3 \pm 6351,7$, IV група – $66407,8 \pm 4967,5$; $F = 51,30$; $p < 0,001$) порівняно з чоловіками з нормальною масою тіла (Рис. 3).

Було проведено вивчення впливу жирової маси на показники мінеральної щільності та якості трабекулярної кісткової тканини. Встановлено позитивний вірогідний зв'язок між показником жирової маси та МЩКТ на рівні поперекового відділу хребта (L_1-L_4) та шийки стегнової кістки. Проте, між показником жирової маси та TBS (L_1-L_4) встановлено негативний вірогідний зв'язок (Рис.4).

З метою вивчення впливу типу розподілу жирової тканини на МЩКТ та якості кісткової тканини було проведено регресійний аналіз. Встановлено позитивний вірогідний зв'язок між андройдним типом відкла-

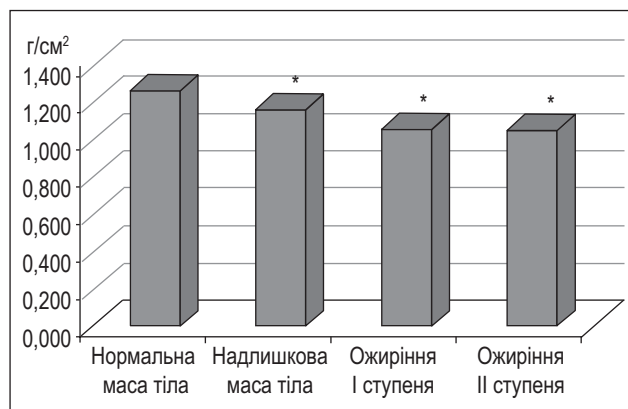


Рис. 2. Показник якості трабекулярної кісткової тканини (TBS L_1-L_4) у обстежених чоловіків.

Примітка: * – $p < 0,05$.

дання жирової тканини та МЩКТ на рівні поперекового відділу хребта (L_1-L_4) та шийки стегнової кістки. Проте, між показником жирової маси та TBS (L_1-L_4) встановлено негативний вірогідний зв'язок (Рис.5).

Встановлено позитивний вірогідний зв'язок між генейдним типом відкладання жирової тканини та МЩКТ на рівні поперекового відділу хребта (L_1-L_4) та шийки стегнової кістки. Проте, між показником жирової маси та TBS (L_1-L_4) встановлено негативний вірогідний зв'язок (Рис.6). Подальший аналіз показав,

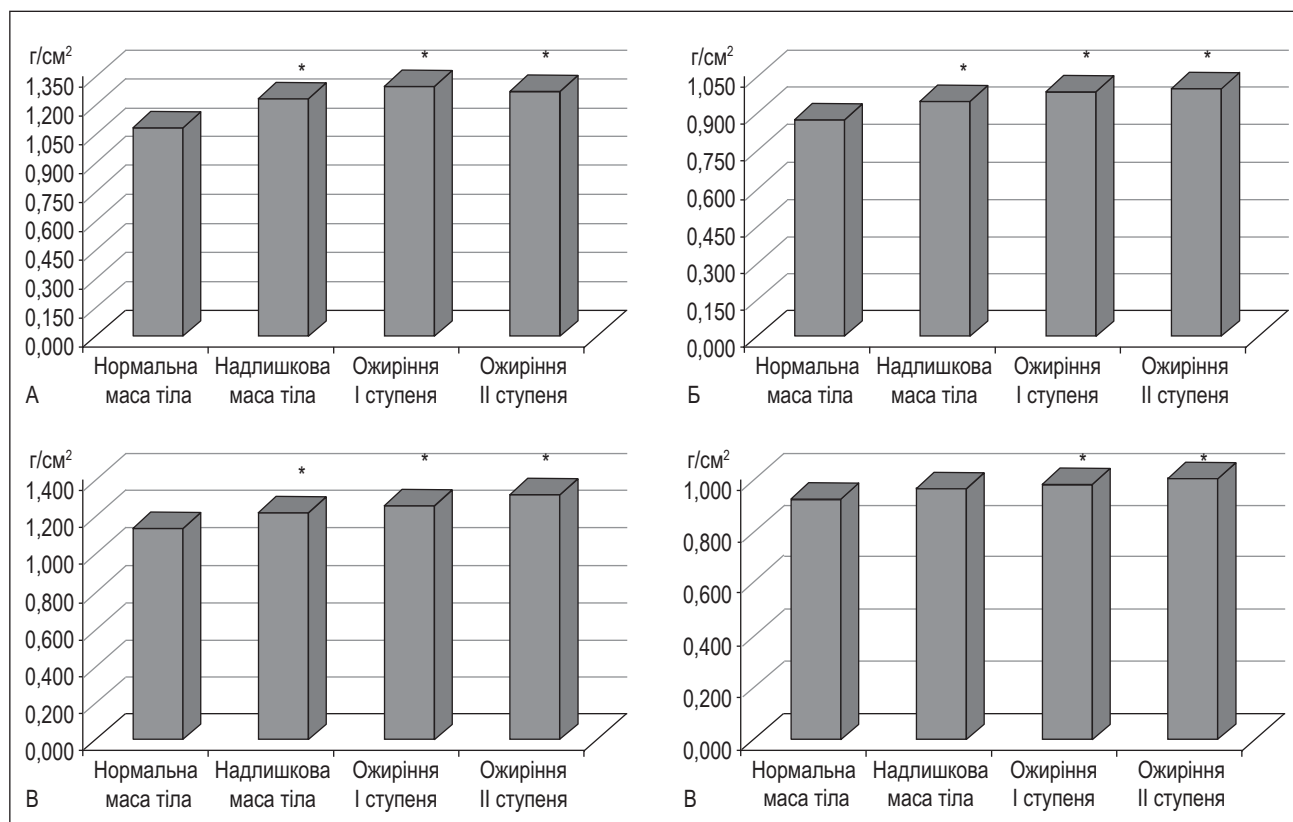


Рис. 1. МЩКТ обстежених чоловіків на рівні поперекового відділу хребта (А), шийки стегнової кістки (Б), всього скелета (В) та кісток передпліччя (Г).

Примітка: * – $p < 0,05$.

що сила впливу андройдного типу відкладання жирової тканини на показники МЩКТ та TBS є вищою в порівнянні з геноїдним типом відкладання жирової тканини.

Обговорення

Отримані нами результати підтверджують дані літератури про те, що МЩКТ, але не TBS, пов'язана з більш високим індексом маси тіла. Проте, основні

механізми в результаті яких надлишкова маса тіла й ожиріння можуть збільшити ризик переломів, залишаються неясними, хоча було запропоновано кілька пояснень.

По-перше, вважають, що надмірна маса тіла викликає значне механічне навантаження на скелет (особливо кортикальну частину), тому збільшення МЩКТ є наслідком пристосування до цього. По-друге, адипоцити є важливими джерелами продукції естрогену в жінок у по-

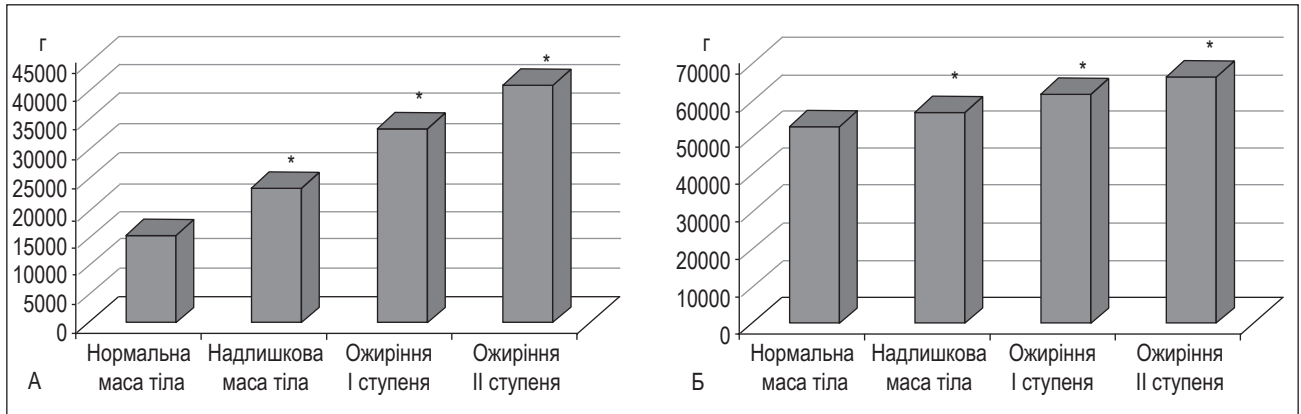
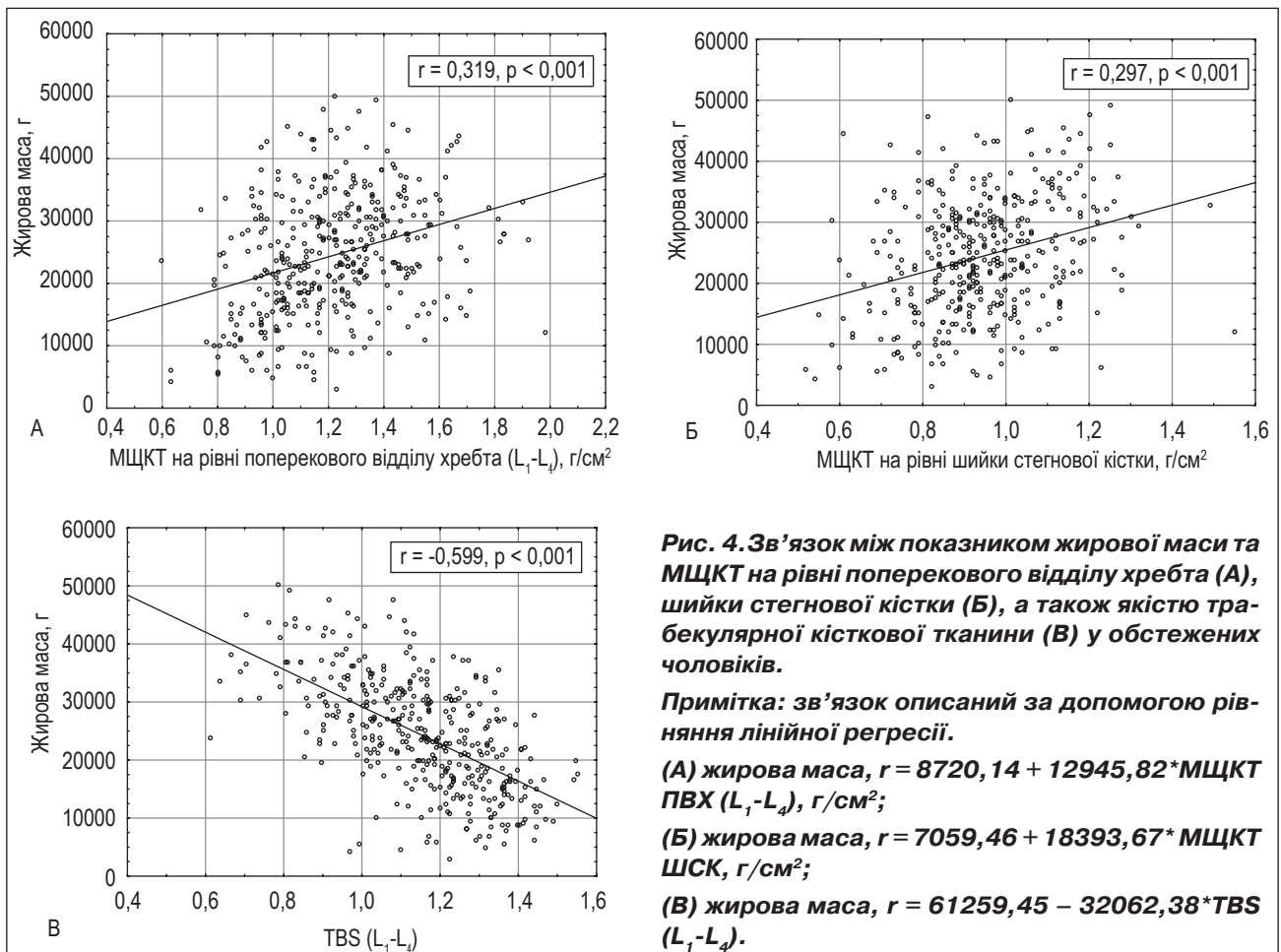


Рис. 3. Показники жирової (А) та знежиреної маси всього тіла (Б) у обстежених чоловіків.

Примітка: * – $p < 0,05$.

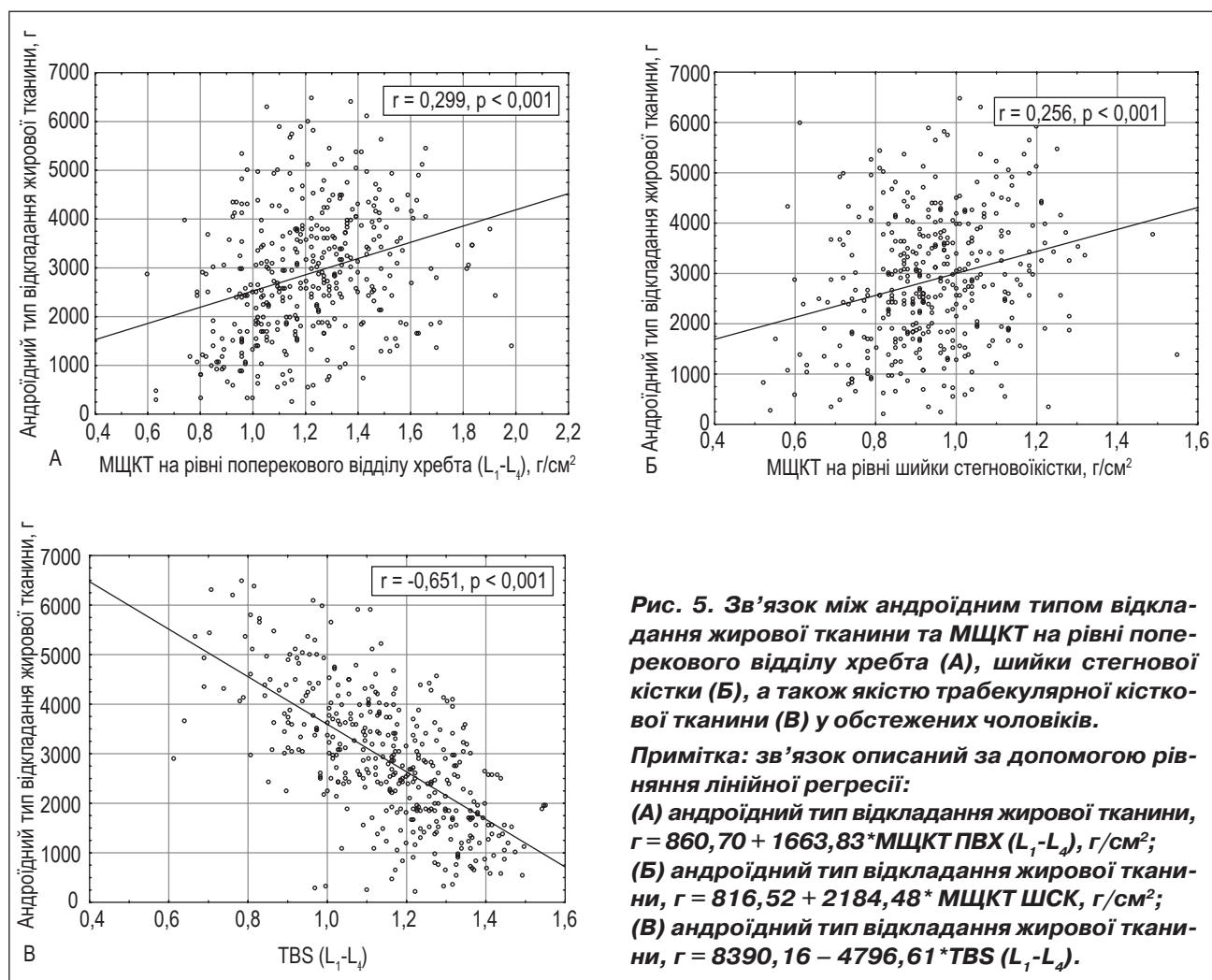


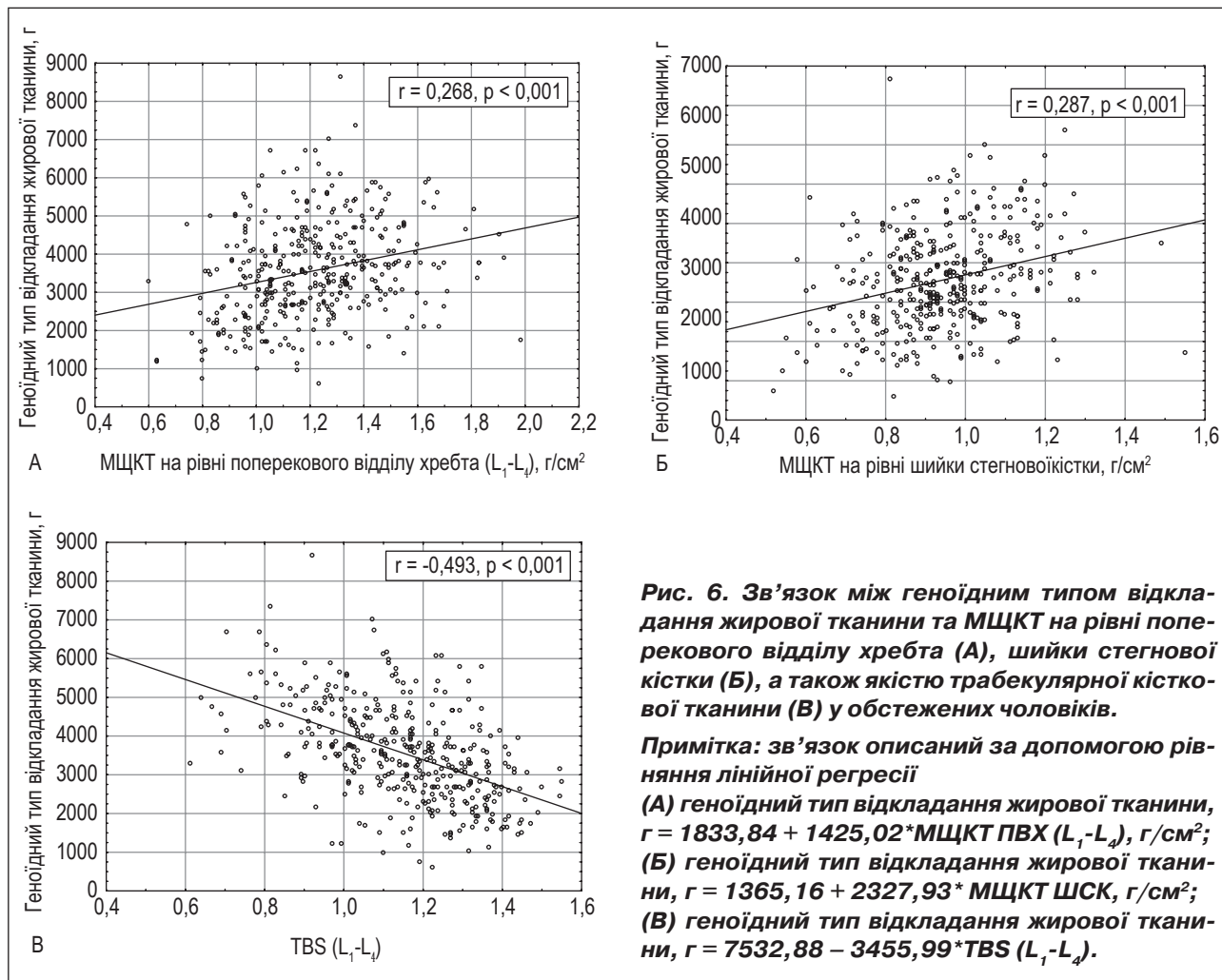
стменопаузальному періоді, а естрогени, як відомо, пригнічують резорбцію кісткової тканини остеокластами [20]. І, нарешті, при ожирінні розвивається резистентність до інсуліну, яка супроводжується його високим рівнем у плазмі крові. Підвищений рівень інсуліну сприяє секреції естрогенів та андрогенів, а також викликає зниження рівня глобуліну, який зв'язує статеві гормони в печінці. Перераховані зміни призводять до підвищення рівня статевих гормонів, та відповідно збільшення МЩКТ за рахунок зниження активності остеобластів і, можливо, підвищеної активності остеокластів [21].

На етапі старіння організму склад тіла, як і склад кісткового мозку, змінюється на користь збільшення присутності в ньому адипоцитів, які разом з остеобластами є похідними мезенхімальних стовбурових клітин. В результаті, ожиріння може збільшитися диференціація адипоцитів і накопичення жиру при одночасному зниженні диференціювання остеобластів і формування кісткової тканини. Важливо відзначити, що адипоцити в кістковому мозку можуть не тільки пригнічувати остеобластогенез, але, також, можуть сприяти резорбції кістки. Кістково-мозкові адипоцити, як і адипоцити будь-якої іншої локалізації, секретують прозапальні

цитокіни (ФНП-а, ІЛ-1 і ІЛ-6). Збільшення циркуляції й тканинної активності прозапальних цитокінів призводить до активації остеокластів і підвищення резорбції кісткової тканини за рахунок модифікації активатора рецептора NF- κ B (RANK)/RANK ліганд/остеопротегеринового шляху. Преадипоцитарний фактор 1 (Pref-1) і епідермальний ростовий фактор, які виділяються преадипоцитами й індують проліферацію жирової тканини в кістковому мозку, додатково мають здатність пригнічувати активність остеобластів [2].

На думку деяких дослідників, зв'язок між жировою та кістковою тканинами також слід розглядати через призму ендокринної моделі, яка включає жирову тканину — дисоційовану ендокринну систему кишечника — мозок, основними медіаторами якої є адипокіни (такі як лептин, адипонектин), гормони кишечника, що впливають на апетит (пептид YY, глюкагонподібний пептид 1 та грелін) і нейропептиди Y. Доведено, що лептин має прямий анаболічний вплив на кісткову тканину, ініціює диференціювання остеобластів та пригнічує дозрівання остеокластів. Адипонектин, впливаючи безпосередньо на рецептори остеобластів, сприяє їх дозріванню, а при зростанні рівня адипонек-





тину в сироватці крові відзначається збільшення кількості остеокластів через активацію RANKL та пригнічення секреції остеопротегерину. Пептид YY стимулює остеобластогенез, а грелін сприяє як диференціації остеобластів, так і активації остеокластогенезу. Нейропептиди Y відіграють важливу роль у зв'язку між масою тіла та гомеостазом кісткової тканини [5].

Висновки

Ожиріння негативно впливає на якість трабекулярної кісткової тканини, хоча показники МЩКТ вірогідно зростають зі збільшенням ІМТ.

TBS (L_1-L_4) значно нижчий у чоловіків з надлишковою масою тіла та ожирінням порівняно із чоловіками з нормальною масою тіла.

Встановлено позитивний вірогідний зв'язок між показником жирової маси та МЩКТ на рівні поперекового відділу хребта (L_1-L_4) та шийки стегнової кістки. Проте, між показником жирової маси та TBS (L_1-L_4) встановлено негативний вірогідний зв'язок.

Подальший аналіз показав, що сила впливу андрогенного типу відкладання жирової тканини на показники МЩКТ та TBS є вищою в порівнянні з генотипом відкладання жирової тканини.

Література

1. Rithirangsiroj K, Panyakhamlerd K, Chaikittisilpa S, Chaiwatanarat T, Taechakraichana N. Osteoporosis indifferent age-groups and various body mass index (BMI) ranges in women undergoing bone mass measurement at King Chulalongkorn Memorial Hospital // J MedAssoc-Thai. – 2012. – 95(5). – P. 644-9.
2. Cao J. J. Effects of obesity on bone metabolism // J. Orthop. Surg. Res. – 2011. – vol. 15, № 6. – P. 30.
3. Compston J. Obesity and bone // Curr. Osteoporos. Rep. – 2013. – vol. 11, № 1. – P. 30-35.
4. Faje A., Klibanski A. Body composition and skeletal health: tooheavy? Toothin? // Curr. Osteoporos. Rep. – 2012. – vol. 10, № 3. – P. 208-216.
5. Gonçalves M. J., Rodrigues A. M., Canhão H., Fonseca J. E. Osteoporosis: from bone biology to individual treatment decision // ActaMed. Port. – 2013. – vol. 26, № 4. – P. 445-455.
6. Gonnelli S., Caffarelli C., Nuti R. Obesity and fracture risk // Clin. Cases Miner. Bone Metab. – 2014. – vol. 11, № 1. – P. 9-14.
7. Gower B. A., Casazza K. Divergent effects of obesity on bone health // J. Clin. Densitom. – 2013. – vol. 16, № 4. – P. 450-454.

8. Leonard M. B., Zemel B. S., Wrotniak B. H. Et al. Tibia and radius bone geometry and volumetric density in obese compared to non-obese adolescents // *Bone*. – 2015. – vol. 73. – P. 69-76.
9. Naot D., Cornish J. Cytokines and Hormones That Contribute to the Positive Association between Fat and Bone // *Front Endocrinol (Lausanne)*. – 2014. – vol. 9, № 5. – P. 70.
10. Nielson C.M., Srikanth P., Orwoll E.S. Obesity and fracture in men and women: an epidemiologic perspective // *J. Bone Miner. Res.* – 2012. – vol. 27, № 1. – P. 1-10.
11. Rosen C. J., Bouxsein M. L. Mechanisms of disease: is osteoporosis the obesity of bone? // *Nature clinical practice*. – 2006. – vol. 2 № 1. – P. 35-43.
12. Sharma S., Randon T. V., Mahajan S. Et al. Obesity: Friend or foe for osteoporosis // *J. Midlife Health*. – 2014. – vol. 5, № 1. – P. 6-9.
13. De Laet C., Kanis J. A., Oden A., et al. Body mass indexes a predictor of fracture risk: a meta-analysis. // *Osteoporos Int*. – 2005. – vol. 16. – P. 1330-1338.
14. Nielson C. M., Marshall L. M., Adams A. L., Le Blanc E. S., Cawthon P. M., Ensrud K., Stefanick M. L., Barrett-Connor E., Orwoll E. S. 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. – vol. 26, № 3. – P. 496-502.
15. Leslie W. D., Orwoll E. S., Nielson C. M., Morin S. N., Majumdar S. R., Johansson H., Odén A., McCloskey E. V., Kanis J. A. 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. – vol. 29, № 11. – P. 2511-2519.
16. Premaor M. O., Compston J. E., Avilés F. F., 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. – vol. 28, № 8. – P. 1771-1777.
17. 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. – vol. 26. – P. 1-8.
18. Weisberg S.P., Mc Cann D., Desai M. et al. Obesity is associated with macrophage accumulation in adipose tissue // *J Clin Invest*. – 2003. – 112(12). – P. 1796-1808.
19. Nutrition, Physical Activity and Obesity // Available online: <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/disease-prevention/nutrition/country-work/ukraine2>.
20. Lan-Juan Zhao, Yong-Jun Liu, Peng-Yuan Liu, James Hamilton, Robert R. Recker, Hong-Wen Deng. Relationship of obesity with osteoporosis // *J Clin Endocrinol Metab*. – 2007. – 92(5). – P. 1640-1646.
21. Reid I. R. Relationships among body mass, its components, and bone // *Bone*. – 2002. – 31. – P. 547-555.
22. Hsu Y. H., Venners S. A., Terwedow H. A., Feng Y., Niu T., Li Z., Laird N., Brain J. D., Cummings S. R., Bouxsein M. L., Rosen C. J., 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. – vol. 83. – P. 146-54.

Отримано 02.10.2016 ■

Поворознюк В. В., Мусиенко А. С.

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

Связь жировой массы и костной ткани у мужчин

Резюме. Цель: оценить показатели качества и минеральной плотности костной ткани (МПКТ) у мужчин с избыточной массой тела и ожирением. **Материалы и методы.** Обследовано 388 мужчин в возрасте 40-87 лет, которые были распределены согласно ИМТ на 4 группы: I группа – 115 мужчин с нормальной массой тела (ИМТ <25 кг/м²), II группа – 144 мужчины с избыточной массой тела (ИМТ 25-29,9 кг/м²), III группа – 110 мужчин с ожирением I степени (ИМТ 30-34,5 кг/м²) и IV группа – 19 мужчин с ожирением II степени (ИМТ ≥35 кг/м²). МПКТ на уровне всего скелета, поясничного отдела позвоночника (L₁-L₄), шейки бедренной кости и костей предплечья определяли методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии («Prodigy, GE Lunar», Мэдисон, США). Показатель TBS (L₁-L₄) на уровне поясничного отдела позвоночника оценивали с помощью методики TBS iNsight («Med-Imaps», Пессак, Франция). **Результаты.** Показатели МПКТ на уровне поясничного отдела позвоночника, шейки бедренной кости, всего скелета и костей предплечья достоверно выше у мужчин с избыточной массой тела и ожирением (p<0,001) в сравнении

с мужчинами с нормальной массой тела. Однако, показатель TBS (L₁-L₄) у мужчин с избыточной массой тела и ожирением достоверно ниже (I группа – 1,248 ± 0,143, II группа – 1,158 ± 0,176; III группа – 1,054 ± 0,160; IV группа – 1,040 ± 0,171; F = 29,83; p<0,001). Наблюдается достоверная положительная корреляция между жировой массой и МПКТ на различных участках исследования, а также между жировой массой и TBS (L₁-L₄), хотя и отрицательная. Дальнейший анализ показал, что сила воздействия андройдного типа отложения жировой ткани на показатели МПКТ и TBS выше (r = -0,651), в сравнении с геноидным типом (r = -0,493). **Выводы.** Ожирение негативно влияет на качество трабекулярной костной ткани, хотя показатели МПКТ достоверно возрастают с увеличением ИМТ. Показатель TBS значительно ниже у мужчин с избыточной массой тела и ожирением в сравнении с мужчинами с нормальной массой тела.

Ключевые слова: минеральная плотность костной ткани (МПКТ); качество трабекулярной костной ткани (TBS); мужчины; избыточная масса тела; ожирение

V. Povoroznyuk, A. Musiienko

D.F. Chebotarev Institute of Gerontology NAMS Ukraine, Kyiv, Ukraine

Relationship between fat mass and bone mineral density in men

Abstract. Aim: to evaluate the trabecular bone score (TBS) and bone mineral density (BMD) in overweight and obese men. **Materials and methods.** We examined 388 men aged 40-87 years and classified them according to their BMI into 4 groups: I group – 115 men with normal body weight, whose BMI was $<25 \text{ kg/m}^2$, II group – 144 overweight men, BMI $25\text{--}29.9 \text{ kg/m}^2$, III group – 110 men with obesity of I degree, BMI $30\text{--}34.5 \text{ kg/m}^2$ and IV group – 19 men with obesity of II degree, BMI $\geq 35 \text{ kg/m}^2$. BMD of total body, lumbar spine ($L_1\text{--}L_4$), femoral neck and forearm was determined by dual-energy X-ray absorptiometry («Prodigy, GE Lunar» Madison, USA). TBS ($L_1\text{--}L_4$) was assessed using the TBS iNsight® technique («Med-Imaps» Pessac, France). **Results.** BMD of lumbar spine, femoral neck, total body and forearm is significantly higher in overweight and obese men ($p < 0.001$) compared to men with normal body

weight. However, TBS ($L_1\text{--}L_4$) is significantly lower in overweight and obese men (group I – 1.248 ± 0.143 , group II – 1.158 ± 0.176 , group III – 1.054 ± 0.160 , group IV – 1.040 ± 0.171 , $F = 29.83$, $p < 0.001$). There is a significant positive correlation between fat mass and BMD at different sites. Another significant correlation exists between the fat mass and TBS ($L_1\text{--}L_4$), although it is negative. Further analysis showed the higher effect of the android adipose tissue deposition type on BMD and TBS ($r = -0.651$) in comparison with the genoid type ($r = -0.493$). **Conclusions.** Obesity negatively affects the quality of bone tissue, although BMD values significantly increase with an increase in BMI. The TBS is significantly lower in men who are overweight and obese compared to men of normal body weight.

Keywords: bone mineral density (BMD); trabecular bone score (TBS); men; overweight; obesity